

**UNIVERSIDADE ALTO VALE DO RIO DO PEIXE
CURSO DE AGRONOMIA**

CRISTIANE CARLESSO

**ESCURECIMENTO DE POLPA DE MAÇÃS SCS427 ELENISE, FUJI E CRIPPS
PINK**

**CAÇADOR
2018**

CRISTIANE CARLESSO

**ESCURECIMENTO DE POLPA DE MAÇÃS SCS427 ELENISE, FUJI E CRIPPS
PINK**

Relatório de Estágio Supervisionado
apresentado como exigência para a obtenção
do título de Bacharel, do Curso de Agronomia,
ministrado pela Universidade Alto Vale do Rio
do Peixe – UNIARP, sob orientação do
professor Marcus Vinicius Kvitschal

**CAÇADOR
2018**


**ESCURECIMENTO DE POLPA DE MAÇÃS SCS427 ELENISE, FUJI E
CRIPPS PINK**

CRISTIANE CARLESSO

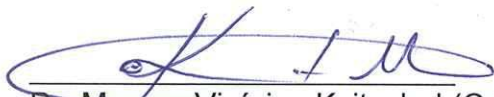
Este relatório de Estágio Supervisionado foi submetido ao processo de avaliação
pela Banca Examinadora para a obtenção do Título de:

Bacharel em Agronomia

E aprovado na sua versão final em 27/11 /18, atendendo às normas da legislação
vigente da Universidade Alto Vale do Rio do Peixe e Coordenação do Curso de
Agronomia.


Leandro Hahn

BANCA EXAMINADORA:



Dr. Marcus Vinicius Kvitschal (Orientador)



M.Sc. Angela Cristina Paviani (Professora da disciplina)


Dr. André Amarildo Sezerino

DECLARAÇÃO DE ISENÇÃO DE RESPONSABILIDADE

Declaro, para todos os fins de direito, que assumo total responsabilidade pelo aporte ideológico e autoral conferido ao presente Relatório de Estágio Supervisionado, intitulado "**Escurecimento de polpa de maçãs SCS427 Elenise, Fuji e Cripps Pink**", não violando nenhum direito de propriedade intelectual, sob pena de responder civil, criminal, ética e profissionalmente por meus atos. Neste momento, ficam isentos de responsabilidade a Universidade Alto Vale do Rio do Peixe, a Coordenação do Curso de Agronomia, a Banca Examinadora, o Professor Orientador e o Professor de Estágio Supervisionado, de toda e qualquer responsabilidade acerca do mesmo. Ainda que o mesmo está dentro da metodologia de trabalhos da UNIARP.

Caçador (SC), 27 de novembro de 2018.



Cristiane Carlesso

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradecer a Deus, por ter chegado até aqui apesar de muitas dificuldades.

À minha família, principalmente minha mãe Zélia Perazzoli e meu pai Pedro Carlesso por todo apoio desde o início do curso.

Agradeço a dona Zilda e dona Terezinha por me acolherem em suas famílias nesse período em que estive estudando em Caçador, gratidão.

Sou grata á todos meus amigos que me acolheram e me incentivaram da melhor forma possível durante esta caminhada. Amigos esses que levarei por toda vida acadêmica e pessoal, afinal amigos são para toda a vida, ainda que não estejam conosco a vida inteira.

À Empresa de Pesquisa e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), Estação Experimental de Caçador pela oportunidade de realizar o estágio obrigatório.

Agradeço principalmente a equipe do laboratório de melhoramento genético de macieira, Drº Marcus Vinicius Kvitschal, Drª Maraisa Crestani Hawerroth pelos grandes ensinamentos, e a doutoranda Thyana Lays Brancher pela amizade e pelo grande auxílio nas correções e aos demais pesquisadores pela oportunidade de estágio, que me auxiliou muito unindo as aulas teóricas da universidade com as práticas à campo.

Agradeço a todos os professores que me auxiliaram nessa caminhada, e a todos que de uma forma ou de outra fizeram parte da minha formação.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Resposta ao escurecimento de polpa (*Browning Index* - BI) estimado para maçãs 'SCS427 Elenise', 'Cripps Pink' e 'Fuji' recém colhidas. Caçador, SC, 2017/2018..... 16
- Figura 2.** Resposta ao escurecimento de polpa após o corte de maçãs armazenadas por 75 dias e 120 dias. Caçador, SC, 2017/2018. 20
- Figura 3.** Resposta ao escurecimento de polpa após o corte de maçãs SCS427 Elenise, Cripps Pink e Fuji armazenadas em câmara de atmosfera do ar. Caçador, SC, 2017/2018..... 23

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Escurecimento de polpa (*Browning index* - BI) das maçãs SCS427 Elenise, Pink Lady e Fuji recém colhidas. Caçador, SC, 2017/2018. 15
- Tabela 2.** Escurecimento de polpa (*Browning index* - BI) das maçãs 'SCS427 Elenise', 'Cripps Pink' e 'Fuji' armazenadas por 75 e 120 dias em atmosfera do ar (frio comum). Caçador, SC, 2017/2018. 19
- Tabela 3.** Escurecimento de polpa (*Browning index* - BI) das maçãs 'SCS427 Elenise', 'Cripps Pink' e 'Fuji' e do tempo de armazenagem dos frutos (75 e 120 dias). Caçador, SC, 2017/2018. 22

SUMÁRIO

RESUMO.....	8
ABSTRACT.....	9
INTRODUÇÃO.....	9
MATERIAL E MÉTODOS.....	11
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	14
CONCLUSÃO.....	24
REFERÊNCIAS.....	24

ESCURECIMENTO DE POLPA DE MAÇÃS SCS427 ELENISE, FUJI E CRIPPS PINK

Cristiane Carlesso¹; Marcus Vinicius Kvitschal²; Thyana Lays Brancher³; Maraisa Crestani Hawerroth²; Luis Carlos Argenta²

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar o índice de escurecimento (BI) de polpa de maçãs SCS427 Elenise, Fuji e Cripps Pink visando a sua utilização na indústria como alimentos minimamente processados. Foram instalados dois experimentos distintos, sendo um utilizando frutos recém colhidos e outro após armazenagem de 75 e 120 dias (atmosfera de frio comum). As cultivares foram fatiadas na porção equatorial e avaliadas por meio de colorimetria em um período de 0 horas até 48 horas após o corte. Para os frutos recém colhidos foram realizados 17 intervalos de tempo. Já para frutos armazenados por 75 e 120 dias, o período de leitura foi composto por 14 intervalos. Os experimentos foram instalados em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 17 para recém colhidos e 3 x 14 x 2 para os frutos armazenados, com três repetições cada tratamento. A cultivar Cripps Pink apresentou maior índice de escurecimento em ambos experimentos, enquanto a cultivar SCS427 Elenise apresentou menor BI tanto para frutos recém colhidos como para os armazenados. Da mesma maneira, esta cultivar demorou mais para atingir o seu ponto máximo de escurecimento em detrimento das demais cultivares.

