



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO**  
**CAMPUS DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA – PRODUÇÃO VEGETAL**

Thais Barbosa Santos

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE GENÓTIPOS DE PERA E  
MAÇÃ PRODUZIDAS NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO E  
ARMAZENADAS EM AMBIENTE REFRIGERADO**

Petrolina, PE

2019

**THAIS BARBOSA SANTOS**

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE GENÓTIPOS DE PERA E  
MAÇÃ PRODUZIDAS NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO E  
ARMAZENADAS EM AMBIENTE REFRIGERADO**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal do *Campus* de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Vale do São Francisco, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Agronomia – Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Drº Sérgio Tonetto  
de Freitas

Co-orientador: Drº Saulo de Tarso Aidar

Petrolina, PE

2019

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO**  
**CAMPUS DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA – PRODUÇÃO VEGETAL**


**FOLHA DE APROVAÇÃO**

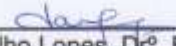
**Thais Barbosa Santos**


Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Agronomia – Produção Vegetal, pela Universidade Federal do Vale do São Francisco.

Aprovada em: 26 de Abril de 2019.

**Banca Examinadora**

  
\_\_\_\_\_  
(Sérgio Tonetto de Freitas, PhD, Embrapa Semiárido/Univasf).  
Orientador

  
\_\_\_\_\_  
(Paulo Roberto Coelho Lopes, Dr<sup>o</sup>, Embrapa Semiárido).  
Membro Examinador

  
\_\_\_\_\_  
(Ana Cecília Poloni Rybka, Dr<sup>a</sup>, Embrapa Semiárido).  
Membro Examinador

Santos, Thais Barbosa  
S237a Avaliação da qualidade de genótipos de pera e maçã produzidas  
no semiárido brasileiro e armazenadas em ambiente refrigerado /  
Thais Barbosa Santos. – Petrolina, 2019.  
71 f.: il.

Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal) -  
Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus de Ciências  
Agrárias, Petrolina - PE, 2019.

Orientador: Prof. Drº Sérgio Tonetto de Freitas.

Referências.

1. Fruticultura. 2. Maças - cultivo. 3. Pera. I. Título. II.  
Universidade Federal do Vale do São Francisco.

CDD 634.0981

A Deus, autor e mantenedor da vida.

Ao meu esposo, Alfredo Dias.

Aos meus pais, Tânia Maria e José dos Santos.

Aos meus irmãos Elton Barbosa e Lorraine Barbosa.

Aos meus cunhados Odair Sousa e André Luiz.

As minha amigas Vitória Augusta, Íris Maiane e Ivonete Ferreira.

Ao meu amigo, Jailson José.

**Dedico!**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me permitir chegar até aqui e por ter me fortalecido dia após dia nessa jornada.

Ao meu orientador Dr<sup>o</sup> Sérgio Tonetto de Freitas, por toda paciência, apoio e ensinamento. Muito obrigada pela oportunidade de crescimento profissional. Você é uma grande inspiração.

À Dr. Paulo Roberto Coelho Lopes por toda colaboração e disponibilidade da excussão do projeto.

Ao Dr<sup>o</sup> Saulo de Tarso Aidar pela disponibilidade em ajudar no experimento.

Aos colaboradores do campo experimental de Bebedouro pela grande ajuda na execução do experimento, em especial ao Dedé, Gui, Rodrigo e Luíz.

Aos colegas do Laboratório Fisiologia Pós-colheita pelo auxílio para execução das análises, Taise, Luna, Bárbara e Rafaela. Vagner, obrigada por sanar todas as minhas dúvidas, você vai muito longe! Nadiane Raquel e Maria Aparecida obrigada por terem sido anjos na minha vida, essa conquista também é de vocês e que nosso vínculo seja eterno.

À minha amiga e colega de turma Talita Oliveira pelo ombro amigo e incentivo. Você foi fundamental nessa conquista.

Ao programa de Pós-Graduação - Produção Vegetal, e a todos os professores que contribuíram para minha formação.

À Univasf, pela oportunidade de realizar e concluir o mestrado acadêmico.

À FACEPE pela concessão da bolsa;

À Embrapa, pelo espaço, recursos financeiros para execução dos experimentos.

E a todos que de alguma forma contribuíram tanto para a realização deste trabalho, quanto na minha formação como pessoa e como profissional.

***“Tudo é do Pai. Toda honra e toda glória. É dEle a vitória alcançada em minha vida.”  
(Fábio de Melo)***

## RESUMO

O cultivo de macieira e pereira têm sido bastante evidente no Vale do São Francisco, apesar de apresentar limitações devido às condições edafoclimáticas. Este trabalho foi composto por três estudos que tiveram como objetivos avaliar a qualidade de diferentes genótipos de maçãs e peras produzidas no semiárido e armazenadas em ambiente refrigerado. No primeiro estudo, peras das cultivares Triunfo, Princesinha e Santa Maria foram colhidas e armazenadas a 0°C por 90 dias. No segundo estudo maçãs das cultivares Princesa, Julieta, Monalisa, e as seleções M-11/92, M-13/91, M-141/38 e M-21/08 foram colhidas e armazenadas a 0°C por 90 dias. No terceiro estudo, maçãs das cultivares Princesa, Julieta, Monalisa, e das seleções M-11/92, M-13/91, M-141/38 e M-21/08 foram cultivadas com e sem sombreamento das plantas durante o crescimento e desenvolvimento dos frutos, visando reduzir a incidência de queimadura e melhorar a qualidade dos frutos. De acordo com os resultados obtidos, no primeiro estudo, peras das cultivares Triunfo, Princesinha e Santa Maria produzidas no Submédio do Vale do São Francisco apresentaram qualidade físico-química adequada para o consumo *in natura*. As cultivares Santa Maria e Triunfo apresentaram maior teor de ácido málico na colheita. As peras das cultivares Princesinha e Triunfo obtiveram maior SS/AT e maior firmeza no final no armazenamento. No segundo estudo os genótipos M-141/38, M-13/91 e M-21/08 apresentaram menor índice de queimadura do sol nas duas safras avaliadas, comparados com os demais genótipos estudados. O genótipo M-13/91 apresentou alto número de frutos por planta e maior diâmetro médio de frutos em ambas as safras avaliadas. O genótipo M-13/91 apresentou a maior relação SS/AT e a menor acidez titulável, comparado com os demais genótipos. No terceiro estudo, macieiras cultivadas em ambiente sombreado apresentaram frutos com menor índice de queimadura, folhas com maior teor de clorofila a e b e maior área foliar, comparado com plantas não sombreadas. O sombreamento não interferiu na qualidade pós-colheita dos genótipos de maçã estudados. Dessa forma, os genótipos de maçã e pera estudados apresentam características físico-químicas no momento da colheita e durante o armazenamento que indicam um alto potencial para a produção nas condições climáticas do Submédio do Vale do São Francisco. O uso de sombreamento das plantas tem alto potencial na melhoria da qualidade dos frutos por reduzir o índice de queimadura solar.

**Palavras-chave:** *Malus domestica*, *Pyrus communis* L, condições edafoclimáticas, parâmetros de qualidade.

## ABSTRACT

The cultivation of apple and pear trees has been quite evident in the São Francisco Valley, although it has limitations due to edaphoclimatic conditions. This study was composed of three studies that had as objectives to evaluate the quality of different genotypes of apples and pears produced in the semiarid and stored in a refrigerated environment. In the first study, pears of the cultivars Triunfo, Princesinha and Santa Maria were harvested and stored at 0°C for 90 days. In the second study apples of the cultivars Princesa, Julieta, Monalisa, and the selections M-11/92, M-13/91, M-141/38 and M-21/08 were harvested and stored at 0 ° C for 90 days. In the third study, apples of the cultivars Princesa, Julieta, Monalisa, and of the selections M-11/92, M-13/91, M-141/38 and M-21/08 were cultivated with and without shading of the plants during the growth and fruit development, aiming at reducing the incidence of sunburn and improving fruit quality. According to the results obtained, in the first study, pears of the Triunfo, Princesinha and Santa Maria cultivars produced in the Submedia of the San Francisco Valley presented adequate physicochemical quality for in natura consumption. The cultivars Santa Maria and Triunfo showed higher malic acid content at harvest. The pears of the cultivars Princesinha and Triunfo obtained higher SS / AT and greater firmness at the end in storage. In the second study, the genotypes M-141/38, M-13/91 and M-21/08 presented lower sunburn rates in the two harvests compared to the other genotypes studied. The genotype M-13/91 presented high number of fruits per plant and higher average diameter of fruits in both harvests evaluated. The genotypes M-13/91 presented the highest SS / AT ratio and the lowest titratable acidity, compared to the other genotypes. In the third study, apple trees cultivated in a shaded environment presented fruits with lower burn rate, leaves with higher content of chlorophyll a and b and greater leaf area, compared to unshaded plants. The shading did not interfere in the post-harvest quality of the apple genotypes studied. Thus, the studied apple and pear genotypes present physical-chemical characteristics at the time of harvest and during storage indicating a high potential for production under the climatic conditions of the Submedia of the San Francisco Valley. The use of shading of plants has high potential in improving fruit quality by reducing the sunburn rate.

**Key-words:** *Malus domestica*, *Pyrus communis* L, edaphoclimatic conditions, quality parameters.



# SUMÁRIO

	Pág.
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>9</b>
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>10</b>
2.1 Pera .....	10
2.1.1 Importância Econômica .....	10
2.1.2 Caracterização da espécie .....	10
2.1.3 Cultivares .....	12
2.1.4 Cultivo de pera em clima temperado .....	13
2.1.5 Desenvolvimento e maturação .....	14
2.1.6 Armazenamento .....	16
2.2 Maçã .....	16
2.2.1 Aspectos Gerais .....	16
2.2.2 Importância Econômica .....	17
2.2.3 Cultivares .....	18
2.2.4 Composição química .....	18
2.2.5 Amadurecimento .....	20
2.2.6 Incidência de queimadura .....	22
<b>3.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>23</b>
<b>4. CAPÍTULO 1. QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DE GENÓTIPOS DE PERAS PRODUZIDAS NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO E ARMAZENADAS EM AMBIENTE REFRIGERADO</b> .....	<b>28</b>
RESUMO .....	28
Introdução .....	29
Material e Métodos .....	29
Resultados e Discussão .....	31
Conclusão .....	35
Referências .....	36
<b>5. CAPÍTULO 2. QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DE MAÇÃS PRODUZIDAS NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO E ARMAZENADAS EM AMBIENTE REFRIGERADO</b> .....	<b>38</b>
RESUMO .....	38
Introdução .....	39
Material e Métodos .....	40
Resultados e Discussão .....	42
Conclusão .....	46
Referências Bibliográficas .....	47
<b>6. CAPÍTULO 3. EFEITO DE TELA SOMBRITE NA INCIDÊNCIA DE QUEIMADURA DE SOL E QUALIDADE DE MAÇÃS PRODUZIDAS NO SERTÃO DO SÃO FRANCISCO</b> .....	<b>49</b>
RESUMO .....	49
Introdução .....	50
Material e métodos .....	52
Resultados e discussão .....	57
Conclusão .....	67
Referências Bibliográficas .....	68
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>71</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A região Nordeste, mediante a participação dos seus polos irrigados, é a principal região produtora e exportadora de frutas tropicais frescas do Brasil (EMBRAPA, 2015). Essa região, que conta com a irrigação como vetor de desenvolvimento econômico, tem sido capaz de produzir frutos durante todo o ano e de permitir uma diversificação de cultivos.

O avanço tecnológico juntamente com o melhoramento genético e práticas de manejo possibilitou o desenvolvimento de cultivares com potencial produtivo para áreas com pouca incidência de frio (FIORAVANÇO, 2009). Dentre as várias frutíferas em processo de implantação no Semiárido brasileiro, têm-se estudado a possibilidade do cultivo de espécies de clima temperado, a exemplo da cultura da pereira e da macieira. Atualmente, a Embrapa Semiárido vem desenvolvendo atividades de pesquisa com essas culturas em campos experimentais, assim como em conjunto com produtores da região. Pesquisas relacionadas à fenologia e à produção no Vale do São Francisco têm mostrado que é possível completar o ciclo fenológico e produzir maçãs de diversas cultivares, como Eva, Princesa e Julieta (Lopes et al., 2016).

A concentração da produção de maçãs e peras nos estados do sul ocorre em apenas uma época do ano, necessitando de grande logística de armazenamento e transporte para a distribuição das frutas nos mercados consumidores ao longo do ano. O resultado disto é o aumento do preço final dos frutos ofertados no mercado para cobrir os custos com o armazenamento por longos períodos e com o transporte para outras regiões do Brasil. Uma alternativa a este problema é a produção de tais frutos na região do Vale do São Francisco em Pernambuco. Esta região é conhecida pela produção de frutos em diferentes épocas do ano devido as condições ambientais favoráveis. Desta forma, a produção de maçã e pera no Vale do São Francisco pode suprir as necessidades de regiões mais distantes do sul do país, produzindo em diferentes épocas do ano, reduzindo a necessidade de armazenamento e transporte dos frutos, conseqüentemente aumentando o fornecimento e consumo de maçãs a preços mais reduzidos nestas regiões. Desta forma, devido ao seu apelo comercial e possibilidade de produção, o cultivo de pera e maçã surge como uma possível alternativa para a diversificação da fruticultura nos perímetros irrigados do semiárido brasileiro.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Pera

#### 2.1.1 Importância Econômica

A exploração econômica da pereira no Brasil ainda é bastante reduzida, porém é a terceira fruta mais consumida entre as espécies de clima temperado, perdendo apenas para a maçã e o pêssego (LOMBARDI et al., 2000). O consumo atual é da ordem de mais 150 mil toneladas, sendo a maioria importada da Argentina, Estados Unidos, Uruguai, Chile e Portugal. A baixa produção de pera no Brasil deve-se em grande parte a falta de informação sobre o manejo adequado da cultura, o que tem colocado a pera no topo da lista de importações de frutos frescos, chegando a um volume importado de 90% do consumido no país (IBRAF, 2017). A Argentina detém a condição de grande produtora e exportadora mundial de pera de alta qualidade, principalmente para o mercado brasileiro por cultivar uma fruta de característica superior e com tecnologia adequada (OLIVEIRA et al., 2000). Estas informações indicam que as limitações técnicas da cultura tem limitado o suprimento de um mercado consumidor estabelecido, mas ainda dependente das importações.

A Embrapa Semiárido juntamente com a Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco tem desenvolvido atividades de pesquisa para a introdução da pereira nas áreas irrigadas do Vale do São Francisco, objetivando a diversificação fruticultura da região. Estas pesquisas mostram resultados muito promissores e tem despertado o interesse dos produtores da região. Apesar das limitações tecnológicas o cultivo comercial da pereira começou a ser praticado na Chapada Diamantina, no estado da Bahia e recentemente em áreas experimentais no Vale do Submédio São Francisco, onde se pretende desenvolver um sistema de manejo eficiente para a produção de frutos (FREITAS et al., 2017).