¹ Estudante de Agronomia, Universidade Alto Vale do Rio do Peixe – UNIARP. Rua Victor Baptista Adami, nº 800, CEP 89500-199, Caçador-SC. E-mail: criscarlesso2016@gmail.com

² Engº Agrônomo, D.Sc., Pesquisador na Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – Epagri, Rua Abílio Franco, nº 1500, CEP 89051-032, Caçador-SC, e-mail: marcusvinicius@epagri.sc.gov.br

³ Estudante de Doutorado em Biotecnologia Vegetal, Universidade Federal de Lavras – UFLA, Programa de Pós-Graduação em, Caixa Postal 3037 - CEP 37200-000, Lavras MG, e-mail: thyanalays@hotmail.com

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the browning index (BI) of SCS427 Elenise, Fuji and Cripps Pink apples for their use in the industry as minimally processed foods. Two distinct experiments were performed, one using freshly harvested fruits and the other after storage of 75 and 120 days (common cold atmosphere). The cultivars were sliced in the equatorial portion and evaluated over a period of 0 hours to 48 hours after cutting by means of colorimetry. For the newly harvested fruits, 17 time intervals were performed. As for fruits stored for 75 and 120 days, the reading period consisted of 14 intervals. The experiments were installed in a completely randomized design, in a factorial scheme 3x17 for newly harvested fruits and 3x14x2 for the stored fruits, with three replicates each treatment. The cultivar Cripps Pink presented a higher BI in both experiments, while the cultivar SCS427 Elenise showed lower BI for both newly harvested and stored fruits. In the same way, this cultivar took longer to reach its maximum BI in detriment of the other cultivars.

INTRODUÇÃO

Cada vez mais os brasileiros estão optando por *fast foods* ou alimentos minimamente processados (AMP). A praticidade destes alimentos facilita a alimentação no dia-a-dia agitado das famílias brasileiras. Segundo estudos do SIS-Sebrae (2018), o mercado de AMP no Brasil movimentava aproximadamente R\$ 170 bilhões.

AMP são frutas ou hortaliças que sofreram algum tipo de lesão para seu preparo comercial, seja um processo de lavagem, descasque ou corte (MORETTI, 2007). Entre os principais alimentos minimamente processados comercializados no Brasil estão o alho, a batata, a cenoura, os sucos e até mesmo as maçãs vendidas

em fatias. O consumo desses alimentos traz algumas vantagens como diminuição no desperdício, rapidez no preparo e menor produção de lixo doméstico (FANTUSI et al., 2004).

Via de regra, frutas e hortaliças submetidas a algum tipo de lesão em seu tecido, desenvolvem escurecimento enzimático, o qual é causado principalmente pela ação da enzima polifenoloxidase PPO (SIMÕES, 2004). Esse escurecimento ocorre pela reação oxidativa dos compostos fenólicos presentes nos vacúolos das células por ação da enzima PPO, em células que foram lesionadas (OLIVEIRA et al., 2008). Um corte no tecido, por exemplo, promove o extravasamento dos compostos fenólicos a partir dos vacúolos e o contato imediato com a enzima, culminando na reação de oxidação e escurecimento dos tecidos lesionados, formando a pigmentação escura quando exposta ao oxigênio (MARTINEZ & WHITAKER, 1995; MARSHALL et al., 2000). Essa reação enzimática é, portanto, prejudicial à manutenção da qualidade industrial de frutas e legumes minimamente processadas (HE e LUO, 2007).

Cerca de 70% do total de maçãs produzidas no Brasil é destinado ao consumo *in natura* (CARVALHO, 2011), embora se observe nos últimos anos aumento no consumo da fruta como AMP. Todavia, as maçãs Gala e Fuji, cultivares predominantemente produzidas no Brasil, são suscetíveis ao escurecimento enzimático logo após o corte da polpa (ROJAS-GRAÜ et al., 2006; BERTRAND, et al., 2015), fator que pode estar contribuindo para o crescimento ainda tímido desse segmento de negócio no país.

Maçãs ideais para uso como AMP são aquelas que possuem baixa atividade da polifenoloxidase ou baixo teor de compostos oxidáveis, para que não apresentem escurecimento da polpa após o corte. Nos EUA já foram desenvolvidos estudos de

modificação genética em cultivares de macieira com intuito de impedir a produção dessa enzima pelos frutos, a exemplo das cultivares Arctic[®] Golden e Arctic[®] Granny (MAXMEN, 2017). No Brasil, o programa de melhoramento genético de macieira da Epagri (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina) possui alguns genótipos que aparentemente apresentam baixo escurecimento de polpa, os quais poderiam ser de interesse na indústria de AMP. Mas não se conhece o grau de resistência ao escurecimento de polpa desses genótipos, nem tampouco o tempo que essas frutas podem ser mantidas em ambiente controlado após cortadas, sem perda da qualidade de prateleira.

Visto que o uso de cultivares de macieira com a possibilidade de utilização como AMP seria uma alternativa interessante à indústria alimentícia da maçã para disponibilização de produtos de melhor qualidade aos consumidores, o objetivo deste trabalho foi avaliar o padrão de escurecimento da polpa de maçãs 'SCS427 Elenise', 'Fuji Standard' e 'Cripps Pink' recém colhidas, bem como após 75 e 120 dias de armazenamento em atmosfera do ar (AA).

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo abrangeu a avaliação do escurecimento da polpa de maçãs de diferentes cultivares por período de até 48 horas após o corte das frutas, pelo uso da técnica de colorimetria. Foram instalados dois experimentos distintos, sendo um com frutas recém colhidas e o outro com frutas armazenadas em câmaras de atmosfera do ar (frio comum) por 75 e 120 dias. As frutas utilizadas foram das cultivares de macieira Fuji Standard, Cripps Pink e SCS427 Elenise, tendo sido utilizadas maçãs de tamanho e estágio de maturação similares (índice de iodo-amido entre 4 e 5, conforme escala de 1 a 9 definida por Argenta (2002).

Os frutos foram cortados ao meio (porção equatorial do fruto) no momento das análises, acondicionados em bandejas de papelão e armazenadas em câmara fria à $0\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ para posterior realização das leituras colorimétricas a cada intervalo de tempo pré-definido em cada experimento.