#### 2.1.2 Caracterização da espécie

A pereira, *Pyrus communis* L., pertence à Ordem Rosales, à Família Rosaceae, e Subfamília Pomoideae. O gênero *Pyrus* L. possui cerca de 30 espécies com porte de arbusto ou árvore de folha caduca, pode ser encontrada em estado natural em bosques,

encostas e locais rochosos, na Europa, Ásia e no Norte da África. Com porte que pode atingir cerca de 15 m de altura e 10 m de largura possui folhas ovadas a elípticas, de cor verde-escuro brilhante, com cerca de 10 cm de comprimento. Os frutos podem apresentar-se de coloração verde a amarelo (Brickell, 2003).

No Brasil, a cultura da pereira foi introduzida na região Sul (LOPES et al., 2013). Atualmente, no país, pereiras do tipo europeia (*Pyrus communis* L.), japonesa [*Pyrus pyrifolia* (Burn.) Nak.] e chinesa (*Pyrus bretschneideri* Rehd.) são utilizadas como cultivares-copa, enquanto a *Pyrus calleryana* (Dcne.) é a mais empregada como porta-enxerto (PASA et al., 2011)

As flores são brancas, raramente róseas. O cálice compõe-se em cinco sépalas, que podem ser persistentes ou caducas; as pétalas são também em cinco e os estames variam de 20 a 30. As anteras são vermelhas ou liliáceas, e os estiletos são de dois a cinco, estritamente unidos na base. Os ovários são ínferos e possuem cinco carpelos cada um, os que contêm de um a três óvulos (CENTELHAS-QUEZADA; NAKASU, 2003). A maioria das cultivares de pereiras são auto incompatíveis, necessitando de polinização cruzada para aumentar a frutificação efetiva (LEITE; SOUZA, 2003; NAKASU; FAORO, 2003).

A fruta da pereira é um pomo, resultado da fusão do cálice com o receptáculo ou simplesmente o engrossamento do receptáculo. O endocarpo, considerado a fruta verdadeira, onde se encontram as paredes dos lóculos, é cartilaginoso ou escamosa. As sementes são pequenas e de coloração preta (CENTELHAS-QUEZADA; NAKASU, 2003).

A pereira é uma frutífera de clima temperado que entra em dormência durante o inverno, fase em que as plantas limitam ou cessam seu crescimento de forma a permitir a sobrevivência em períodos de escassez de água ou de baixas temperaturas. Nesta fase, as atividades metabólicas essenciais continuam a ocorrer, embora com intensidade reduzida (PETRI et al., 1996). Ela tem necessidade em frio equivalente à macieira, requerendo de 500 a 1500 horas de frio para superar a fase de endodormência. Entretanto, no gênero *Pyrus* existem espécies com baixas necessidades em frio. Foi a partir de tais fontes que alguns programas de melhoramento criaram diversas cultivares de baixo requerimento em frio (NAKASU; FAORO, 2003)

Devido às condições climáticas do Vale do São Francisco as pereiras não reduzem as suas atividades metabólicas ao longo do ano, sendo que as altas temperaturas e irrigação frequente estimulam o crescimento vegetativo com a formação de muitos ramos (LOPES; OLIVEIRA, 2011).

### 2.1.3 Cultivares

Os tipos de pereiras cultivadas comercialmente no Brasil são: a *Pyrus communis*, conhecida como europeia que é a mais cultivada no mundo e considerada a que possui melhor textura, sabor e aroma. A *Pyrus pyrifolia*, também conhecida como pera asiática, oriental ou arenosa, surgiu independentemente no Japão e na China. Produz frutas de forma redonda oblata de textura crocante, suculenta, doce, mas com pouco aroma. Finalmente a híbrida, em geral resultante de cruzamento entre a europeia e a asiática que é a mais plantada no Brasil e produz frutas de forma piriforme a oblonga, com textura entre manteigosa e crocante e boa qualidade (NAKASU, et al., 2007).

As cultivares de pereiras europeias são mais exigentes em frio e são recomendadas para os altiplanos dos Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná. Devem ser colhidas ainda meio verdes e completar a maturação em câmaras frias. As cultivares de pereiras asiáticas são menos exigentes em frio hibernal e são também recomendadas para os altiplanos dos três estados sulinos e algumas regiões como a fronteira gaúcha, região de Curitiba, etc. Devem ser colhidas maduras, exigindo cuidados especiais no manuseio (NAKASU, et al., 2007).

As cultivares de pereira híbrida possuem menor exigência em frio, variando de menos de 200h a 400h, sendo cultivadas do Rio Grande do Sul até São Paulo e Minas Gerais. Em geral, são bastante rústicas, de fácil manuseio e com boa tolerância a doenças. Estes genótipos desenvolvem melhor sabor quando completam a maturação em câmaras frias, semelhante à as cultivares europeias. As frutas têm sabor e textura peculiares entre as europeias e asiáticas, sendo bem aceitas pelo consumidor brasileiro (NAKASU, et al., 2007).

No Brasil, as pereiras Europeias são as mais importantes, estando elas a 'Rocha', 'Packham's Triumph', 'Santa Maria', 'Bartlett' (William's) e 'Red Bartlett' (GONÇALVES, 2008). As pereiras japonesas 'Housui', 'Nijisseiki' e 'Kousui' são as mais cultivadas no Brasil e possuem alta qualidade comercial; no entanto, são produzidas em pequena escala. Peras japonesas são classificadas como não climatéricas por não apresentarem aumento na produção de etileno ao longo do amadurecimento e também não alterarem a cor da epiderme e a firmeza de polpa após a colheita (HIWASA et al., 2004).

O cultivo da pereira em regiões com inverno ameno é possível devido às cultivares híbridas (*Pyrus communis* x *P. pyrifolia*) conhecidas como pereira rústica. Essas cultivares foram obtidas pela hibridação entre pereiras do tipo europeia (alta exigência ao frio hibernal e excelente qualidade dos frutos) e pereiras do tipo orientais (baixa exigência ao

frio hibernal e qualidade inferior dos frutos), desenvolvidas pelo Instituto Agronômico de Campinas (SEIFERT et al., 2009). Essas cultivares possibilitaram a expansão do cultivo da pereira para regiões de inverno ameno (DALL'ORTO et al., 1996).

A cultivar Princesinha é oriunda do programa de melhoramento genético do Instituto Agronômico (IAC), resultante do cruzamento entre as cultivares Hood x Packham's Triumph, lançada oficialmente em 2007. A cultivar possui elevada adaptação às regiões de inverno ameno e apresenta produção precoce. A planta é vigorosa de porte médio, com ramos frutíferos finos e abundantes; enfolhamento ralo, folhas médias a pequenas, verde azuladas. O requerimento de frio hibernal médio é de 300 a 400 horas com temperaturas até 7,2°C. Os frutos pesam em média 140 g, tem formato piriforme, com "pescoço" pronunciado, pedúnculo fino e longo; película lisa, espessa, de coloração verde esbranquiçada, com pequenas pontuações claras em toda a superfície. A polpa é de coloração branca, firme, meio granulada e suculenta, de sabor doce-acidulado e agradável (CHAGAS et al., 2008), com aptidão para o consumo ao natural (CHAGAS et al., 2007).

Segundo Dall'Orto et al. (1996) e Nakasu e Faoro (2003) a cultivar Triunfo, resultante do cruzamento realizado no Instituto Agronômico (IAC) entre 'Hood' x 'Packham's Triumph'. A planta é vigorosa, produtiva, de hábito ereto e apresenta rápido crescimento. Suas frutas são médias (180 a 250 g) e de formato oblongo e bem piriforme; a película é espessa, de cor verde-escura com pontuações nítidas e salientes; a polpa é bem firme, granulada e de sabor doce-acidulado. A maturação é precoce (dezembro a janeiro), com pico variando um pouco em função da região de cultivo, além de comportar-se bem em condições de inverno com pouco frio, cerca de 80 horas são suficientes à cultivar. A polinização cruzada é imprescindível, assim como o arqueamento dos ramos. É uma cultivar exigente em tratamentos culturais e fitossanitários.

#### **2.1.4 Cultivo de pera em clima temperado**

A pereira é uma frutífera de clima temperado e, no Brasil, é produzida em cinco Estados: no Rio Grande do Sul (12839 t), Santa Catarina (7334 t), Paraná (1341 t), Minas Gerais (294 t) e em São Paulo (300 t), totalizando uma produção anual de 22.108 toneladas (IBGE, 2017). No entanto, esse volume é insuficiente para abastecer o mercado nacional, que tem a necessidade de importar cerca de 90% da pera consumida no País. As importações de peras cresceram ano após ano desde 2003, especialmente da Argentina e de Portugal, atualmente os principais fornecedores para o Brasil,

demonstrando que a pera é uma fruta com boa aceitação pelo consumidor (FAORO; ORTH, 2010; RUFATO et al., 2011; FIORANÇO; OLIVEIRA, 2014).

Os dados referentes à produção mostram que há uma enorme dificuldade para alavancar a cultura da pereira no Brasil. De acordo com Fioranço et al (2014) os entraves são vários e importantes, podendo-se destacar: a) as condições climáticas que, embora permitam o cultivo, não são consideradas as melhores para essa espécie frutífera; b) a tecnologia de produção, ainda em processo de aperfeiçoamento, especialmente no que tange à recomendação das cultivares e porta-enxertos para os diferentes locais de cultivo e definição das melhores combinações cultivar produtora e polinizadoras. Uma vez que existem cultivares de baixo requerimento de horas de frio (menor que 500 h) e de alto requerimento (700 e 1.200 h), torna-se imprescindível que os produtores brasileiros escolham cultivares de baixo requerimento (NAKASU; FAORO, 2003) c) a pouca importância dada à cultura em termos de pesquisa, assistência técnica e investimento público e privado que, em última análise a desfavorece em relação a outras frutíferas de clima temperado e desestimula novos empreendimentos para a produção. Outro fator importante a considerar é a época de floração e maturação que podem variar conforme o ano e o local de cultivo (HUMMER et al., 2007). Uma das alternativas para tais situações é a criação de novas cultivares, aptas a produzir em quantidade e qualidade satisfatórias e com regularidade (OLIVEIRA, 2012).

Pesquisas realizadas na Embrapa Semiárido têm demonstrado que existe a possibilidade de cultivo de espécies de climas subtropical e temperado, com potencial econômico para as áreas irrigadas do semiárido brasileiro. Este fato é demonstrado com a cultura da videira, espécie de clima temperado que é hoje amplamente cultivada com ótima produtividade e qualidade, sendo principal geradora de divisas da região (LOPES; OLIVEIRA 2012).

As condições edafoclimáticas do Vale do São Francisco, aliados à irrigação, tem sido capazes de assegurar o bom desempenho agrônômico de diferentes espécies vegetais, como a mangueira, a videira, a figueira, dentre outras. Assim, culturas como a macieira, a pereira, o caquizeiro estão sendo introduzidas e avaliadas, com o objetivo de encontrar novas opções de cultivo para os produtores dos perímetros irrigados da região (LOPES; OLIVEIRA 2012).

### **2.1.5 Desenvolvimento e maturação**

O desenvolvimento da pera é dividido em quatro fases distintas: Fase I ou divisão celular, com predominância do processo de aumento do número de células e pouco crescimento dos frutos. Fase II, diferenciação dos tecidos, caracterizada pelo aumento no tamanho das células devido ao processo de alongamento celular, proporcionando o crescimento dos frutos. O acúmulo de amido nesse período pode atingir de 2% a 2,5% do tecido fresco. Fase III, maturação, fase em que o fruto já alcançou seu tamanho máximo, atingindo a maturidade fisiológica, mas ainda não está apto para o consumo. Nesse período tem início as transformações químicas que irão tornar o fruto apto para o consumo. Fase IV, senescência, que é a última fase na qual os processos anabólicos (síntese) diminuem, havendo predominância dos processos catabólicos (degradação), que vão ser responsáveis pelo envelhecimento e morte dos tecidos (LOMBARDI et al., 2000). As ocorrências fisiológicas nessas fases condicionam diferenças sensíveis no tamanho e peso final das frutas, em dependência ainda das cultivares e regiões produtoras (LALLU, 1990; BOX, 1992; LOMBARDI et al., 2000).

O tipo de respiração das peras é climatérica. Durante a maturação, as frutas experimentam um mínimo climatérico que precede uma fase de rápido aumento da atividade respiratória definida como “crise climatérica”. A maturação da pera é definida como estágio de desenvolvimento no qual os frutos apresentam capacidade de amadurecimento quando expostos às condições adequadas de indução, seja por baixas temperaturas, seja por etileno, ou mantidos por alguns dias em temperatura ambiente, de forma a atingir qualidade ótima para consumo (VILLALOBOS-ACUÑA; MITCHAN, 2008). Durante a exposição às baixas temperaturas ou ao etileno, a pera desenvolve a capacidade de sintetizar etileno em níveis capazes de ativar e completar o processo de amadurecimento. Em estudo realizado por Busatto et al., (2019) a produção de etileno em pera influenciou diretamente a regulação de vias fisiológicas controlando características importantes da qualidade dos frutos, como estrutura da parede celular (possibilitando o amaciamento da fruta) e a produção de compostos orgânicos voláteis aromáticos.

As modificações mais notórias que ocorrem durante a maturação são o amarelecimento da epiderme; redução na firmeza da polpa; aumento na síntese de compostos voláteis, síntese de etileno, degradação de amido e síntese de açúcares, redução da acidez, entre outras (KINGSTON, 1993; ARGENTA et al., 1995). Os índices de colheita são determinados por meios visuais, físicos, químicos e fisiológicos; dentre os meios visuais podem-se incluir a cor e a forma. Os métodos físicos incluem medidas de firmeza da polpa, peso, diâmetro e volume. Os métodos químicos consideram



determinação do amido como teste do iodo; acidez titulável e teor de sólidos solúveis (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

### **2.1.6 Armazenamento**

## **2.2 Maçã**

### **2.2.1 Aspectos Gerais**

A maçã é um dos quatro frutos mais consumidos no mundo, no qual pode ser usada principalmente *in natura*, ou em outras formas que envolvam processos tecnológicos, ou seja, na forma de suco concentrado, de vinagre, desidratada e em bebidas fermentadas, a exemplo da sidra. Além de ser uma fruta rica em fenóis, substâncias pécticas e celulose, que juntamente com a lignina constituem as fibras alimentares (AIRES, 2016).

A macieira (*Malus domestica* Borkh), pertence à família Rosaceae que abrange aproximadamente 100 gêneros e mais de 2000 espécies da ordem Rosales, subfamília Pomoideae. É uma planta que pode chegar a 10 metros de altura, com tronco de casca parda, lisa e copa arredondada. Apresentam folhas simples, estipuladas, que entram em repouso no inverno, sendo necessário um número mínimo de horas de frio (exigência em torno de 900 horas abaixo de 7°C) para que ocorra a quebra da dormência das gemas para assim dar início ao processo vegetativo e produtivo (CÓRDOVA, 2006).