Para o experimento conduzido a partir de maçãs recém colhidas (0 dias de armazenagem), as leituras colorimétricas foram realizadas em 17 intervalos de tempo que foram das 0 horas (momento do corte), 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50 minutos após o corte, seguido de 1, 2, 3, 5, 7, 10, 24 e 48 horas após o corte. Para os experimentos conduzidos a partir de maçãs armazenadas por 75 dias e 120 dias, utilizaram-se 14 intervalos de tempo pré determinados das 0 horas (momento do corte), 7,5, 15, 22,5, 30, 45 minutos após o corte, seguido de 1, 2, 3, 5, 7, 10, 24 e 48 horas após o corte das frutas. A armazenagem dessas maçãs foi realizada em câmara de atmosfera do ar (frio comum), sob temperatura de $0\text{ }^{\circ}\text{C} (\pm 2,0\text{ }^{\circ}\text{C})$ até o momento da avaliação.

As leituras dos parâmetros considerados no cálculo do índice de escurecimento de polpa foram realizadas com colorímetro de bancada marca Minolta Chroma Meter, modelo CR300, equipado com canhão de área de leitura de 8 mm de diâmetro. O equipamento foi calibrado com a placa de calibração, utilizando os valores Y (92,8), x (0,3161) e y (0,3321).

Para avaliação do escurecimento de polpa de maçãs foi calculado o índice de escurecimento (*Browning Index* - BI) estimado com base nos valores dos parâmetros L , a e b , por meio da seguinte fórmula:

$$BI = \frac{100(x - 0,31)}{0,17}$$

onde:

$$x = \frac{a + 1,75L}{5,645 L + a - 3,012 b}$$

Essa fórmula previamente desenvolvida e utilizada em outros trabalhos é referente às diferentes variações da cor “marrom” calculadas com base nos valores de L , a e b obtidos nas leituras em colorímetro (RUANGCHAKPET e SAJJAANANTAKUL, 2007; DING e LING, 2014; SUBHASHREE et al., 2017).

Os experimentos foram instalados sob delineamento inteiramente casualizado compostas por 3 repetições de 10 frutos cada, sendo que para as maçãs recém colhidas (0 dias de armazenagem) foi adotado um esquema fatorial de cultivar \times tempo após o corte (3×17) com 51 tratamentos. Já para as maçãs armazenadas por 75 dias e 120 dias, foi adotado um esquema fatorial cultivar \times tempo de armazenagem \times tempo após o corte ($3 \times 2 \times 14$), composto por 84 tratamentos.

Os dados foram submetidos à análise de variância conjunta com desdobramento dos efeitos dos fatores nas situações nas quais as interações foram significativas. Para as variáveis “cultivar” e “tempo de armazenagem” realizaram-se testes de comparação entre médias de Scott e Knott (1974). Para a variável “tempo após o corte” foi realizada análise de regressão pelo modelo polinomial quadrático com resposta em platô (MPQ), considerando as seguintes equações:

$$Y = a + bx + cx^2 \quad \text{se } x < x_0 \text{ (quadrático)}$$

$$Y = p \text{ se } x \geq x_0 \text{ (platô)}$$

em que:

Y é o BI médio em resposta ao tempo após o corte do fruto. Dessa maneira, para valores de x menores que x_0 , o modelo que descreve a resposta Y é uma função quadrática, e para valores de x maiores ou iguais a x_0 , a equação é uma constante ou platô. Para isso: $x_0 = -b/2c$ e $p = a - b^2/4c$. O valor de x_0 é o tempo após o corte, onde ocorre o BI máximo estimado, sendo o início do platô,

obtido a partir da derivação da função quadrática e o ponto de intercessão das duas linhas p é o platô, sendo a , b e c os parâmetros do modelo a serem estimados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

- Experimento 1: Escurecimento de maçãs recém colhidas (0 dias de armazenagem)

A análise de variância para os dados do índice de coloração marrom (*Browning index - BI*) estimados na avaliação do escurecimento da polpa dos frutos recém colhidos (0 dias de armazenagem) evidenciou significância ($P \leq 0,05$) para a interação entre os fatores “cultivar” e “tempo de após o corte”, indicando necessidade de desdobramento nas análises das médias. O coeficiente de variação estimado foi de 6,43%, o que sugere controle experimental satisfatório.

Quanto ao comportamento das “cultivares” dentro de cada intervalo de “tempo após o corte” observa-se que as cultivares não mostraram diferença significativa no índice de coloração marrom na polpa dos frutos (BI) até cinco minutos após o corte (Tabela 1). Já nos intervalos de 10 a 15 minutos, a cultivar Fuji apresentou valores de BI significativamente maiores que ambas as cultivares. Nos intervalos de tempo de 20 e 25 minutos, bem como entre 50 minutos e 24 horas, as cultivares Fuji e Cripps Pink apresentaram comportamento de escurecimento de polpa equivalentes, uma vez que as médias de BI nesses períodos de tempo após o corte das frutas não mostraram diferenças significativas. De forma geral, observa-se que a cultivar SCS427 Elenise mostrou menor potencial de escurecimento da polpa, visto que na maioria dos intervalos de tempo testados, as médias do índice BI foram significativamente inferiores às das demais cultivares, o que também pode ser observado na Figura 1.

Tabela 1. Escurecimento de polpa (*Browning index* - BI) das maçãs SCS427 Elenise, Pink Lady e Fuji recém colhidas. Caçador, SC, 2017/2018.

Tempo após corte	Cultivar			Média	C.V.(%)
	Elenise	Cripps Pink	Fuji		
0 h (momento do corte)	22,09 a	22,31 a	25,18 a	23,19	8,52
0,083 h (= 5 minutos)	23,00 a	23,07 a	24,91 a	23,66	8,35
0,167 h (= 10 minutos)	22,37 b	24,38 b	26,86 a	24,54	8,05
0,25 h (= 15 minutos)	22,66 b	24,08 b	27,67 a	24,80	7,97
0,333 h (= 20 minutos)	22,65 b	26,10 a	28,02 a	25,59	7,72
0,417 h (= 25 minutos)	22,87 b	26,39 a	29,10 a	26,12	7,56
0,5 h (= 30 minutos)	23,40 c	26,86 b	31,05 a	27,10	7,29
0,667 h (= 40 minutos)	23,37 c	27,81 b	32,44 a	27,86	7,09
0,833 h (= 50 minutos)	23,81 b	29,61 a	32,37 a	28,60	6,91
1 h (= 60 minutos)	24,77 b	31,28 a	34,40 a	30,15	6,55
2 h (= 120 minutos)	26,75 b	35,64 a	36,43 a	32,94	5,99
3 h (= 180 minutos)	26,69 b	38,55 a	38,40 a	34,55	5,72
5 h (= 300 minutos)	30,29 b	40,77 a	39,62 a	36,89	5,36
7 h (= 420 minutos)	31,87 b	42,14 a	40,69 a	38,23	5,17
10 h (= 600 minutos)	33,39 b	---	42,19 a	37,79	5,23
24 h (= 1440 minutos)	36,07 b	42,45 a	42,72 a	40,41	4,89
48 h (= 2880 minutos)	40,20 a	43,31 a	42,26 a	41,92	4,71
Média	26,84	31,55	33,78	30,71	

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (1974).

No desdobramento dos efeitos de escurecimento de polpa relativos ao “tempo após o corte” para cada “cultivar”, observa-se que para as três cultivares houve ajuste de equações de regressão quadrática ao conjunto de dados (Figura 1). O ajuste do modelo matemático da resposta das maçãs ‘SCS427 Elenise’ ao escurecimento de polpa em função do tempo após o corte foi mais elevado que o das cultivares Fuji e Cripps Pink, dadas as proporções dos respectivos coeficientes de determinação (SCS427 Elenise: $R^2 = 93,35\%$; Fuji: $R^2 = 71,15\%$; Cripps Pink: $R^2 = 68,53\%$).

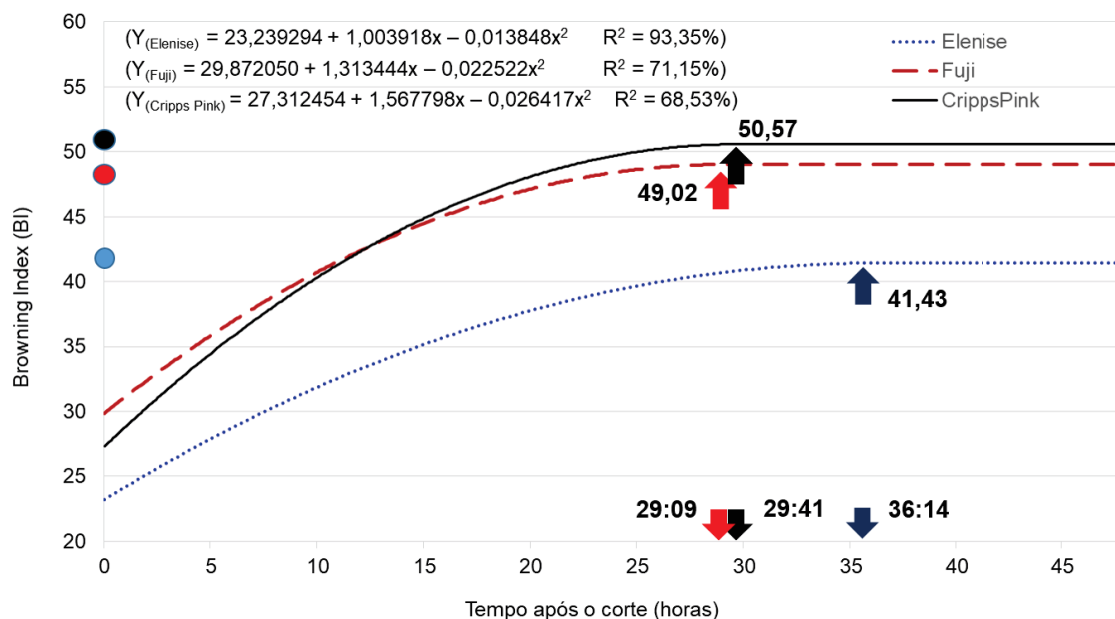


Figura 1. Resposta ao escurecimento de polpa (*Browning Index* - BI) estimado para maçãs ‘SCS427 Elenise’, ‘Cripps Pink’ e ‘Fuji’ recém colhidas. Caçador, SC, 2017/2018.

O ponto de máximo escurecimento da polpa estimado pelo MPQ (platô) para a cultivar SCS427 Elenise foi de 41,43, cujo pico foi observado às 36 horas e 14 minutos após o corte. Já para a ‘Fuji’ o platô de escurecimento foi de 49,02 às 29 horas e 9 minutos após o corte, e para ‘Cripps Pink’ o maior escurecimento (50,57) ocorreu após 29 horas e 41 minutos após o corte (Figura 1). É, portanto, evidenciado que maçãs recém colhidas da cultivar SCS427 Elenise apresentaram menor índice de escurecimento de polpa em relação às maçãs Fuji e Cripps Pink, bem como menor progressão desse escurecimento no decorrer do tempo após o corte das frutas, dada a menor estimativa do coeficiente angular estimado no modelo de regressão (Figura 1). Assim, sugere-se que a cultivar SCS427 Elenise apresenta maior resistência ao escurecimento de polpa, visto que para atingir o ponto de máximo escurecimento foram estimadas 7:07 h a mais do que na cultivar Fuji e 7:39 h a mais do que na Cripps Pink, além do que também foi observado índice total de

escurecimento 7,59 pontos a menos que na 'Fuji' e 9,14 pontos em relação à Cripps Pink.

Os resultados sugerem, portanto, que a cultivar SCS427 Elenise apresenta menor tendência à oxidação da polpa, uma vez que Jiang et al. (2016) enfatizam que o escurecimento de polpa em maçãs está relacionado à reação de oxidação, principalmente catalisada pela enzima polifenoloxidase (PPO).

Essa característica de menor tendência ao escurecimento por oxidação da polpa das maçãs 'SCS427 Elenise' sugere que esta cultivar seja uma opção interessante a ser explorada pelo mercado de frutos minimamente processados, cujas maçãs geralmente são fatiadas, embaladas e deixadas em vitrines refrigeradas à disposição do consumidor. De acordo com Tomás-Barberán e Espín (2001), em temperaturas de 0 a 4°C a atividade da enzima polifenoloxidase tende a diminuir. Considerando que as três cultivares foram avaliadas nessa faixa de temperatura, a cultivar 'SCS427 Elenise' apresenta vantagem comercial em relação à 'Fuji' e 'Cripps Pink', pois possibilita maior tempo entre a disposição do produto na prateleira. Uma vez que a cor é considerada um atributo determinante no momento da compra de AMP pelos consumidores (ERAT, SAKIROGLU e KUFREVIOGLU 2006; GARCIA e BARRET, 2002), a cultivar SCS427 Elenise apresentou resultados promissores para utilização nesse setor.

Outra opção em potencial para o uso das maçãs 'SCS427 Elenise' é a indústria de sucos no Brasil, tanto pelo menor potencial de oxidação que possivelmente o suco deve apresentar quanto pelo nível de acidez presente na polpa das frutas dessa cultivar (DENARDI, KVITSCHAL e HAWERROTH, 2015), cuja característica é um problema na maior parte da fruta derivada de clones de Gala ou de Fuji.

- Experimento 2: Escurecimento de maçãs armazenadas

Para os dados referentes ao índice de escurecimento de polpa nos frutos armazenados em atmosfera do ar, a análise de variância demonstrou efeito significativo ($P \leq 0,05$) apenas para as interações simples cultivar x período de armazenagem, cultivar x tempo após o corte e entre período de armazenagem x tempo após o corte, sendo que a interação tripla (cultivar vs tempo após o corte vs período de armazenagem) não evidenciou significância ($P > 0,05$). O coeficiente de variação geral para os dados de índice de escurecimento (BI) foi de 4,82%, indicando precisão experimental satisfatória.