Suas flores são brancas ou róseas, aromáticas e estão localizadas nos ramos de crescimento do ano, dispostas em inflorescência denominada umbela, formada por 6 a 8 flores que são pentâmeras, actinomorfas, hermafroditas e caracterizadas por apresentarem 2 a 5 carpelos (LUCHI, 2006; HOFFNAM e BERNARDI, 2004). Segundo Luchi 2006, a polinização é cruzada e devido à alta incompatibilidade é necessário um esquema especial com duas ou mais cultivares intercaladas, compatíveis entre si e com a floração coincidente.

O fruto da macieira é classificado como Pomídio, ou seja, fruto simples carnosos, considerado um pseudofruto proveniente de ovários íferos com vários carpelos. A polpa é derivada do receptáculo floral, juntamente com as bases das sépalas, pétalas e estames, com as quais o ovário se funde (CHITARRA e CHITARRA, 2005). Apresenta forma globosa ou achatada com uma profunda depressão no ponto de inserção da haste

que o prende aos ramos. De coloração vermelha ou verde, os frutos podem apresentar pequenas manchas esverdeadas ou amareladas.

## 2.2.2 Importância Econômica

A macieira é uma frutífera de clima temperado e, no Brasil, é produzida em seis estados: no Rio Grande do Sul (577774 t), Santa Catarina (679836 t), Paraná (34349 t), Minas Gerais (3054 t), São Paulo (5807 t) e Rondônia (123 t) totalizando uma produção anual de 1,300,943 toneladas, recuperação frente à temporada anterior, que foi de 831,6 mil toneladas, conforme a Associação Brasileira dos Produtores de Maçã (ABPM). (IBGE, 2017). A maior produção nacional e a boa qualidade da maçã brasileira suprimam a maior parte da demanda interna e diminuíram a necessidade de comprar a fruta do mercado internacional. Dessa forma, as importações recuaram em 2017. (HORTIFRUTI, 2017).

Até o início dos anos 70 a maçã consumida no Brasil era importada, pois a produção brasileira era inferior a 15 mil toneladas e a produtividade inferior a 15t/ha. A partir do início dos plantios comerciais houve um incremento contínuo, tanto em área como em produção, até a década de 2000, quando se ultrapassou 1 milhão de toneladas (PETRI; ALBUQUERQUE,2016). Esse fato foi consequência da evolução tecnológica na produção, seja no manejo, classificação e conservação da fruta, possibilitando maior competitividade no mercado nacional e internacional.

**Tabela 1. Evolução da produção de maçã no Brasil.**

Ano	Tonelada
1970-80	13.262
1980-90	183.299
1990-00	519.845
200-10	890.626
2010-15	1.185.188
2016	830.000
2017	1.300.943

Fonte: IBGE, 2017.

A expansão das áreas de macieira no Brasil se deu a partir de cultivares com menor requerimento de frio e da capacidade de adaptação a climas diferenciados. Cultivares de macieiras como 'Eva' e 'Princesa' possibilitam uma boa produção de frutos de qualidade, sendo estas algumas das mais cultivadas em regiões com baixa incidência de frio (CHAGAS et al., 2012; LOPES et al., 2012; MIRANDA et al., 2015).

Além da importância econômica, o cultivo das macieiras apresenta papel social bastante importante. Por ser um fruto sensível, sua produção ocorre de forma artesanal, o

que exige um grande número de operações manuais e conseqüentemente há o emprego de muita mão-de-obra. (ZONTA, 2007).

### **2.2.3 Cultivares**

A macieira é uma das frutíferas que dispõe de um grande número de cultivares. São descritas mais de 7 mil, porém, comercialmente, são poucas as que se destacam. Mundialmente as principais cultivares são: Red Delicious; Golden Delicious; Granny Smith; Fuji, Gala, Braeburn, Pink Lady, Jonagold Elstar. Sendo que Gala, Fuji e Golden Delicious, que são responsáveis por 90% da produção brasileira (TESSMER, 2009; CÓRDOVA, 2006)

Novas cultivares foram desenvolvidas por instituições de pesquisas nacionais como o IAC - Instituto Agrônomo de Campinas, o IAPAR - Instituto Agrônomo do Paraná e a EPAGRI - Empresa de Pesquisa Agropecuária de Santa Catarina, através dos seus respectivos programas de melhoramento genético. Esses programas visam principalmente a obtenção de macieiras menos exigentes em frio, viabilizando o cultivo em outras regiões do Brasil e a resistência as principais doenças.

Nesse contexto, a fruticultura de clima temperado deixou de ser praticada somente em áreas serranas no extremo Sul do país, deslocando-se para outras regiões, a exemplo de São Paulo, Minas Gerais, Espírito Santo e Bahia. Essa migração criou uma nova geografia da pomicultura, devido à implantação de pomares em regiões atípicas. A produção em regiões de clima ameno pode atender em parte o período de entressafra das tradicionais regiões produtoras, ofertando frutos entre os meses de outubro a fevereiro (SANTOS, 2013.)

### **2.2.4 Composição química**

As frutas da macieira têm uma grande variedade e composição equilibrada, sendo moderadamente energética e bem proporcionada em açúcar e acidez, dando-lhe um sabor agradável. A composição química da maçã varia de acordo com a cultivar, região de produção e práticas hortícolas (PIRES et al., 2017). Na Figura 1 estão esquematizados os componentes mais importantes das maçãs.

É uma fruta rica em fenóis, substâncias pécticas e celulose, que juntamente com a lignina constituem as fibras alimentares (AIRES, 2016). Segundo Khanizadeh et al. (2008) as maçãs são uma excelente fonte de vários compostos fenólicos e também possuem alta

capacidade antioxidante total. As propriedades antioxidantes das maçãs dependem altamente da sua variedade, práticas agrícolas, clima, condições de armazenamento e processamento. As maçãs mais abundantes em compostos fenólicos tendem conseqüentemente a ter uma maior atividade antioxidante (KALINOWSKA et al., 2014).

O acúmulo de antocianinas, pigmentos que conferem cor avermelhada em maçãs, é maior em dias com alta luminosidade e noites frias, nas semanas que antecedem o início da maturação e colheita. Por isso, as colheitas de maçãs bicolores tendem a ser retardada quando as condições climáticas são desfavoráveis ao acúmulo de antocianinas. Esse procedimento implica em colheita de maçãs mais maduras, com maior taxa de produção de etileno, menor firmeza de polpa, maior incidência de rachaduras peduncular e menor potencial de armazenagem (ARGENTA et al., 2015).

As maçãs são conhecidas por possuírem um sabor agradável e ligeiramente ácido, por outro lado, o sabor das maçãs é também adocicado, devido ao teor elevado em açúcares que evidenciam nomeadamente frutose, galactose, sacarose, glucose e sorbitol. A conjugação entre estes dois fatores contribuem para a diferenciação do sabor das diversas variedades de maçãs (FRANCO, 2014; FELICIANO et al., 2010).

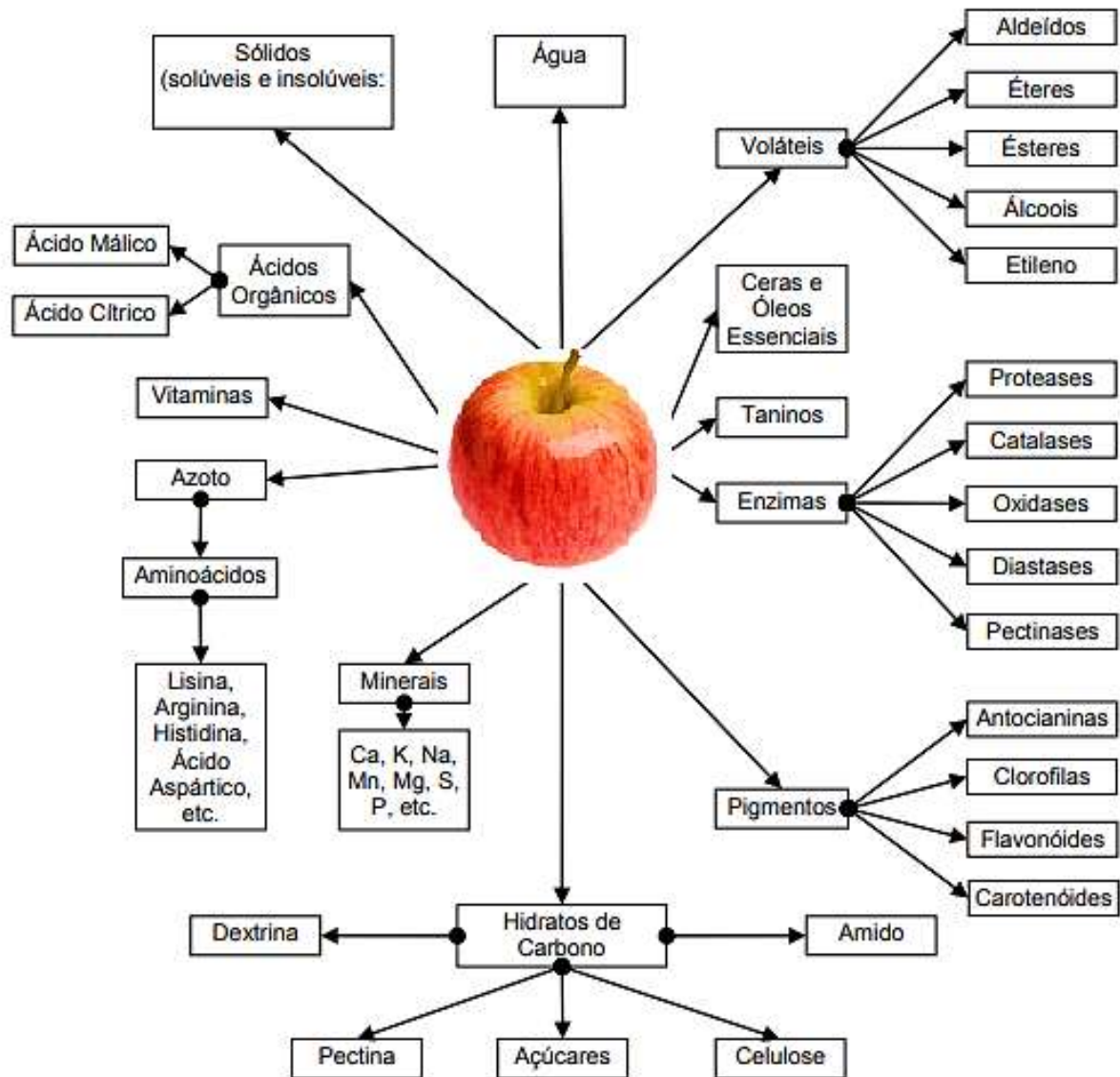


Figura 1. Representação esquemática simplificada dos componentes mais importantes das maçãs.

Fonte: Adptado (FRANCO, 2014).

## 2.2.5 Amadurecimento

A maçã pertence ao grupo dos frutos climatéricos, ou seja, apresenta em determinada etapa do seu ciclo vital um aumento rápido e acentuado na atividade respiratória, a qual é estimulada pela produção autocatalítica de etileno. Inúmeras mudanças físicas e químicas ocorrem nas maçãs durante a fase de amadurecimento e são aceleradas após esse climatérico, devido o aumento na concentração de etileno, considerado um fito hormônio responsável pelo amadurecimento de frutos climatéricos

(SAQUET e STREIF, 2002). Tais transformações são variáveis, a depender da espécie, cultivares e condições de produção.

Na epiderme da maçã, há cores de fundo e de superfície ou cobrimento. A cor de fundo evolui do verde para o amarelo, decorrente da degradação da clorofila, surgindo os carotenóides responsáveis pela cor amarela. A cor de superfície ou cobrimento, geralmente vermelho ou alaranjado, é decorrente dos pigmentos antocianinas que são sintetizados nas frutas quando se aproxima a maturação e os frutos sofrem uma maior exposição solar (CHITARRA e CHITARRA, 2005). A cor vermelha da epiderme da maçã é uma característica muito variável e sofre interferência de vários fatores como a quantidade e qualidade da radiação (AMARANTE et al., 2007; STAMPAR et al., 2002); a taxa de sombreamento e condições climáticas que variam de ano a ano (LEITE et al., 2002).

O amido representa o principal carboidrato de reserva acumulado durante o crescimento e desenvolvimento dos frutos até uma concentração máxima. Durante o amadurecimento, o amido armazenado na polpa da fruta é hidrolisado, transformando-se em açúcares solúveis. Quanto mais madura a fruta, menor o conteúdo de amido e maior o de açúcares solúveis. O desaparecimento progressivo do amido da polpa permite acompanhar a evolução da maturação em testes de reação com iodo (ARGENTA, 2006).

O teor de sólidos solúveis (SS) geralmente aumenta com o transcorrer do processo de amadurecimento dos frutos, seja pela sua biossíntese de açúcares solúveis, degradação de polissacarídeos (amido) ou pela perda de água dos frutos, resultando em maior concentração dos mesmos. Os açúcares solúveis mais abundantes no suco de maçãs são frutose, glucose e sacarose e, em menor proporção, o sorbitol (ARGENTA, 2006).

Maçãs apresentam elevada acidez se comparada a outras frutas, porém o conteúdo desses ácidos orgânicos diminui gradualmente durante o amadurecimento, pois são utilizados como substrato na respiração, sendo, por esse motivo, um dos mais importantes parâmetros de qualidade de maçãs antes e após a colheita. O ácido orgânico predominante na maçã é o ácido málico, os demais ácidos orgânicos não ultrapassam 5% do total, razão pela qual não são considerados (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Durante o amadurecimento, a polpa dos frutos tende a perder firmeza em decorrência de vários processos, como a diminuição da pressão de turgescência, a síntese e o transporte para a parede celular de enzimas envolvidas na hidrólise de seus componentes (NEVES et al., 2000). Na maçã, a redução da firmeza da polpa tem sido atribuída, às atividades da exo-poligalaturonase (PG),  $\beta$ -galactosidase e esterase da

pectina que degradam os polissacarídeos pécticos da parede celular e da lamela média (LUNARDI et al., 2004; NEVES et al., 2000).

### **2.2.6 Incidência de queimadura**

Os distúrbios fisiológicos são alterações de caráter não-parasitário que afetam as frutas, alterando seu metabolismo normal durante a maturação e senescência. Produzem uma aparência (externa ou interna) e/ou sabores anormais na fruta (FLORES-CANTILLANO E GIRARDI, 2004).

Dentre os danos que comprometem a qualidade visual da maçã está a queimadura de sol, causada pela ação simultânea de luz e calor e 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).

Desta forma, os efeitos das condições ambientais sobre a qualidade de consumo de maçãs na colheita e durante o armazenamento precisam ser avaliados para as condições ambientais do Vale do São Francisco. Tais informações serão importantes para identificar as limitações no processo de produção e desenvolver tecnologias para viabilizar o cultivo de macieiras no Vale do São Francisco.