O desdobramento do efeito de cultivar sobre os períodos de armazenagem permitiu verificar que a cultivar Cripps Pink apresentou maior índice de escurecimento nos 75 dias de armazenagem, enquanto que a cultivar Elenise e Fuji não diferiram entre si estatisticamente (Tabela 2). Após os 120 dias de armazenagem, novamente a cultivar Cripps Pink apresentou maior BI, seguida pela cultivar Fuji, enquanto a 'SCS427 Elenise' apresentou o menor valor de BI em comparação às demais cultivares. Segundo Holderbaum et al. (2010), entre quatro cultivares de macieiras avaliadas, a cultivar Fuji ficou entre as que apresentaram o maior escurecimento de polpa, sendo aproximadamente quatro vezes menor que a Aori27 (menor escurecimento enzimático).

Quando se compara o BI apresentado pelas respectivas cultivares nos dois tempos de armazenagem, todas evidenciaram índice de escurecimento maior no período de 120 dias (Tabela 2). Da mesma maneira, todos os tempos de leitura após o corte constataram um índice de escurecimento mais elevado nos frutos avaliados após 120 dias de armazenagem (Tabela 3). Esse fato sugere que a armazenagem

de maçãs ‘SCS427 Elenise’, ‘Fuji’ e ‘Cripps Pink’ em atmosfera do ar (frio comum) induz maior efeito oxidativo e, portanto, maior escurecimento da polpa. Tal evidência é sustentada pela afirmação de Kader (1986), que reporta maior probabilidade de escurecimento de polpa em maçãs após um período de armazenamento em atmosfera do ar, sem controle de O₂ e CO₂, uma vez que o escurecimento é um dos principais problemas desencadeados por excesso desses gases. Brandelli e Lopes (2005), evidenciaram que a atividade da polifenoloxidase aumentou com o tempo de estocagem em pêssigo da variedade Premier.

Tabela 2. Escurecimento de polpa (*Browning index* - BI) das maçãs ‘SCS427 Elenise’, ‘Cripps Pink’ e ‘Fuji’ armazenadas por 75 e 120 dias em atmosfera do ar (frio comum). Caçador, SC, 2017/2018.

Período de armazenagem	Cultivar			Média	C.V.(%)
	Elenise	Cripps Pink	Fuji		
75 dias	31,35 Bb	35,86 Ba	31,15 Bb	32,79	5,13
120 dias	34,16 Ac	39,52 Aa	37,17 Ab	36,95	4,55
Média	32,76	37,69	34,16	34,87	4,82
C.V.(%)	5,13	4,46	4,92		

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (1974).

Novamente sugere-se que o maior índice de escurecimento de polpa aos 120 dias seja causado por danos fisiológicos decorrentes do período de armazenagem, uma vez que os frutos não sofreram nenhum tipo de tratamento antes de serem armazenados em câmara fria. Acondicionar frutos em baixas temperaturas é um fator importante para retardar possíveis danos, porém armazenagem a frio comum, controlando a temperatura e umidade relativa do ar (UR), possibilita um período de conservação reduzido, isso porque ocorre uma aceleração do amadurecimento,

consequentemente ocorrência de podridões e desordens (BRACKMANN et al., 2002; BRACKMANN et al., 2005).

Aos 75 dias de armazenagem o ponto máximo de BI estimado pela equação de regressão polinomial quadrática foi de 44,59 em 30 horas e 57 minutos. Já após 120 dias, os frutos maior índice de oxidação em um intervalo de tempo (30 horas e 43 minutos) próximo ao encontrado em frutos com 75 dias de armazenagem, porém com o BI máximo de 52,12 (Figura 2).

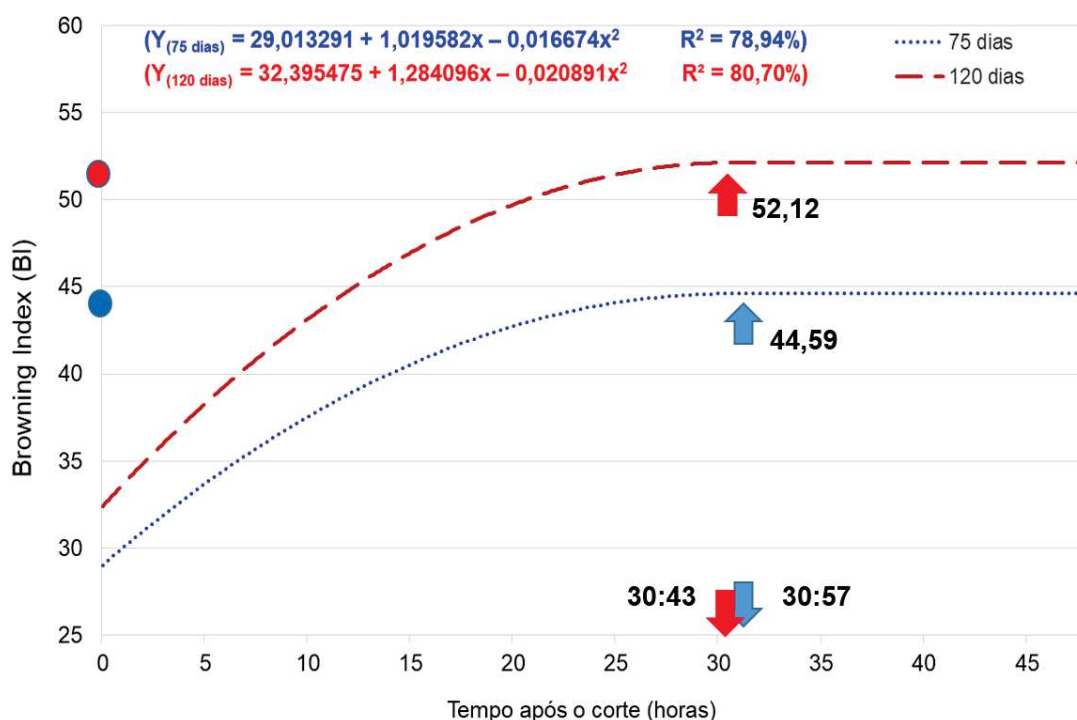


Figura 2. Resposta ao escurecimento de polpa após o corte de maçãs armazenadas por 75 dias e 120 dias. Caçador, SC, 2017/2018.

Considerando os efeitos de tempo após o corte sobre o BI de cada cultivar, permitiu verificar que a cultivar Cripps Pink apresentou um índice de escurecimento (BI) superior em todos os intervalos de tempo após o corte, sendo que entre 2 e 7 horas após o corte a Fuji apresentou médias de BI equivalentes às da cv. Cripps Pink (Tabela 3). A ‘SCS427 Elenise’ apresentou um padrão de resposta bem

específico em relação às demais cultivares, sendo que nos primeiros períodos após o corte (até 7,5 minutos) a polpa das maçãs apresentou índice de escurecimento (BI) mais intenso que até mesmo a cultivar Fuji, tendo se equivalido a essa cultivar no período correspondente aos 15 minutos e 30 minutos, e se tornado menos escurecida após 45 minutos. Isso evidencia que a cultivar SCS427 Elenise apresenta maior resistência ao escurecimento de polpa após o corte, visto que a progressão de elevação das médias de BI foi menor em comparação às médias das outras duas cultivares. Esse comportamento também fica evidente pelo menor coeficiente angular estimado no modelo polinomial ajustado, que culmina na menor inclinação da curva de resposta de BI em função do tempo após o corte das maçãs (Figura 3). Tal padrão de resposta da cultivar SCS427 Elenise explica não somente o maior tempo para o alcance do platô de escurecimento ($x_0 = 35$ horas e 40 minutos), mas também o menor platô de escurecimento (BI = 45,84) observado em comparação às outras cultivares (Figura 3).

A 'SCS427 Elenise' teve como valor máximo de BI estimado pela equação de regressão de 45,84 em 35 horas e 40 minutos após o corte. Já 'Fuji' apresentou seu ponto de máximo BI (48,50) 28 horas e 43 minutos após o corte, e 'Cripps Pink' teve seu ponto máximo estimado em 50,51 com 30 horas e 22 minutos após o corte.

Nas condições de avaliação, a cultivar Cripps Pink teve um índice de escurecimento superior às demais cultivares, ou seja, para as condições de prateleira seria menos viável. Sendo assim, a cultivar SCS427 Elenise apresenta maior potencial de comercialização nas condições testadas.

Tabela 3. Escurecimento de polpa (*Browning index* - BI) das maçãs 'SCS427 Elenise', 'Cripps Pink' e 'Fuji' e do tempo de armazenagem dos frutos (75 e 120 dias). Caçador, SC, 2017/2018.

* Valor referente ao comportamento médio das cultivares Cripps Pink e Fuji, pois não houve leitura nesse tempo após o corte da cultivar SCS427 Elenise aos 120 dias de armazenagem. Letras minúsculas referem-se às comparações entre cultivares; Letras maiúsculas referem-se às comparações entre períodos

Tempo após o corte	Cultivar					Período de armazenagem			
	Elenise	Cripps Pink	Fuji	Média	C.V. (%)	75 dias	120 dias	Média	C.V. (%)
0 h (momento do corte)	27,63 b	31,16 a	23,67 c	27,49	6,12	25,87 B	29,10 A	27,49	6,12
0,125 h (= 7,5 minutos)	28,11 b	31,45 a	24,22 c	27,93	6,02	26,62 B	29,23 A	27,93	6,02
0,25 h (= 15 minutos)	28,21 b	31,41 a	26,50 b	28,71	5,86	27,36 B	30,05 A	28,71	5,86
0,375 h (= 22,5 minutos)	28,36 b	33,24 a	28,09 b	29,90	5,63	27,98 B	31,80 A	29,89	5,63
0,5 h (= 30 minutos)	28,24 b	33,44 a	29,87 b	30,52	5,51	28,87 B	32,16 A	30,52	5,51
0,75 h (= 45 minutos)	28,59 c	34,57 a	32,05 b	31,74	5,30	30,23 B	33,25 A	31,74	5,30
1 h (= 60 minutos)	29,91 c	35,68 a	32,94 b	32,84	5,12	31,13 B	34,55 A	32,84	5,12
2 h (= 120 minutos)	30,39 b	37,49 a	35,58 a	34,49	4,88	32,19 B	36,78 A	34,49	4,88
3 h (= 180 minutos)	34,68 b	39,00 a	38,34 a	37,34	4,50	34,52 B	40,16 A	37,34	4,50
5 h (= 300 minutos)	33,87 b	41,86 a	40,70 a	38,81	4,33	37,32 B	43,52* A	40,42	4,16
7 h (= 420 minutos)	37,29 b	43,64 a	42,21 a	41,05	4,10	38,78 B	43,31 A	41,05	4,10
10 h (= 600 minutos)	37,07 c	43,11 a	40,98 b	40,39	4,16	37,97 B	42,80 A	40,39	4,16
24 h (= 1440 minutos)	41,91 b	46,21 a	41,72 b	43,28	3,89	39,74 B	46,82 A	43,28	3,89
48 h (= 2880 minutos)	44,14 a	45,44 a	41,37 b	43,65	3,85	40,43 B	46,87 A	43,65	3,85
Média	32,74	37,69	34,16	34,87	4,82	32,79	37,17	34,98	4,81

de armazenagem; médias seguidas pela mesma letra, nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (1974).

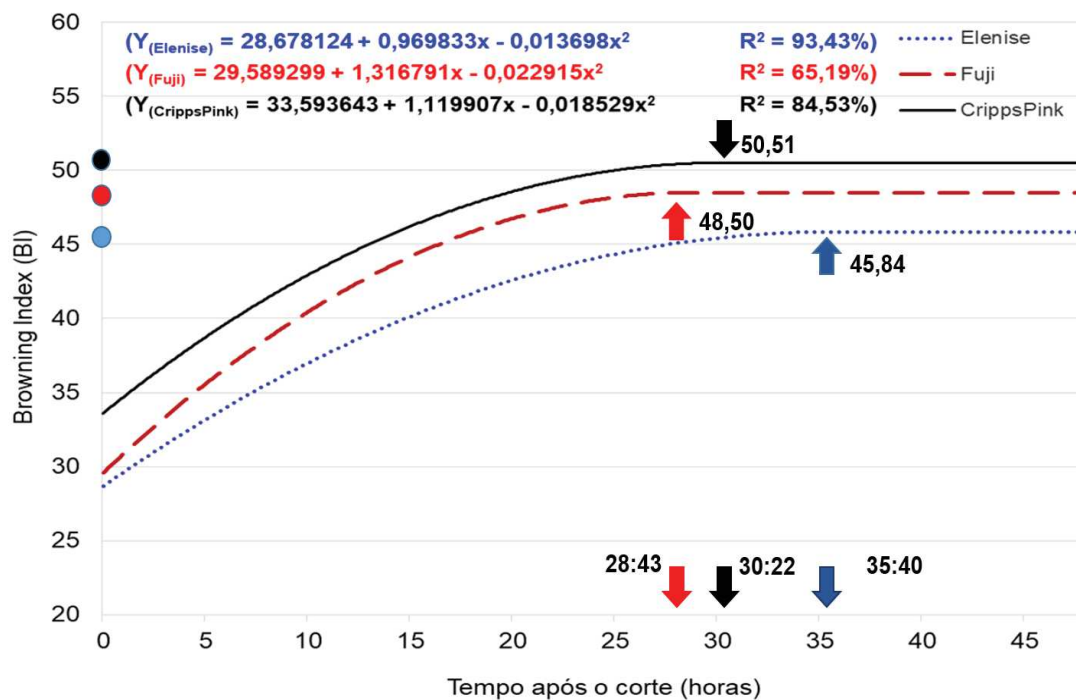


Figura 3. Resposta ao escurecimento de polpa após o corte de maçãs SCS427 Elenise, Cripps Pink e Fuji armazenadas em câmara de atmosfera do ar. Caçador, SC, 2017/2018.