### 3.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIRES, K. L. C. A. F. **Desidratação osmótica e secagem convectiva de maçã cortada em forma de paralelepípedo descritas por solução numérica tridimensional da equação de difusão.** 272f. Tese (Doutorado em Engenharia de Processos). Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande –PB, 2016.

AMARANTE, C.V.T. do; STEFFENS, C.A.; MOTA, C.S.; SANTOS, H.P. dos. Radiação, fotossíntese, rendimento e qualidade de frutos em macieiras 'Royal Gala' cobertas com telas antigranizo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.7, p.925-931, 2007.

ARGENTA, L. C.; BENDER, R. J.; KREUS, C. L.; MONDARDO, M. Padrões de maturação e índices de colheita de maçãs cvs. Gala, Golden Delicious e Fuji. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v.30, n.10, p.1259-1266, out. 1995.

ARGENTA, L. C.; COUTO, M.; KATSURAYAMA, J. M.; FIORAVANÇO, J. C.; BETINELLI, K.; VIEIRA, M. J.; BARTNICKI, V.; SCOLARO, A. M.; MUELLER, L. Comparação de maçãs de cultivares mutantes de gala e de fuji à maturação e qualidade na colheita e após a armazenagem. 2015. **Anais...** In: XIV Encontro Nacional sobre Fruticultura de Clima Temperado, Fraiburgo-SC. XIV ENFRUTE, 2015.

BOX, J. M. M. El nashi. Madrid: Mundi, 1992. 131p. CENTELHAS-QUEZADA, A.; NAKASU, B. H. Classificação botânica, origem e evolução. In: NAKASU, B. H.; CENTELHAS-QUEZADA, A.; HERTER, F. G. **Pera produção.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. P. 20-22. (Frutos do Brasil, 46)

BRICKEEL, C. (2003) Ecylopedia of garden plants, The Royal Horticultural Society, Dorling Kindersley, UK. CENTELHAS-QUEZADA, A.; NAKASU, B. H. Classificação botânica, origem e evolução. In: NAKASU, B. H.; CENTELHAS-QUEZADA, A.; HERTER, F. G. Pera produção. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. P. 20-22. (Frutos do Brasil, 46).

BUSATTO, NICOLA; FARNETI, BRIAN.; TADIELLO, ALICE.; OBERKOFER, VICKY.; CELLINI, ANTONIO.; BIASIOLI, FRANCO.; DELLEDONNE, MASSIMO.; CESTARO, ALESSANDRO.; NOUTSOS, CHRISTOS.; COSTA, FABRIZIO. Wide transcriptional investigation unravel novel insights of the on-tree maturation and postharvest ripening of 'Abate Fetel' pear fruit. **Horticulture Research.** V. 6, 2019.

CHAGAS, E. A.; CAMPO DALL'ORTO, F. A.; OJIMA, M.; BARBOSA, W.; PIO, R. Pear IAC Princesinha: New European Type Cultivar for Subtropical Climate. **Acta Horticulturae**, v. 1, p. 507-510, 2008.

CHAGAS, E. A.; DALL'ORTO, F. A.; OJIMA, M.; BARBOSA, W.; PIO, R. **Pear IAC Princesinha: new European type cultivar for subtropical climate.** In: INTERNATIONAL PEAR SYMPOSIUM, 10. 2007, Alcobaça, Pt.; Peniche: Pt. Proceedings... Alcobaça-PT; Peniche: ISHS, 2007. v. 1, p. 48-48

CHAGAS, E.A.; CHAGAS, P.C.; PIO, R.; BETTIOL NETO, J.E.; SANCHES, J.; CARMO, S.V.; CIA, P.; PASQUAL, M.; CARVALHO, A.S. Produção e atributos de qualidade de



cultivares de macieira nas condições subtropicais da região Leste paulista. **Ciência Rural**, v.42, n.10, p. 1764-1769, 2012.

CHITARRA M. I. F.; CHITARRA A. B. 2005. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. rev. e ampl. Lavras: UFLA. 785p

CORDOVA, K.R.V. **Desidratação osmótica e secagem convectiva de maca Fuji comercial e industrial**. 2006. p.167. Dissertação (Mestrado, Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba/PR, 2006

DALL'ORTO, F. A. C.; OJIMA, M.; BARBOSA, W.; RIGITANO, O.; MARTINS, F. P.; CASTRO, J. L.; SANTOS, R. R.; SABINO, J.C. **Cultivares de pera para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1996. 34p. (Boletim Técnico, 164).

EMBRAPA. **Workshop debate qualidade da manga exportada para os Estados Unidos**. 2015. Disponível em:< <https://www.embrapa.br/busca-de-projetos/-/projeto/201558/avaliacao-do-potencial-de-culturas-alternativas-para-as-areas-irrigadas-do-semiarido-brasileiro>>.

FAORO, I. D.; ORTH, A. I. Comunicação científica qualidade de frutos da pereira-japonesa colhidos em duas regiões de Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n.1, p.308, 2010.

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.

FELICIANO, R.; ANTUNES C.; RAMOS, A.; SERRA, A.; FIGUEIRA, M.; DUARTE, C.; CARVALHO, A.; BRONZE, M. (2010). Characterization of traditional and exotic apple varieties from Portugal. Part 1 – Nutritional, phytochemical and sensory evaluation. **Journal of Functional Foods**, n. 2, p. 35-45, 2010.

FLORES-CANTILLANO, GIRARDI, F. C. L. **Maçã: pós-colheita** / editor técnico César Luis Girardi. – Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho ; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 109 p. ; il.; (Frutas do Brasil; 39).

FIORAVANÇO, J. C.; OLIVEIRA, P. R. D. Produção e importação brasileira de pera no período de 2001 a 2012. **Informações Econômicas**, SP, v. 44, n. 6, nov./dez. 2014.

FIORAVANÇO, J.C. maçã brasileira: da importação à auto-suficiência e exportação - a tecnologia como fator determinante. **Informações Econômicas**, SP, v.39, n.3, p. 56-67, 2009.

FRANCO, P. M. L. **Características físico-químicas, propriedades funcionais e perfil de compostos fenólicos de 17 variedades de maçãs portuguesas**. 299f. 2014. Tese (Doutorado em Qualidade Alimentar) – Universidade Nova de Lisboa, 2014.

Freitas, S.T., Moura, N.R., Ferreira, M.A.R., Silva, D.S., Lopes, P.R.C. **Qualidade pós-colheita e potencial de armazenamento de peras produzidas com diferentes níveis de nitrogênio e potássio no Vale do São Francisco**. In: II Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças, 002. Anais... Ponta Grossa - PR. 2017.

GONÇALVES, C. X. **Variabilidade e compatibilidade de pólen de diferentes genótipos de pereira no Rio Grande do Sul**. Pelotas: UFPEL, 2008. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2008

HIAWASA, K.; NAKANO, N.; HASHIMOTO, A.; MATSUZAKI.; MURAYAMA, H.; INABA, A.; KUBO, Y. European, Chinese and Japanese pear fruits exhibit differential softening characteristics during ripening. **Journal of Experimental Botany**, v.55, n.406, 2004.

HOFFMAN, A.; BERNARDI, J. Aspectos botânicos. In: NACHTIGALL, G. R. (Ed.). Maçã: produção. Brasília, DF: **Embrapa Informação Tecnológica**, 2004. p.17-24.

HORTIFRUTI Brasil -. **Anuário 2017-2018**: Retrospectiva 2017 e Perspectiva 2018, São Paulo, p. 42-43, 2017.

HUMMER, K.; ZEE, F.; STRAUSS, A.; KEITH, L.; NISHIJIMA, W. Evergreen production of Southern highbush blueberries in Hawaii. **Journal of the American Pomological Society**, Pennsylvania, v.61, p.188-195, 2007.

IBRAF. **Instituto Brasileiro de Frutas**. Disponível em <http://www.ibraf.org.br/>. Acesso em dezembro de 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Produção agrícola municipal**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/>>

KALINOWSKA, M; BIELAWSKA, A.; LEWANDOWSKA-SIWKIEWICZ, H.; PRIEBE, W.; LEWANDOWSKI, W. Apples: Content of phenolic compounds vs. variety, part of apple and cultivation model, extraction of phenolic compounds, biological properties. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 84, p.169-188, 2014.

KINGSTON, C. M. Maturity indices for apple and pear. **Horticultural Reviews**, New York, v.13, p.407-432, 1993.

LALLU, N. Fruit growth and development. In: WHITE, A. G.; GRANWELL, D.; DREWITT, B.; HALE, C.; LALLU, N.; MARSH, K.; WALKER, J. **Nashi-Asian pear in New Zealand**. Wellington :Division of Horticulture and Processing, 1990. 85p.

LEITE, D. L.; SOUZA, C. M. de. Polinização. In: NAKASU, B. H.; CENTELHASQUEZADA, A.; HERTER, F. G. **Pera** produção. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. P. 23-28. (Frutos do Brasil, 46)

LEITE, G.B.; PETRI, J.L.; MONDARDO, M. Efeito da tela antigranizo em algumas características dos frutos de macieira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v.24, n. 3, p.714-716, 2002.

LOMBARDI, S. R. B; MORAES, D. M; CAMELATTO, D. Avaliação do crescimento e da maturação pós-colheita de peras da cultivar shinsseiki. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.35, n.12, p.2399-2405, 2000.

LOPES, P. R. C.; OLIVEIRA I. V. de; SARMENTO, D. H. A. **Introdução e produção de fruteiras de clima temperado em regiões tropicais**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 24., 2016, São Luis. Fruticultura: fruteiras nativas e sustentabilidade. São Luis, MA: SBF, 2016.

- LOPES, P. R. C.; OLIVEIRA, I. V. M. **Produção de pera no Vale do São Francisco**. In: reunião técnica da cultura da pereira, 2012, Lages, sc. Produção de pera no Vale do São Francisco. Anais... LAGES: UDESC, 2012. p. 56-65.
- LOPES, P.R.C.; OLIVEIRA, I.V.M.; SILVA, R.R.S.; CAVALCANTE, I.H.L. Caracterização fenológica, frutificação efetiva e produção de maçãs 'Eva' em clima semiárido no Nordeste Brasileiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 4, p. 1277-1283, 2012.
- LUCHI, V.L. Botânica e fisiologia. In: EPAGRI - Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão (Org.). **A cultura da macieira**. Florianópolis, 2006.
- LUNARDI, R.; BRACKMANN, A.; SESTARI, I.; ZANATTA, J.F.; SILVA, J.A.; ROMBALDI, C.V. Suculência e solubilização de pectinas em maçãs 'Gala', armazenadas em atmosfera controlada, em dois níveis de umidade relativa. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.3, p.743-747, 2004
- MIRANDA, J. M. S. CAVALCANTE, Í. H. L.; OLIVEIRA, I. V. M.; LOPES, P. R. C.; ASSIS, J. S. Fruit quality of 'Eva' e 'Princesa' apples grown under nitrogen fertigation in semiarid climate. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v.19, n.10, p. 967–972, 2015.
- NAKASU, B. H.; FAORO, I. D. Cultivares. In: NAKASU, B. H.; QUEZADA, A. C.; HERTER, F. G. **Pera**: produção. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. cap.5, p. 29-36.
- NAKASU, B. H.; HERTER, F. G.; CAMELATTO, D.; REISSER JÚNIOR, C.; FORTES, J. F.; CASTRO, L. A. S. de; RASEIRA, A.; FREIRE, C. J. da S.; BASSO, C. FAORO, I.; PETRI, J. L.; LEITE, G. B.; PEREIRA, J. F. M.; FLORES CANTILLANO, R. F.; VERÍSSIMO, V.; SIMÕES, F. A. **cultura da pera** / Embrapa Clima Temperado. – Brasília, DF : Embrapa Informação Tecnológica, 2007. 11-13 p.: il. – (Coleção Plantar, 58).
- NEVES, L.C.; RODRIGUES, A.C.; VIEITES, R.L. Cloreto de cálcio na póscolheita da maçã frigo armazenada. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.6, n.2, p.120-122, 2000.
- OLIVEIRA, P. R. D. de. Situação atual do melhoramento genético de macieira e pereira no Brasil. In: SEMINARIO INTERNACIONAL DE FRUTALES CADUCIFOLIOS EN EL TROPICO, 2012, Bogotá. **Anais...** Bogotá: Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas, 2012. p. 105-121.
- PASA, M. da S.; FACHINELLO, J. C.; SCHMITZ, J. D.; SOUZA, A. L. K. de; HERTER, F. G. Hábito de frutificação e produção de pereiras sobre diferentes porta-enxertos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 9, p. 998-1005, 2011.
- PETRI, J. L.; ALBUQUERQUE, M. L. **Maçã do Brasil para o mundo**. Anuário Hortifruti 2016.
- PETRI, J. L.; PALLADINI, L. A.; SCHUCK, E.; DUCROQUET, J. P.; MATOS, C. S.; POLA, A. C. **Dormência e indução da brotação de fruteiras de clima temperado**. Florianópolis: EPAGRI, 1996. 110 p. (EPAGRI.BoletimTécnico, 75).

PIRES, T. C. S. P.; DIAS, M. I.; BARROS, L.; ALVES, M. J.; OLIVEIRAS, M. B. P. P.; BUELGA, C. S.; FERREIRA, I. C. F. R. Antioxidant and antimicrobial properties of dried Portuguese apple variety (*Malus domestica* Borkh. cv Bravo de Esmolfe). **Food Chemistry** (2017).

RUFATO, L.; KRETZSCHMAR, A. A.; BOGO, A.; MACHADO, B. D.; MARCON FILHO, J. L.; LUZ, A. R.; MARCHI, T. Vegetative Aspects of European Pear Scions Cultivars in Combination with Quince Roots-tocks in Urupema Santa Catarina State, Brazil. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 909, p. 207-213, 2011.

SANTOS, A. C. B. **Crescimento, maturação e conservação pós-colheita de maçãs cultivares “eva” e “princesa” na região do Submédio São Francisco**. 2013. p. 24. Dissertação (Mestrado, Horticultura Irrigada), Universidade do Estado da Bahia, Juazeiro. 2013.

SAQUET, A.A.; STREIF, J. Respiração e produção de etileno de maçãs armazenadas em diversas concentrações de oxigênio. **Revista Brasileira Agrociência**, local, v.8, n. 1, p.71-75, 2002.

SEIFERT, K. E.; PIO, R.; CELANTE, V. M.; CHAGAS, E. A. Mudanças de pera produzidas por dupla enxertia em marmeleiro utilizando o porta-enxerto ‘Japonês’. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 12, p. 1631- 1635, dez. 2009.

STAMPAR, F.; VEBERIC, R.; ZADRAVEC, P.; HUDINA, M.; USENIK, V.; SOLAR, A.; OSTERC, G. Yield and fruit quality of apples cv. **Jonagold under hail protection nets**. v.67, p. 205-210, 2002.

TESSMER, M.A. **Características anatômicas e físico-químicas de frutos de macieira (*Malus domestica* Borkh) e sua relação com a lenticeloses**. 2009. p. 78. Dissertação (Mestrado, Fisiologia e Bioquímica de Plantas) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba. 2009

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.