Para o efeito de armazenagem sobre o BI considerando os intervalos de tempo após, ambos apresentaram bom ajuste ($R^2 > 75\%$) ao modelo de regressão polinomial quadrático. O ajuste dos modelos matemáticos (coeficientes de determinação) para as cultivares foram 78,94 aos 75 dias de avaliação e 80,70 aos 120 dias (Figura 3).

De acordo com Rizzon et al. (2005), para a escolha de quais cultivares devem ser utilizadas na elaboração de sucos, algumas características específicas devem ser levadas em conta, cultivares que possuem altos teores de açúcares e de ácidos são as mais indicadas. Fioravanço et al. (2010), conclui que a acidez titulável da cultivar Fuji é menor do que na cultivar Cripps Pink. Por sua vez a cultivar SCS427 Elenise apresenta maior teor de acidez total titulável na polpa (%) que a cultivar Cripps Pink (DENARDI, KVITSCHAL e HAWERROTH, 2015). Segundo Brackmann

(1998), a cultivar Fuji mantida em armazenamento por longos períodos de tempo é suscetível a degenerescência interna da polpa. Sendo assim, a cultivar Elenise apresenta melhores condições para o processamento de sucos.

Segundo Paula et al (2009), os AMP devem manter atributos que representam a qualidade do produto, como cor, aroma e sabor. O perfil dos consumidores de AMP buscam principalmente qualidade nutricional e visual nos produtos (MATTOS, 2006). Sendo assim a cultivar SCS427 Elenise apresenta características desejáveis para o processamento mínimo, pois seu escurecimento é mais lento, sendo uma opção para a indústria AMP.

CONCLUSÃO

Sendo assim, foi concluído que a cultivar SCS427 Elenise apresentam menor escurecimento da polpa em comparação à Fuji e Cripps Pink. Além da velocidade com que ocorre o escurecimento da polpa de maçãs 'SCS427 Elenise' é menor que das maçãs 'Fuji' e 'Cripps Pink'.

Quando comparado os períodos de armazenagem para as três cultivares, quanto menos tempo os frutos permanecem armazenados menor será o índice de escurecimento.

REFERÊNCIAS

ARGENTA, L.C. Fisiologia e tecnologia pós-colheita: Maturação, colheita e armazenagem dos frutos In: **A cultura da macieira**.1 ed. Florianópolis: EPAGRI, 2002, p. 691-732.

BERTRAND, C.; RAPOSO, M. F.D.J.; MORAIS, R.M.S.C.D.; & MORAIS, A.M.M.B.D. Effects of different edible coatings on polyphenol oxidase activity and colour of fresh-cut apple during cold storage. **International Journal of Postharvest Technology and Innovation**, v.5, n.2, p.91-104, 2015.

BRACKMANN, A.; BORTOLUZ, L.; BORTOLUZZI, G. Frigoconservação de maçã 'Fuji' em duas temperaturas e em atmosfera controlada. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.4, n.1, p.26-30, 1998. Disponível em: <<https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/CAST/article/view/232>>. Acesso em: 13 out 2018.

BRACKMANN, A.; PINTO, J.A.V; STEFFENS, C.A.; GUARIENTI, A.J.W; GIEH, R.F.H; SESTARI, I. Consequência da umidade relativa durante o armazenamento refrigerado e em atmosfera controlada na qualidade da maçã 'Gala'. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.5, p.1197-1200, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/cr/v35n5/a34v35n5.pdf>>. Acesso em: 13 out 2018.

BRACKMANN, A.; VIZOTTO, M.; MELLO, M., FREITAS, S.; STEFFENS, C. Efeito da umidade relativa e momento da instalação da atmosfera controlada sobre a qualidade de maçã 'Fuji'. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.8, n.2, p.145-148, 2002. Disponível em: <<https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/CAST/article/view/432>>. Acesso em: 13 out 2018.

CARVALHO, V.R.F. **Cadeia produtiva da maçã no Brasil: limitações e potencialidades**. Porto Alegre: BRDE, p.1-45, 2011. Disponível em: <http://www.brde.com.br/media/brde.com.br/doc/estudos_e_pub/NT%202011-04%20Maca.pdf>. Acesso em: 20/10/2018.

DENARDI, F.; KVITSCHAL, M.V.; HAWERROTH, M.C. **SCS427 Elenise: Novo cultivar de macieira de maturação tardia**. Folder. Ed. EPAGRI. 2015.

DING, P. e LING, Y.S. Browning assessment methods and polyphenol oxidase in UV-C irradiated Berangan banana fruit. **International Food Research Journal**, v.21, n.4, p.1667-1674, 2014. Disponível em: <[http://www.ifrj.upm.edu.my/21%20\(04\)%202014/56%20IFRJ%2021%20\(04\)%202014%20Phebe%20711.pdf](http://www.ifrj.upm.edu.my/21%20(04)%202014/56%20IFRJ%2021%20(04)%202014%20Phebe%20711.pdf)>.

Acesso em 25 out 2018.

FANTUZZI, E.; PUSCHMANN, R.; VANETTI, M.C.D. Microbiota contaminante em repolho minimamente processado. **Ciência e Tecnologia de alimentos**, v.24, n.2, p.207-211, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/cta/v24n2/v24n2a08.pdf>>. Acesso: 09 nov 2018.

FIORAVANÇO, J.C. **Avaliação da cultivar de macieira Pink Lady em Vacaria, RS.** 2011. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/uva-e-vinho/busca-de-publicacoes/-/publicacao/912568/avaliacao-da-cultivar-de-macieira-pink-lady-em-vacaria-rs>>.

Acesso em: 13 nov 2018.

HE, Q.; LUO, Y. **Enzymatic browning and its control in fresh-cut produce.** Stewart Postharvest Review, v.3, n.6, p.1-7, 2007. Disponível em: <<https://pubag.nal.usda.gov/catalog/57928>>. Acesso em: 13 nov 2018.

HOLDERBAUM, D.F.; KON, T.; KUDO, T.; GUERRA, M.P. Enzymatic browning, polyphenol oxidase activity, and polyphenols in four apple cultivars: dynamics during fruit development. **HortScience**, v.45, n.8, p.1150-1154. 2010. Disponível em: <<http://hortsci.ashspublications.org/content/45/8/1150.short>>. Acesso em: 13 nov 2018.

JIANG, Y.; DUAN, X.; QU, H.; ZHENG, S. Browning: Enzymatic Browning. **Encyclopedia of Food and Health**, p. 508–514. 2016.

KADER, A.A. Biochemical and physiological basis for effects of controlled and modified atmospheres on fruits and vegetables. **Food Technology**, Chicago, p.99-104, 1986. Disponível em: <<http://ucce.ucdavis.edu/files/datastore/234-399.pdf>>. Acesso em: 13 nov 2018.

MARSHALL, M.R.; KIM, J.; WEI, C.I. Enzymatic browning in fruits, vegetables and seafoods. **Food and Agricultural Organization**, v.41, p.259-312. 2000.

MARTINEZ, M.V.; WHITAKER, J.R. The biochemistry and control of enzymatic browning. **Trends in Food Science & Technology**, Cambridge, v.6, n.6, p.195-200. 1995. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924224400890548>>. Acesso em: 13 nov 2018.

MATTOS, L.M. **Alface crespa minimamente processada: embalagem sob diferentes sistemas de atmosfera modificada e armazenamento refrigerado.** 2006. 151f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2005. Disponível em: <[http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/3148/1/TESE Alface%20crespa%20minimamente%20processada%20embalagem](http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/3148/1/TESE%20Alface%20crespa%20minimamente%20processada%20embalagem)>

[m%20sob%20diferentes%20sistemas%20de%20atmosfera%20modificada%20e%20armazenamento%20refrigerado.pdf](#)>. Acesso em: 13 nov 2018.

MAXMEN, A. Genetically modified apple reaches US stores, but will consumers bite? **Nature**, v.551, n.7679, p.149–150. 2017. Disponível em: <<https://www.nature.com/news/genetically-modified-apple-reaches-us-stores-but-will-consumers-bite-1.22969>>. Acesso em: 13 nov 2018.

MORETTI, C.L. Manual de processamento mínimo de frutas e hortaliças: **Embrapa Hortaliças**, Brasília, ed. 1. 531p. 2007. Disponível em: <<http://poscolheita.cnpdia.embrapa.br/documents/36843/1212205/Manual+de+Processamento+M%C3%ADnimo+de+Frutas+e+Hortali%C3%A7as/32886e0a-28b7-430d-b402-12e65b69e085>>. Acesso em: 09 nov 2018.

OLIVEIRA, T.M.; SOARES, F.F.; PAULA, C.D.; VIANA, G.A. Uso de embalagem ativa na inibição do escurecimento enzimático de maçãs. **Semina: Ciências Agrárias**, v.29, n.1, p.117-128, 2008. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/viewFile/2861/2426>>. Acesso em: 20 out 2018.

PAULA, N.D.; BOAS, E.V.B.V.; RODRIGUES, L.J.; CARVALHO, R.A.; PICCOLI, R.H. Qualidade de produtos minimamente processados e comercializados em gôndolas de supermercados nas cidades de Lavras-MG, Brasília-DF e São Paulo-SP. **Ciência e Agrotecnologia**, v.33, n.1, p.219-27. 2009.

RIZZON, L.A; BERNARDI, J; MIELE, A. Características analíticas dos sucos de maçã Gala, Golden Delicious e Fuji. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.25, n.4, p.750-756, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cta/v25n4/27646.pdf>>. Acesso em: 05 out 2018.

ROJAS-GRAÜ, M.A.; SOBRINO-LÓPEZ, A.; TAPIA, M.S.; MARTÍN-BELLOSO, O. Browning inhibition in fresh-cut “Fuji” apple slices by natural antibrowning agents. **Journal of Food Science**; v.31; n.71(1), p. S59–S65. 2006. Disponível em: <<http://lib3.dss.go.th/fulltext/Journal/Journal%20of%20food%20science/2006%20v.7/1/27323jfsv71n1pS059-065ms20050366%5B1%5D.pdf>>. Acesso em: 05 out 2018.

RUANGCHAKPET, A.; SAJJAANANTAKUL, T. Effect of browning on total phenolic, flavonoid content and antioxidant activity in Indian gooseberry (*Phyllanthus emblica*

Linn.). **Kasetsart J (Nat Sci)**, v.41, p.331-337, 2007. Disponível em: <<http://www.thaiscience.info/Journals/Article/TKJN/10471519.pdf>>. Acesso em: 06 out 2018.

SCOTT, A.; KNOTT, M. Cluster-analysis method for grouping means in analysis of variance. **Biometrics**, Washington D.C., v.30, n.3, p.507-512, 1974.

SIS-Sebrae. **Alimentos e Bebidas**: Relatório de Inteligência 2018. SISTEMA DE INTELIGÊNCIA SETORIAL - SEBRAE. Santa Catarina, SIS-SEBRAE, 2018. 9p.

SIMÕES, A.N. **Alterações químicas e atividades de enzimas em folhas de couve inteiras e minimamente processadas**. 2004. 86f. Tese (Doutorado em Fisiologia Vegetal)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 2004. Disponível em: <<http://www.locus.ufv.br/bitstream/handle/123456789/10032/texto%20completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 20 out 2018.

SUBHASHREE, S.N.; SUNOJ, S.; XUE, J.; BORA, G.C. Quantification of browning in apples using colour and textural features by image analysis. **Food Quality and Safety**, v.1, n.3, p.221-226, 2017. Disponível em: <<https://academic.oup.com/fqs/article/1/3/221/4082082>>. Acesso em: 13 nov 2018.

TOMÁS-BARBERÁN, F.A., & ESPÍN, J.C. Phenolic compounds and related enzymes as determinants of quality in fruits and vegetables. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.81, n.09, p.853-876, 2001.

ERAT, M.; SAKIROGLU, H., & KUFREVIOGLU, O.I. Purification and characterization of polyphenol oxidase from *Ferula* sp. **Food Chemistry**, v.95, n.03, p.503-508, 2006.

GARCIA, E.; BARRETT, D.M. Preservative treatments for fresh-cut fruits and vegetables. In: LAMIKANRA, O. (Ed.). **Fresh-cut fruits and vegetables: science, technology and market**, Boca Raton: CRC Press, p. 267–304, 2002.

BRANDELLI, A.; LOPES, C.H.G.L. Polyphenoloxidase activity, browning potential and phenolic content of peaches during postharvest ripening. **Journal of Food Science**, v.29, n.06, p.624-637, 2005.