VILLALOBOS-ACUÑA, M.; MITCHAM, E. J. Ripening of European pears: The chilling dilemma. **Postharvest Biology and Technology**, v. 28, p. 187-200, 2008

ZONTA, O. **Maçã: Cooperativismo que dá frutos**. 2007. Disponível em:<[todafruta.com.br](http://todafruta.com.br)>

#### 4. CAPÍTULO 1. QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DE GENÓTIPOS DE PERAS PRODUZIDAS NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO E ARMAZENADAS EM AMBIENTE REFRIGERADO

Physico-chemical quality of pear genotypes cultivated in the Brazilian semi-arid region and stored at low temperature

**Thais Barbosa Santos<sup>a</sup>; Paulo Roberto Coelho Lopes<sup>b</sup>, Sérgio Tonetto Freitas<sup>c</sup>**

<sup>a</sup> Laboratório de Fisiologia Pós-colheita – Embrapa Semiárido, Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal, Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Ciências Agrárias, 56300-990, Petrolina, PE, Brasil. E-mail: thaisbarbosa.univasf@gmail.com

<sup>b</sup> Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semiárido, Embrapa Semiárido, 56302-970, Petrolina, PE, Brasil.

<sup>c</sup> Laboratório de Fisiologia Pós-colheita, Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semiárido, Embrapa Semiárido, 56302-970, Petrolina, PE, Brasil. Email: sergio.freitas@embrapa.br

### RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a qualidade físico-química de diferentes genótipos de peras produzidas no Semiárido brasileiro e armazenadas em ambiente refrigerado. Foram utilizadas peras das cultivares Triunfo, Santa Maria e Princesinha adquiridas no campo experimental de Bebedouro da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Semiárido. Os frutos foram colhidos no estágio de maturação recomendado para a colheita comercial que é encaminhado para o Laboratório de Fisiologia Pós-colheita onde foram armazenados por 90 dias a 0°C. De acordo com os resultados obtidos as cultivares Triunfo e Princesinha apresentaram maior teor de sólidos solúveis na colheita, entretanto ao final do armazenamento não houve diferença significativa entre os genótipos avaliados. A cultivar Princesinha apresentou menor valor de ácido málico e conseqüentemente maior relação SS/AT. Princesinha e Triunfo ainda se mantiveram firmes ao final do armazenamento. Este estudo mostra que as cultivares estudadas apresentaram um potencial promissor para serem produzidas nas condições ambientais do Submédio do Vale do São Francisco.

**Palavras-chave:** *Pyrus communis* L, Vale do São Francisco, Pós-colheita

## Introdução

A região Nordeste, mediante a participação dos seus polos irrigados, é a principal região produtora e exportadora de frutas tropicais frescas do Brasil (EMBRAPA, 2015). Essa região, que conta com a irrigação como vetor de desenvolvimento econômico, tem sido capaz de produzir frutos durante todo o ano e de permitir uma diversificação de cultivos.

A pereira pertence à família Rosaceae e ao gênero *Pyrus*, o qual compreende mais de vinte espécies, todas provenientes da Europa e Ásia. A introdução da pereira no Brasil é antiga e existem coleções de cultivares com numerosas inserções, principalmente na Região Sul (CAMELATTO et al., 2003). Os principais estados produtores de peras são o Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná e São Paulo, que produzem, no período de fevereiro a maio volumes insuficientes para abastecer o mercado nacional. Desta forma, a produção de pera no Vale do São Francisco pode suprir as necessidades de regiões mais distantes do Sul do País, produzindo pera em diferentes épocas do ano, reduzindo a necessidade de armazenamento e transporte dos frutos, conseqüentemente aumentando o fornecimento e o consumo de pera a preços mais reduzidos nas regiões mais longínquas.

Pesquisas realizadas na Embrapa Semiárido têm demonstrado que existe a possibilidade de cultivo de espécies de climas subtropical e temperado, com potencial econômico para as áreas irrigadas do Semiárido brasileiro. As condições edafoclimáticas da região têm sido capazes de assegurar o bom desempenho agrônômico de espécies vegetais de várias procedências, como a mangueira, a videira, a figueira, dentre outras. Assim, culturas como a macieira, a pereira, o caqui, dentre outras, estão sendo introduzidas e avaliadas, com o objetivo de encontrar novas opções de cultivo nos perímetros irrigados do Nordeste brasileiro (LOPES, OLIVEIRA 2012).

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade físico-química de diferentes genótipos de peras produzidas no Semiárido brasileiro e armazenadas em ambiente refrigerado.

## Material e Métodos

Foram utilizadas peras das cultivares Triunfo, Santa Maria e Princesinha adquiridas no campo experimental de Bebedouro da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA Semiárido, localizada na cidade de Petrolina (PE), cujas coordenadas

geográficas são: latitude 09°09'S, longitude 40°22'W. O pomar foi implantado em 2008 com espaçamento de plantio de 5,0 x 4,0 m com sistema de irrigação por gotejamento em linhas duplas. Os dados climáticos da região foram coletados na estação meteorológica do local durante o período de crescimento e desenvolvimento dos frutos no pomar.

Os frutos foram colhidos no estágio de maturação recomendado para a colheita comercial (ANTONIOLLI e PASINI, 2016).

Em seguida, os frutos foram encaminhados para o Laboratório de Fisiologia Pós-colheita da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, onde foram selecionados para eliminar frutos com defeitos. Posteriormente, os frutos foram armazenados em câmara refrigerada a 0°C e com umidade relativa de 80-90% por 90 dias.

O trabalho foi um fatorial 3 x 4 (cultivares x tempo de armazenamento) seguindo o delineamento blocos ao acaso com 4 blocos por tratamento e 10 frutos por bloco. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. Os frutos foram avaliados no momento da colheita e aos 30, 60, 90 dias de armazenamento, conforme descrito abaixo.

**Peso de matéria fresca (PMF)**, determinada por pesagem dos frutos individualmente em balança semi-analítica, com resultados expressos em gramas.

**Firmeza da polpa:** Foi determinada com um penetrômetro manual modelo FT 327 (WAGNER INSTRUMENTS, Greenwich, Reino Unido) com ponteira de 11 mm, em dois pontos da zona equatorial dos frutos onde, previamente se retirou uma pequena porção da epiderme. Os resultados foram expressos em Newton (N).

**Sólidos Solúveis (SS):** Determinado por um refratômetro digital portátil modelo PAL-1 (Atago®, São Paulo, Brasil) e expresso em porcentagem.

**Acidez titulável (AT):** determinada em 5 ml de suco diluídos em 50 ml de água destilada titulados em uma solução de NaOH 0,1N até pH 8,1 utilizando um titulador automático modelo Titrino Plus (Metrohm®, São Paulo, Brasil), sendo os resultados expressos em porcentagem de ácido málico.

**Relação SS/AT:** obtida por meio do quociente entre essas duas variáveis.

**Teste amido-iodo:** determinado pela reação do amido com uma solução composta por 5g de iodo metálico e 10g de iodeto de potássio diluídos em 100 ml de água destilada. Os frutos foram cortados na região equatorial e imersos em solução de iodo-iodeto de

potássio por 1 minuto. A intensidade da cor escura, resultante da reação do amido com a solução de iodo-iodeto de potássio foi definida utilizando valores de uma escala de estádios de degradação do amido, Figura 1, variando de 1 a 9. O estágio 1 corresponde a frutos muito verdes (conteúdo máximo de amido), enquanto o estágio 9 corresponde a frutos muito maduros (conteúdo mínimo de amido).



Figura 1. Estádios de degradação do amido (BENDER e EBERT, 1985)

## Resultados e Discussão

De acordo com os resultados obtidos, as cultivares Triunfo e Princesinha apresentaram maior tamanho de frutos, com 156 g e 140 g, respectivamente. A cultivar Santa Maria apresentou peso médio de 98 g. A interação entre os fatores cultivares e tempo de armazenamento não foi significativa para os teores de SS, logo o efeito de cada fator foi comparado separadamente para este parâmetro de qualidade (Tabela 1). As cultivares Triunfo e Princesinha apresentaram maior teor de SS no momento da colheita e durante o armazenamento refrigerado por 90 dias (Tabela 1). O tempo de armazenamento não teve efeito significativo nos teores de SS das diferentes cultivares estudadas (Tabela 1). De acordo com Vilas Boas et al. (2004), os SS são usados como indicadores de maturidade e também determinam a qualidade do fruto, exercendo importante papel no sabor.



Os resultados encontrados no presente trabalho para SS são superiores ao encontrado por Bettioli Neto et al. (2014), que obtiveram uma concentração de 9,17% para a pera Triunfo nas condições subtropicais do leste paulista. O teor de SS pode variar conforme a variedade, o clima e a época da colheita (Bettioli Neto et al., 2014; Feng et al., 2014; Flores-Cantillano e Oteiza, 2003). A elevada radiação solar do Semiárido brasileiro também pode ser um dos fatores que contribuíram para o aumento do teor de SS nos frutos. De modo geral, os teores de SS encontrados para os genótipos de pera no presente trabalho estão de acordo com as especificações para os padrões de comercialização, que devem variar entre 11 e 14% (Flores-Cantillano e Oteiza, 2003).

Tabela 1. Sólidos solúveis em peras Princesinha, Triunfo e Santa Maria produzidas no Submédio do Vale do São Francisco e armazenadas em ambiente refrigerado.

<b>Genótipo</b>	<b>Sólidos Solúveis (%)</b>
Princesinha	12,7 a
Triunfo	12,7 ab
Santa Maria	12,2 b
<b>Tempo de armazenamento (Dias)</b>	<b>Sólidos Solúveis (%)</b>
0	12,7 a
30	12,6 a
60	12,6 a
90	12,3 a
CV (%)	4,5

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre de si de acordo com o teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

A interação entre os fatores cultivares e tempo de armazenamento foi significativa para o parâmetro de qualidade acidez titulável (Tabela 2). Na avaliação realizada na colheita, 30 e 60 dias de armazenamento a cultivar Princesinha apresentou menor acidez titulável (Tabela 2). Aos 90 dias não houve diferença significativa entre os genótipos para acidez titulável (Tabela 2). Ao longo do armazenamento a acidez titulável diminuiu, possivelmente devido à degradação de ácidos orgânicos no processo respiratório (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Esse comportamento também foi observado por Silva (2015) que verificou redução da acidez titulável em peras da cultivar Princesinha durante o armazenamento, no qual, inicialmente, o fruto tinha 0,23% de ácido málico e, ao final do armazenamento, apresentava 0,16%.

Tabela 2. Acidez titulável (% ácido málico) em peras Princesinha, Triunfo e Santa Maria produzidas no Submédio do Vale do São Francisco e armazenadas em ambiente refrigerado.

Genótipo	Acidez Titulável (% de ácido málico)			
	Tempo de Armazenamento (Dias)			
	0	30	60	90
Triunfo	0,16 aA	0,14 bA	0,10 abB	0,11 bB
Santa Maria	0,18 aA	0,18 aA	0,12 aB	0,14 bB
Princesinha	0,12 bA	0,08 cB	0,10 bAB	0,08 bB
Média Geral:0,12		CV: 12,0%		

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula nas linhas, não diferem estatisticamente entre de si de acordo com o teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

A interação entre os fatores cultivares e tempo de armazenamento foi significativa para o parâmetro de qualidade SS/AT (Tabela 3). À medida que a acidez nas peras foi diminuindo e, os SS, aumentando, aumentando assim a relação SS/AT (Tabela 3). Na colheita e aos 60 dias de armazenamento, as cultivares Princesinha e Triunfo apresentaram maior relação SS/AT (Tabela 3). A relação SS/AT é um índice que indica o estágio de maturação e o sabor de peras e esse parâmetro pode sofrer influência de atributos climáticos, como a luminosidade, temperatura, assim como do conteúdo de água no solo (Coutinho et al., 2003; Chitarra e Chitarra, 2005; Oliveira et al. 2017). De acordo com Silva (2015), o aumento da relação SS/AT tem forte influência na qualidade de consumo do fruto; à medida que ele aumenta, melhora o sabor, tornando o fruto menos ácido e mais doce. Segundo Chitarra e Chitarra (2005), os SS e a acidez titulável são importantes características de qualidade do sabor desde que se mantenha um bom equilíbrio açúcar/ácido.

Tabela 3. Relação SS/AT em peras Princesinha, Triunfo e Santa Maria produzidas no Submédio do Vale do São Francisco e armazenadas em ambiente refrigerado.

Genótipo	SS/AT			
	Tempo de Armazenamento (Dias)			
	0	30	60	90
Triunfo	80,4 abC	92,5 bBC	120,3 aA	116,8 bAB
Santa Maria	64,7 bC	69,3 cBC	97,2 bA	91,3 cAB
Princesinha	102,8 aB	148,8 aA	133,1 aA	152,8 aA
Média Geral:106,0		CV: 2,00%		

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula nas linhas, não diferem estatisticamente entre de si de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A interação entre os fatores cultivares e tempo de armazenamento foi significativa para o parâmetro de qualidade firmeza (Tabela 4). Em relação à firmeza de polpa, não houve diferença significativa entre os genótipos na colheita (Tabela 4). Aos 30, 60 e 90

dias de armazenamento, as cultivares Princesinha e Triunfo apresentaram maior firmeza de polpa (Tabela 4). Aos 90 dias, a cultivar Princesinha obteve maior firmeza de polpa, comparada com os demais genótipos (Tabela 4). Segundo Chagas et al. (2008) os frutos da cultivar Princesinha tem polpa firme, meio granulada e succulenta, de sabor doce-acidulado e agradável. Para as cultivares europeias, os valores de firmeza de polpa, no momento da colheita, podem variar entre 40N a 103N (FLORES-CANTILHANO et al., 2003).

A perda de firmeza está associada às atividades enzimáticas relacionadas à degradação de polisacarídeos da parede celular durante o amadurecimento (MOHAPATRA et al., 2010). A atividade dessas enzimas promove, principalmente, a solubilização das substâncias pécticas que leva ao amaciamento dos frutos (KAYS, 1991). A evidente relação entre a firmeza da polpa e o grau de maturação do produto justifica o uso desta variável como um critério para determinar o índice de colheita, ou para monitorar a maturação dos produtos durante o armazenamento (DeELL et al., 2001). Vale ressaltar que é possível, ainda, por meio de estudos futuros determinar o tempo de condicionamento a frio para as cultivares estudadas, uma vez que, os frutos ainda se mantiveram firmes ao final do armazenamento.

Tabela 4. Firmeza de polpa (N) de peras Princesinha, Triunfo e Santa Maria produzidas no Submédio do Vale do São Francisco e armazenadas em ambiente refrigerado.

Genótipo	Firmeza de polpa (N)			
	Tempo de Armazenamento (Dias)			
	0	30	60	90
Triunfo	46,3 aA	46,2 aA	40,3 a AB	52,7 aB
Santa Maria	34,8 aAB	38,1 bA	29,0 bB	29,2 bB
Princesinha	52,5 aA	52,7 aA	42,1 aB	52,7 aA
	Média Geral: 41,63		CV: 9,44%	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula nas linhas, não diferem estatisticamente entre de si de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A interação entre os fatores cultivares e tempo de armazenamento foi significativa para o parâmetro de qualidade teor de amido (Tabela 5). O teor de amido é um indicador importante para determinar o estágio de maturação da pera, pois, na fase inicial do crescimento a fruta acumula amido formando uma reserva que começa a ser hidrolisada a partir da fase 2 até o final do crescimento e a partir da maturação fisiológica até o final do amadurecimento (SILVA, 2015). Os genótipos avaliados apresentaram valor médio de 6,3

na análise inicial ou seja, tinham um maior teor de amido. E ao que a longo do armazenamento houve degradação de amido evidenciada pela diminuição da coloração escura da polpa resultante da reação amido-iodo observada na escala de cores e pelo aumento gradativo dos valores das notas em torno de 8,5.

Pelo índice iodo-amido foi possível observar o progresso do amadurecimento dos frutos, pois quanto maior a nota atribuída menor o teor de amido, indicando o avanço na maturação.

Tabela 5. Índice iodo-amido de peras Princesinha, Triunfo e Santa Maria produzidas no Submédio do Vale do São Francisco e armazenadas em ambiente refrigerado.

Genótipo	Iodo-Amido (1-9)			
	Tempo de Armazenamento (Dias)			
	0	30	60	90
Triunfo	5,7 bC	7,7 aB	8,2 aAB	9,0 aA
Santa Maria	5,7 bB	7,5 aA	8,5 aB	7,5 bA
Princesinha	7,5 aA	8,2 aA	8,2 aA	8,5 abA
Média Geral: 7,45		CV: 8,33%		

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula nas linhas, não diferem estatisticamente entre de si de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## Conclusão

- ✓ Peras das cultivares Triunfo, Princesinha e Santa Maria produzidas no Submédio do Vale do São Francisco apresentaram qualidade físico-química adequada para o consumo *in natura*.
- ✓ As peras das cultivares Princesinha e Triunfo obtiveram maior relação SS/AT, assim como a Princesinha maior firmeza de polpa entre os genótipos avaliados.
- ✓ Ao final do armazenamento os frutos ainda se mantiveram firmes, mostrando potencial para longo armazenamento, quando necessário.
- ✓ Este estudo mostra que as cultivares estudadas apresentam um potencial promissor para serem produzidas nas condições ambientais do Submédio do Vale do São Francisco.

## Referências

- ANTONIOLLI, L. R.; PASINI, J. **Pera** : o produtor pergunta, a Embrapa responde / João Caetano Fioravanço, Lucimara Rogéria Antoniolli, editores técnicos. – Brasília, DF : Embrapa, 2016 p 190.
- BENDER, R. J.; EBERT, A. **Determinação do ponto de colheita de cultivares de macieira**: reste iodoamido. Florianópolis: EMPASC, 1985. 6p.
- BETTIOL NETO, J. E; CHAGAS, E. A.; SANCHES, J.; PIO, R.; ANTONIALI, S.; CIA, P. Produção e qualidade pós-colheita de cultivares de pereira nas condições subtropicais da região leste paulista. **Ciência Rural**, 44 (10): 1740-1746, 2014.
- CAMELATTO, D.; NACHTIGALL, G. R.; ARRUDA, J. J. P.; HERTER, F. G. Efeito de flutuações de temperatura, horas de frio hiberna e reguladores de crescimento no abortamento de gemas florais de pereiras. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 22, n. 1, p. 111-117, 2003.
- CHAGAS, E. A.; CAMPO DALL'ORTO, F. A.; OJIMA, M.; BARBOSA, W.; PIO, R. Pear IAC Princesinha: New European Type Cultivar for Subtropical Climate. **Acta Horticulturae**, v. 1, p. 507-510, 2008.
- COUTINHO, E.F et al. Qualidade pós-colheita da pera (*Pyrus communis*L.) cultivar Carrick submetida a diferentes condições de armazenamento. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 25(3): 417-420, 2003.
- CHITARRA, M. I. F; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2ª edição. Lavras: FAEPE, 2005. p. 783.
- DeELL, J. R.; KHANIZADEH, S.; SAAD, F.; FERREE, D. C. Factors affecting apple fruit firmness – a review. **Journal of the American Pomological Society**, v. 55, p. 8-27, 2001
- EMBRAPA. **Workshop debate qualidade da manga exportada para os Estados Unidos**. 2015. Disponível em: <https://www.embrapa.br/web/portal/busca-de-noticias/-/noticia/3782408/workshop-debate-qualidade-da-manga-exportada-para-os-estados-unidos>. Acessado em: 03.out.2017.
- FENG, F. et al. Effects of location within the tree canopy on carbohydrates, organic acids, amino acids and phenolic compounds in the fruit peel and flesh from three apple (*Malus x domestica*) cultivars. **Horticulture Research**, 1(14019), 2014.
- FLORES-CANTILHANO, F.; OTEÍZA, E.; LAGOS, L. L. Fisiologia e manejo pós-colheita. In: FLORES-CANTILHANO, F. (org.). **Pera: pós-colheita**. Brasília: Embrapa Comunicação para transferência de tecnologia. 2003. P. 12-35 (Frutas do Brasil, 48).
- KAYS, J. S. **Postharvest physiology of perishables plant products**. New York: AVI., 1991. 543p.

LOPES, P. R. C. ; OLIVEIRA, I. V. M. Produção de pera no Vale do São Francisco. In: REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DA PEREIRA, 2012, LAGES, SC. PRODUÇÃO DE PERA NO VALE DO SÃO FRANCISCO. **Anais...** LAGES: UDESC, 2012. p. 56-65.

LOPES, P. R. C. ; OLIVEIRA, I. V. M. Possibilidades de cultivo de novas fruteiras no Nordeste: maçã, pera, caqui e cacau. In: SEMANA INTERNACIONAL DA FRUTICULTURA E AGROINDÚSTRIA, 18., 2011, FORTALEZA. **Anais...** Fortaleza: Instituto Frutal, 2011.

MOHAPATRA, D.; MISHRA, S.; SINGH, C.B.; JAYAS, D.S. Post-harvest processing of banana: opportunities and challenges. **Food Bioprocess Technology**, v.4, p.327-339, 2010. DOI: 10.1007/s11947-010-0377-6.

OLIVEIRA, C. P. M. et al. Quality of irrigated apples in the Semiarid region of the Northeast of Brazil. **Revista Caatinga**, 30(3): 760-767, 2017.

SILVA, F. M. **Determinação do ponto de colheita e conservação pós-colheita de peras cv. Princesinha, produzidas no Semiárido brasileiro.** Dissertação (Mestrado em Horticultura Irrigada ) - UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA, Juazeiro, 2015.

VILAS BOAS, B. M.; NUNES, E. E.; FIORINI, F. V. A.; LIMA, L. C. de O.; VILAS BOAS, E. V. de B.; COELHO, A. H. R. Avaliação da qualidade de mangas 'Tommy Atkins' minimamente processadas. **Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal**, v. 26, n. 3, p. 540-543, 2004.

## 5. CAPÍTULO 2. QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DE MAÇÃS PRODUZIDAS NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO E ARMazenADAS EM AMBIENTE REFRIGERADO

**Thais Barbosa Santos<sup>a</sup>; Paulo Roberto Coelho Lopes<sup>b</sup>, Sérgio Tonetto Freitas<sup>c</sup>**

<sup>a</sup> Laboratório de Fisiologia Pós-colheita – Embrapa Semiárido, Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal, Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Ciências Agrárias, 56300-990, Petrolina, PE, Brasil. E-mail: thaisbarbosa.univasf@gmail.com

<sup>b</sup> Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semiárido, Embrapa Semiárido, 56302-970, Petrolina, PE, Brasil.

<sup>c</sup> Laboratório de Fisiologia Pós-colheita, Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semiárido, Embrapa Semiárido, 56302-970, Petrolina, PE, Brasil. Email: sergio.freitas@embrapa.br

### RESUMO

A cultura da macieira vem sendo introduzida no Vale do São Francisco, região conhecida pela produção de frutos em diferentes épocas do ano, bem como condições ambientais favoráveis. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade físico-química de diferentes genótipos de maçãs produzidas no semiárido brasileiro e armazenadas em ambiente refrigerado. Os genótipos de maçã Julieta, Princesa, Monalisa, e seleções M-11\92, M-13\91, M-21\08 e M-141\38 foram produzidos sob condições de irrigação no Campo Experimental da Embrapa Semiárido e foram avaliados na colheita, aos 30, 60 e 90 dias de armazenamento a 0°C. De acordo com os resultados obtidos, o teor de sólidos solúveis variou de 12,5 a 14,5 entre os genótipos estudados desde a colheita até 90 dias de armazenamento refrigerado. A maior acidez titulável foi observada no genótipo M-11\92 e a menor no genótipo Princesa no momento da colheita e durante o armazenamento. A maior relação sólidos solúveis/acidez titulável e a menor firmeza de polpa foram observadas no genótipo Julieta na colheita e durante o armazenamento refrigerado. Considerando a amplitude das variações observadas nos parâmetros de qualidade, pode-se concluir que as variedades estudadas apresentam potencial para serem produzidas no Submédio do Vale do São Francisco.

**Palavras-chave:** *Malus Domestica*, cultivos alternativos, pós-Colheita.

## Introdução

A macieira é uma das culturas mais cultivadas e economicamente importantes de todo o mundo (SILVA et al., 2017). Segundo dados da Secretaria de Política Agrícola do Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2013), o Brasil se classifica como nono maior produtor mundial de maçãs, com maior produção na região Sul do país devido à característica de clima temperado.

A produção brasileira de maçã expandiu-se significativamente nas últimas duas décadas. Além da tradição de mais de 30 anos no cultivo comercial da cultura, fatores como o desenvolvimento de novas cultivares, regiões com condições climáticas favoráveis, bem como preocupações com produtividade, infraestrutura de embalagem e conservação, transformaram o Brasil em um grande produtor mundial (BITTENCOURT et al., 2011).

No Brasil, a produção de maçã se destaca nas regiões de maior altitude (acima de mil metros) no Sul do País. Típica de clima temperado e contando com adaptações tecnológicas, a macieira encontrou nessa região as condições adequadas para o seu desenvolvimento (Kist et al., 2016). Entretanto, resultados obtidos com esta cultura na região semiárida são animadores devido à produtividade e a qualidade dos frutos. Desta forma, a produção de maçãs no semiárido poderá suprir as necessidades de regiões mais distantes do Sul do país, produzindo maçãs em diferentes épocas do ano, reduzindo a necessidade de armazenamento e transporte dos frutos.

A região Nordeste é a principal região produtora e exportadora de frutas tropicais frescas do Brasil (EMBRAPA, 2015). Essa região, que conta com a irrigação como uma das principais tecnologias que propiciam o desenvolvimento econômico, tem sido capaz de produzir frutos durante todo o ano e de permitir a diversificação de cultivos.

As condições edafoclimáticas do Vale do São Francisco têm assegurado um bom desempenho agrônomo de várias espécies como a mangueira, a videira, a figueira, dentre outras. Culturas como a macieira, a pereira, o caqui estão sendo introduzidas e avaliadas na região com o objetivo de encontrar novas opções de cultivo nos perímetros irrigados do Nordeste brasileiro (LOPES; OLIVEIRA 2012).

A cultura da macieira é extremamente sensível às variações climáticas, sendo a qualidade e a durabilidade dos frutos, tanto no armazenamento quanto nos pontos de venda, influenciadas pelas condições meteorológicas sob as quais se desenvolveram (FIORAVANÇO et al., 2012). Neste contexto, as condições ambientais do Vale do São Francisco podem alterar a atividade metabólica e influenciar no desenvolvimento de



distúrbios fisiológicos nos frutos. Fatores ambientais como alta radiação solar e temperatura do ar, juntamente com baixa umidade relativa podem resultar no aparecimento de diversos distúrbios fisiológicos, reduzindo a qualidade dos frutos para o consumo (FREITAS; MITCHAM, 2016).

Dessa forma, o objetivo deste estudo foi avaliar a qualidade físico-química de diferentes genótipos de maçãs produzidas no semiárido brasileiro e armazenadas em ambiente refrigerado.

## Material e Métodos

Foram utilizadas maçãs das cultivares Princesa, Julieta, Monalisa, seleções M-11/92, M-13/91, M-141/38 e M-21/08, adquiridos no campo experimental de Bebedouro da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Semiárido, localizada na cidade de Petrolina (PE), cujas coordenadas geográficas são: latitude 09°09'S, longitude 40°22'W. 1. O pomar foi implantado em 2012 com espaçamento de plantio de 4,0 x 1,0 m e sistema de irrigação por gotejamento em linhas duplas, com irrigação realizada diariamente. Os dados climáticos da região foram coletados na estação meteorológica do local durante o período de crescimento e desenvolvimento dos frutos no pomar, conforme apresentados na Figura 1.

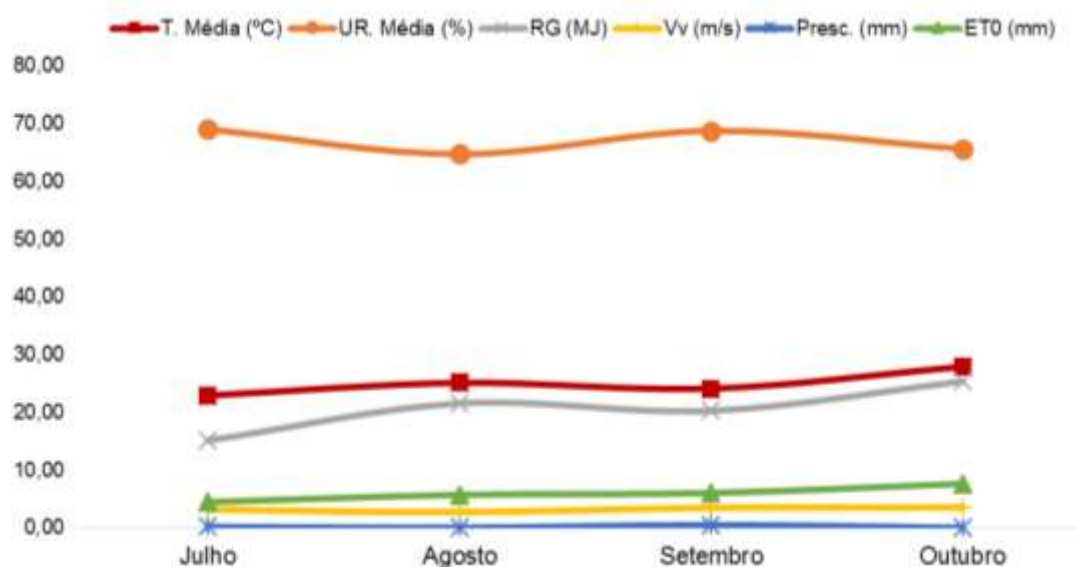


Figura 1. Temperatura média (T. média), umidade relativa média (UR. Média), radiação solar (RG), velocidade do vento (Vv), precipitação média (Prec) e evapotranspiração de referência (ET0) julho à agosto de 2017 na estação meteorológica do Bebedouro, em Petrolina-PE.

A adubação das plantas foi realizada com fertilizantes comerciais à base de nitrogênio, nitrato de cálcio, sulfato de amônio, sulfato de potássio, sulfato de magnésio, sulfato de zinco e ácido bórico, distribuídos. O florescimento foi induzido com cianamida hidrogenada para a quebra da dormência.

Os frutos foram colhidos no estágio de maturação recomendado para a colheita comercial (GIRARDI e BENDER, 2003) Em seguida, os frutos foram encaminhados para o Laboratório de Fisiologia Pós-colheita da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, onde foram selecionados para eliminar frutos com defeitos. Posteriormente foram armazenados em câmara refrigerada a 0°C e com umidade relativa de 80-90% por 90 dias. O delineamento experimental foi e blocos ao acaso. As avaliações foram realizadas em 4 repetições e cada repetição composta por 10 frutos, no momento da colheita e aos 30, 60, 90 dias de armazenamento, conforme descrito abaixo.

**Firmeza da polpa:** Foi determinada com um penetrômetro manual (Modelo Wagner Modelo FT 327) com ponteira de 11 mm, em dois pontos da zona equatorial dos frutos onde, previamente se retirou uma pequena porção da epiderme. Os resultados forma expressos em Newton (N).

**Sólidos Solúveis (SS):** Determinado por um refratômetro digital portátil modelo PAL-1 (Atago®, São Paulo, Brasil) e expresso em porcentagem.

**Acidez titulável (AT):** determinada em 5 ml de suco diluídos em 50 ml de água destilada titulados em uma solução de NaOH 0,1N até pH 8,1 utilizando um titulador automático modelo Titrino Plus (Metrohm®, São Paulo, Brasil), sendo os resultados expressos em porcentagem de ácido málico.

**Relação SS/AT:** obtida por meio do quociente entre essas duas variáveis.

**Diâmetro:** Determinados com auxílio de um paquímetro digital com resultados expressos em milímetro (mm).

**Índice de queimadura por sol:** Foi avaliado em uma escala de 0 a 4, onde 0 indica fruto sem sintomas de queimadura e 4, fruto com sintomas severos de queimadura de sol em dois anos de produção, 2016 e 2017. (FREITAS et al., 2017; Figura 1).



**Figura 1.** Índice para queimadura de sol em maçãs produzidas em condições semiáridas no Vale do São Francisco. Frutos nas linhas superior e inferior mostram sintomas mais e menos severos, respectivamente, dentro de cada índice de queimadura (FREITAS et al., 2017).

## Resultados e Discussão

De acordo com os resultados obtidos (Tabela 1), os genótipos Julieta e M-11/92 apresentaram maior índice de queimadura de sol no ano de 2017. Enquanto, os genótipos que apresentaram os maiores índices no ano anterior foram, Julieta, Princesa e Monalisa. Em ambos os anos, os genótipos M-141/38, M-13/91 e M-21/08 apresentaram menores índices de queimadura do sol. Isso deve-se possivelmente ao maior crescimento vegetativo observado neste últimos genótipos, o que provavelmente resultou em uma maior proteção para os frutos a incidência de radiação solar (FREITAS, 2017).

Tabela 1. Índice de queimadura de sol (QS), número de frutos por planta, e diâmetro de fruto de genótipos de maçãs produzidas no Vale do São Francisco.

<b>Ano 2016</b>			
Genótipo	QS(-0-4)	Frutos/planta (número)	Diâmetro (mm)
Julieta	<b>1,41 ab</b>	14,2 c	<b>50,7 a</b>
Princesa	<b>1,78 a</b>	40,7 bc	<b>52,6 a</b>
Monalisa	<b>2,00 a</b>	16,2 c	40,4 c
M- 141/38	0,50 c	39,7 bc	<b>50,2 a</b>
M- 13/91	0,84 bc	<b>62,0 a</b>	<b>53,2 a</b>
M- 11/92	0,54 c	48,2 bc	43,2 c
M- 21/08	0,30 c	<b>95,5 a</b>	46,8 b
<b>Ano 2017</b>			
Genótipo	QS(-0-4)	Frutos/planta (número)	Diâmetro (mm)
Julieta	<b>1,73 a</b>	<b>124 ab</b>	48,2 bc
Princesa	0,70 c	<b>117,5 ab</b>	52,0 b
Monalisa	0,90 bc	13,7 b	43,0 c
M- 141/38	0,51 c	15,5 b	48,9 bc
M- 13/91	0,46 c	<b>240,7 a</b>	<b>64,0 a</b>
M- 11/92	<b>1,55 ab</b>	98,7 b	48,4 bc

M- 21/08	0,40 c	43,2 b	44,7 c
----------	--------	--------	--------

\*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan a 5%.

A interação entre os fatores cultivares e tempo de armazenamento não foi significativa para o parâmetro de qualidade SS. Desta forma foi analisado o efeito dos fatores isoladamente (Tabela 2).

Tabela 2. Sólidos solúveis em maçã produzidas no Submédio do Vale do São Francisco e armazenadas em ambiente refrigerado.

Tempo de armazenamento (Dias)	Sólidos Solúveis (%)
0	13,6 a
30	13,7 a
60	13,6 a
90	13,7 a
CV (%)	3,3

\*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5%.

O genótipo M-13\91 apresentou maior teor de SS (Figura 1). De acordo com Vilas Boas et al. (2004), os SS são usados como indicadores de maturidade e também determinam a qualidade do fruto, exercendo importante papel no sabor. Logo, altos teores de SS são desejáveis para uma maior qualidade de consumo dos frutos. Apesar dos SS ser altamente dependente do genótipo, Reginnato et al., (2018) avaliando maçã da cultivar 'Fuji' encontrou valores entre 10,4 e 13,5% valores inferiores aos genótipos em estudo. Pode-se justificar esse fato devido à alta radiação solar da região do Vale do São Francisco, no qual influencia diretamente no acúmulo de sólidos solúveis pelos frutos. Pois a radiação é um dos fatores mais importantes na produção e no acúmulo de açúcar dos frutos de maçã, pois influencia na síntese de fotoassimilados durante a fotossíntese, gerando aumento no teor de SS (RIZZON et al., 2005).

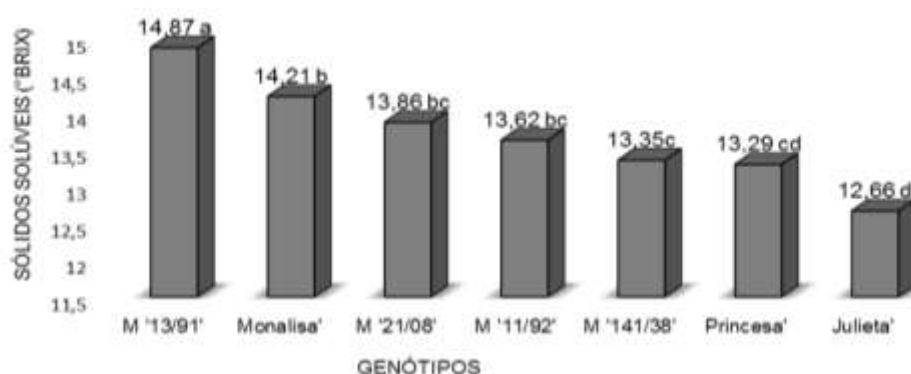


Figura 1. Sólidos solúveis de genótipos de maçã cultivadas no Semiárido Brasileiro. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si de acordo com o teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

A interação entre os fatores cultivares e tempo de armazenamento não foi significativa para o parâmetro de qualidade acidez titulável. Desta forma foi analisado o efeito dos fatores isoladamente (Tabela 3).

Tabela 3. Acidez titulável em maçã produzidas no Submédio do Vale do São Francisco e armazenadas em ambiente refrigerado.

Tempo de armazenamento (Dias)	Acidez Titulável (%)
0	0,49 a
30	0,65 a
60	0,49 a
90	0,43 a
CV (%)	2,3

\*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5%.

A menor acidez titulável foi observada nos genótipos Julieta e M-141/38 (Figura 2), sugerindo uma melhor manutenção da qualidade dos frutos deste genótipo após a colheita. É possível identificar uma diminuição nos valores de AT dos frutos durante o armazenamento, processo conhecido devido à degradação de ácidos por oxidação no processo respiratório no ciclo de Krebs (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

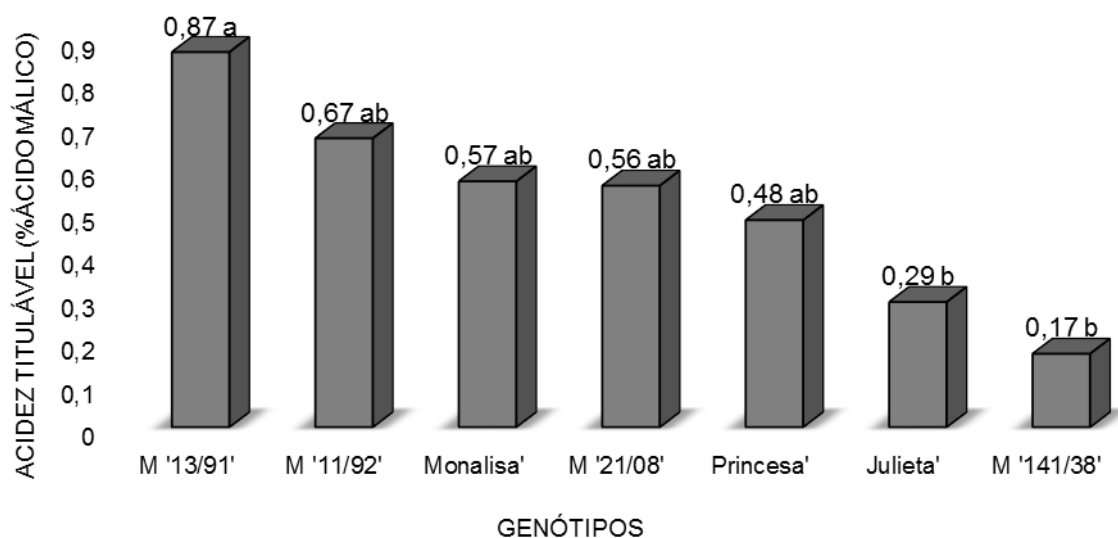


Figura 2. Teor de acidez de genótipos de maçã cultivadas no Semiárido Brasileiro. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si de acordo com o teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

A relação SS/AT é considerada uma das formas mais práticas para avaliação do sabor dos frutos sendo a acidez decisiva nesse ponto, pois se estiver alta a relação SS/AT diminui. Dessa forma, o genótipo M 141/38 obteve maior relação SS/AT, uma vez que apresentou menor acidez (Figura 3). A medida que a AT diminui e os SS aumenta, a relação SS/AT aumenta. De acordo com SILVA (2015), o aumento da relação SS/AT tem forte influência na qualidade de consumo do fruto, pois à medida que ele aumenta, melhora o sabor, tornando o fruto menos ácido e mais doce. Segundo Chitarra e Chitarra (2005), os SS e AT são importantes características de qualidade do sabor desde que se mantenha um bom equilíbrio açúcar/ácido.

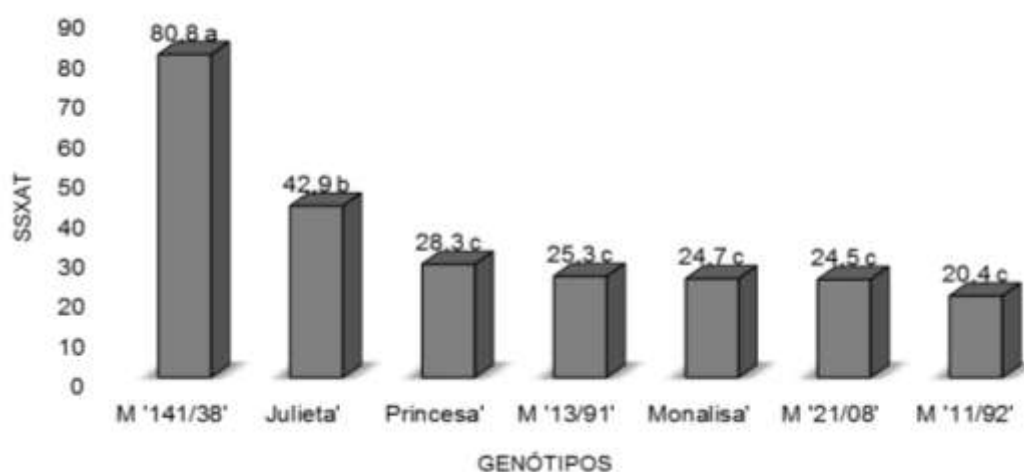


Figura 3. Relação SS/AT de genótipos de maçã cultivadas no Semiárido Brasileiro. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si de acordo com o teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Em relação à firmeza de polpa dos frutos, o genótipo Princesa, apresentou maior valor de firmeza. Esses valores são superiores ao encontrado por Sanches et al. (2010) quando avaliaram a cultivar Eva na região leste Paulista e encontraram valores de 51 N na maturação. Estes resultados indicam um menor potencial de armazenamento de maçãs Princesa em relação aos outros genótipos devido a baixa resistência da polpa dos frutos (DeELL et al., 2001). A firmeza da polpa é característica marcante na cultivar Princesa, o que lhe confere frutos com polpa firme e crocante, sendo muito importante tanto para a conservação quanto para o paladar da maioria dos consumidores. Uma vez que o limite mínimo de firmeza de polpa indicada para o consumo varia com a preferência dos consumidores. De acordo com Harker et al. (2008) frutos com níveis de firmeza

inferiores 53,4 N há redução da suculência, crocância e aumento da incidência de polpa farinácea, as quais são características que interfere na qualidade e preferência dos consumidores. Para armazenamento dos frutos, indica-se o limite mínimo de firmeza de polpa de 50N, afim de evitar riscos de danos às maçãs durante a comercialização (BENDER; LUNARDI, 2001). Nesse sentido os genótipos avaliados neste trabalho apresentam potencial para armazenamento e transporte a longas distancias.

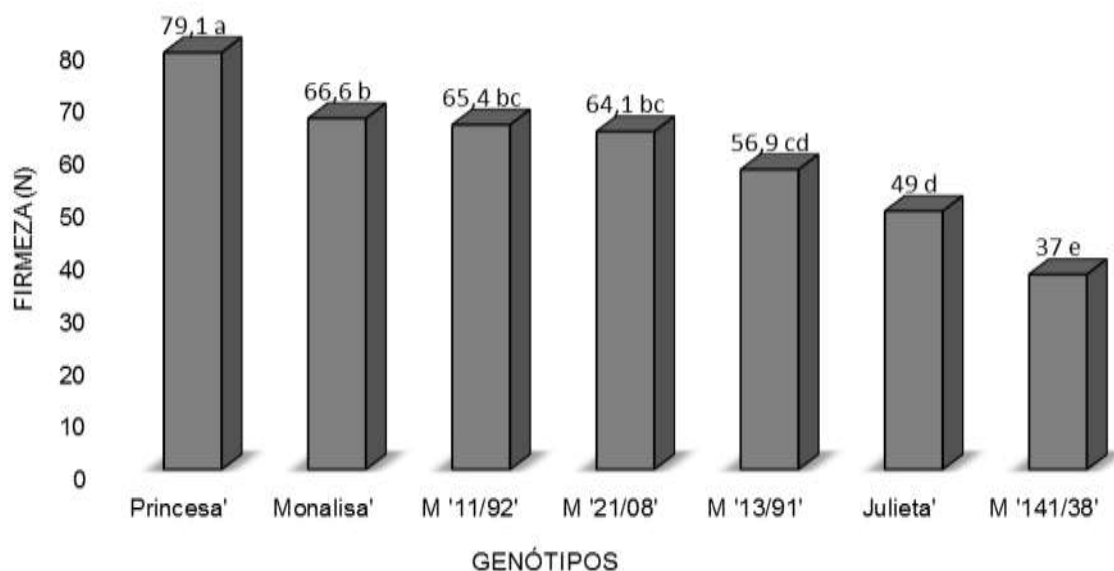


Figura 4. Firmeza (N) de genótipos de maçã cultivadas no Semiárido Brasileiro. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si de acordo com o teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

## Conclusão

- ✓ Os genótipos M-141/38, M-13/91 e M-21/08 apresentaram menor índice de queimadura do sol nas duas safras avaliadas. O genótipo 'M-13/91' apresentou alto número de frutos por planta e maior diâmetro médio de frutos em ambas as safras avaliadas.
- ✓ A interação entre os fatores cultivares e tempo de armazenamento não foi significativa para os parâmetros de qualidade estudada.
- ✓ A cultivar M-13/91 apresentou a maior relação SS/AT e a menor acidez titulável.
- ✓ De maneira geral os genótipos estudados apresentam características físico-químicas que indicam um alto potencial para a produção no Submédio do Vale do São Francisco.

## Referências Bibliográficas

- BITTENCOURT, C. C.; MATTEI, L. F.; SANT'ANNA, P. R.; LONGO, O. C.; BARONE, F. M. A cadeia produtiva da maçã em Santa Catarina: competitividade segundo produção e *packing house*. **Rev. Adm. Pública**, v.45, n.4, 2011.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2a edição. Lavras: FAEPE, 2005. p. 783.
- DeELL, J. R.; KHANIZADEH, S.; SAAD, F.; FERREE, D. C. Factors affecting apple fruit firmness – a review. **Journal of the American Pomological Society**, v.55, p.8-27, 2001.
- EMBRAPA. **Workshop debate qualidade da manga exportada para os Estados Unidos**. 2015.
- FREITAS, S. T.; MITCHAM, E. J. Calcium deficiency disorders in plants. In: Postharvest ripening physiology of crops. **CRC Press**, New York, p.477-512, 2016.
- FREITAS, S. T.; MOURA, N. R.; FERREIRA, M. A. R.; SILVA, D. S.; LOPES, P. R. C. 2017. **Incidência de distúrbios fisiológicos e qualidade pós-colheita de maçãs produzidas no Vale do São Francisco**. In: II Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças, 002. Anais... Ponta Grossa - PR.
- GIRARDI, C.; BENDER, R. J. **Produção Integrada de Maçãs no Brasil. Colheita e Pós-Colheita**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2003. 12 p.
- KIST, B. B. et al. **Anuário Brasileiro da maçã 2016**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2016. 64 p.
- LOPES, P. R. C.; OLIVEIRA, I. V. M. **Produção de pera no Vale do São Francisco**. In: reunião técnica da cultura da pereira, 2012, Lages, sc. Produção de pera no Vale do São Francisco. Anais... LAGES: UDESC, 2012. p. 56-65.
- MAPA - MINISTERIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Cenário da cadeia produtiva da maçã**. Vol. 54, Secretaria de Política Agrícola, março de 2013. Disponível em: <[http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politica-agricola/arquivos-de-estatisticas/informativo\\_-\\_maca\\_2013\\_-2-1.pdf](http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politica-agricola/arquivos-de-estatisticas/informativo_-_maca_2013_-2-1.pdf)>.
- REGINATTO, A.; ZANDONÁ, K.; LOLATO, M.; KLEIN, C. QUALIDADE E CONSERVAÇÃO DA MAÇÃ (CULTIVAR FUJI) EM PÓS-COLHEITA. **Anuário Pesquisa e Extensão Unoesc São Miguel do Oeste**, v. 3, p. e17458, 12 jun. 2018.
- RIZZON, L.A. Teor de cátions dos vinhos da Serra Gaúcha. In: Simpósio internacional vinho e saúde, 2005, Bento Gonçalves. **Vinho e saúde: vinho como alimento natural**. Bento Gonçalves: IBRAVIN, 2005.
- SANCHES, J.; CIA, P.; ANTONIALI, S.; BETTIOL NETO, J.E.; PIO, R.; CHAGAS, E. A. Qualidade físico-química de cultivares de macieira na região Leste paulista. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 21, 2010, Natal. Frutas: saúde, inovação e responsabilidade: **anais**. Natal: SBF, 2010.



SILVA, F. M. **Determinação do ponto de colheita e conservação pós-colheita de peras cv. Princesinha, produzidas no Semiárido brasileiro.** Dissertação (Mestrado em Horticultura Irrigada ) - UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA, Juazeiro, 2015.

SILVA, B. E. D.; OLIVERIA, T. M.; PINTO, E. G.; BARBOSA, T. A.; SOARES, D. S. B. Effect of different coatings on enzymatic darkness in apple. **Revista agrarian**, v.10, n.38, p.55-362, 2017.

VILAS BOAS, B. M.; NUNES, E. E.; FIORINI, F. V. A.; LIMA, L. C. O.; VILAS BOAS, E. V. B.; COELHO, A. H. R. Avaliação da qualidade de mangas 'Tommy Atkins' minimamente processadas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.26, p.540-543, 2004.

.

## 6. CAPÍTULO 3. EFEITO DE TELA SOMBRITE NA INCIDÊNCIA DE QUEIMADURA DE SOL E QUALIDADE DE MAÇÃS PRODUZIDAS NO SERTÃO DO SÃO FRANCISCO

**Thais Barbosa Santos<sup>a</sup>; Paulo Roberto Coelho Lopes<sup>b</sup>, Saulo de Tarso Aidar<sup>b</sup>, Sérgio Tonetto Freitas<sup>c</sup>**

<sup>a</sup> Laboratório de Fisiologia Pós-colheita – Embrapa Semiárido, Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal, Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Ciências Agrárias, 56300-990, Petrolina, PE, Brasil. E-mail: thaisbarbosa.univasf@gmail.com

<sup>b</sup> Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semiárido, Embrapa Semiárido, 56302-970, Petrolina, PE, Brasil.

<sup>c</sup> Laboratório de Fisiologia Pós-colheita, Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semiárido, Embrapa Semiárido, 56302-970, Petrolina, PE, Brasil. Email: sergio.freitas@embrapa.br

### RESUMO

A cultura da macieira é extremamente sensível às variações climáticas, sendo a qualidade e a durabilidade dos frutos, tanto no armazenamento quanto nos pontos de venda, influenciadas pelas condições meteorológicas sob as quais se desenvolveram. Desta forma, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito do sombreamento de sete genótipos de macieira com o uso de sombrite (50%) na incidência de queimadura solar e qualidade pós-colheita de maçãs produzidas no Vale do São Francisco. Os macieiras foram cultivados durante um ciclo vegetativo e reprodutivo em pleno sol e sob tela de sombreamento de cor preta com 50% de redução da radiação. Durante o ciclo reprodutivo foram registradas a temperatura e a umidade relativa do ar, assim como a temperatura da polpa do fruto. Ao final do ciclo reprodutivo, foram avaliados os índices de clorofilas a e b, taxa fotossintética, condutância estomática e potencial hídrico. Os frutos foram colhidos e levados ao Laboratório de Fisiologia Pós-colheita da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE. O delineamento experimental foi blocos ao acaso, em fatorial 7 x 2 (7 genótipos e 2 níveis de sombreamento). De acordo com os resultados obtidos, frutos cultivados com sombreamento apresentaram menor temperatura e de polpa, menor índice de queimadura, entretanto o sombreamento não apresentou efeito significativo nos demais parâmetros de qualidade avaliados nos frutos.

**Palavras-chave:** Fruticultura de clima temperado, Genótipos de maçã, Distúrbios, Pós-Colheita.

## Introdução

A macieira, *Malus x sylvestris* (L.) Mill. var. *domestica* (Borkh.) é uma das espécies frutíferas de maior importância sociocultural e econômica do mundo (Zhu et al., 2013; Both et al., 2014). No ranking mundial, o Brasil ocupa a nona posição, com produção média de 1,3 milhões de toneladas ao ano (Both et al., 2014). A produção brasileira de maçãs utiliza 38.000 ha, desses, 96% são ocupados pelos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Atualmente, apenas 5% das maçãs consumidas pelos brasileiros são provenientes de outros países, e do total de maçãs produzido nacionalmente, 25% vão para o mercado externo (MAPA, 2013).

A concentração da produção de maçãs nos estados do sul em apenas uma época do ano requer um período de armazenamento e transporte para a distribuição dos frutos nos mercados consumidores ao longo do ano. O resultado disto é o aumento do preço final dos frutos ofertados no mercado para cobrir os custos com o armazenamento por longos períodos e com o transporte para outras regiões do Brasil. Uma alternativa a este problema é a produção de maçãs na região do Vale do São Francisco em Pernambuco. Esta região é conhecida pela produção de frutos em diferentes épocas do ano devido as condições ambientais favoráveis. Desta forma, a produção de maçãs no Vale do São Francisco pode suprir as necessidades de regiões mais distantes da região sul do país, produzindo maçãs em diferentes épocas do ano, reduzindo a necessidade de armazenamento e transporte dos frutos, conseqüentemente aumentando o fornecimento e consumo de maçãs a preços mais reduzidos nestas regiões.

A Embrapa Semiárido em parceria com a Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco (CODEVASF) iniciaram atividades de pesquisa com a cultura da macieira, no intuito de encontrar alternativas de cultivo para as áreas irrigadas no Vale do São Francisco. As pesquisas com macieiras foram iniciadas em 2007 e os resultados obtidos até o momento são animadores, devido à produtividade e a qualidade dos frutos, o que vem despertando o interesse dos produtores da região. Atualmente, a Embrapa Semiárido vem desenvolvendo atividades de pesquisa com a cultura da macieira em campos experimentais, assim como em conjunto com produtores da região. As produções de maçãs obtidas nas cultivares 'Julieta', 'Eva' e 'Princesa' no Submédio do São Francisco, em plantas com dois anos de idade, foram de 40,0; 36,0 e 41,0 t/ha, respectivamente (Lopes et al., 2016). No entanto, como é uma cultura pouco conhecida na região, evidencia-se a necessidade de mais estudos para viabilizar a produção comercial.

Estudos preliminares mostram que apesar da cultura da macieira apresentar produção adequada na região do Sertão do São Francisco, a alta radiação solar e temperatura do ar e a baixa umidade relativa podem resultar no desenvolvimento de distúrbios fisiológicos nos frutos como a queimadura da epiderme, também conhecida como escaldadura ou golpe de sol. Segundo Moura et al. (2018), genótipos Julieta, Princesa, Monalisa e seleção M-11/91, produzidos no Semiárido brasileiro, apresentaram os maiores índices de queimadura de sol. Alta radiação solar e temperatura, assim como baixa umidade relativa durante o crescimento e desenvolvimento, podem também modificar a atividade metabólica dos frutos, influenciando no desenvolvimento de outros distúrbios fisiológicos e acelerando a perda de qualidade após a colheita.

Estudos mostram que a cultura da macieira é extremamente sensível às variações climáticas, sendo a qualidade e a durabilidade dos frutos, tanto no armazenamento quanto nos pontos de venda, influenciadas pelas condições meteorológicas sob as quais se desenvolveram (Fioravanço et al., 2012). A incidência de degenerescência da polpa em frutos armazenados pode estar relacionada à baixa difusividade do O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> tecido devido ao adensamento das células, que é influenciado pela temperatura do ar durante o desenvolvimento dos frutos (Lau, 1997). Segundo Ferguson et al. (1999), além da temperatura, a radiação solar, a umidade relativa e a precipitação pluviométrica durante o desenvolvimento dos frutos, também podem causar distúrbios fisiológicos.

Modelos agrometeorológicos pressupõem que elementos climáticos exercem controle na produtividade agrícola, demonstrando que a produção é função da produtividade da cultura e sua interação com os elementos meteorológicos. Em experimento conduzido em pomares de macieira 'Gala' e 'Fuji' em Fraiburgo, SC, durante cinco anos, Leite et al. (2002) avaliaram a proteção por tela preta a danos de granizo nos frutos e a influência de diferentes níveis de sombreamento sobre a produção. Estes verificaram que a temperatura do ar sob tela, medida em termômetros de máxima e mínima, entre 10 e 14 h (horário local), foi mais baixa que em céu aberto em 1,0 °C a 1,5 °C. Houve tendência de maior crescimento dos ramos, menor porcentagem de gemas floríferas com frutos, menor atividade das abelhas, menor intensidade de cor dos frutos e incidência de russeting sob tela. Os efeitos do sombreamento sobre a produção variaram de ano para ano, conforme as condições meteorológicas (Leite et al., 2002).

Um dos principais distúrbios fisiológicos que afeta a qualidade de maçãs durante o armazenamento é o aparecimento de polpa farinácea, que ocorre, principalmente, em frutos em estádios avançados de maturação e está associado às mudanças fisiológicas relacionadas à liberação de suco em tecidos fraturados, o que pode ser altamente

influenciado pelas condições ambientais de cultivo e produção dos frutos (Wei et al., 2010; Nara et al., 2001; Nobile et al., 2011). Outros estudos mostram que condições de alta radiação solar e temperatura do ar, juntamente com baixa umidade relativa podem resultar no aparecimento de distúrbios fisiológicos causados por deficiências nutricionais, reduzindo a qualidade de maçãs para o consumo (Freitas et al., 2012, Freitas et al., 2016).

Desta forma, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito do sombreamento de sete genótipos de macieira com o uso de sombrite (50%) na incidência de queimadura solar e qualidade pós-colheita de maçãs produzidas no Vale do São Francisco.

### Material e métodos

Neste trabalho, foram utilizadas maçãs das cultivares Princesa, Julieta, Monalisa, e seleções M-11/92, M-13/91, M-141/38 e M-21/08. O pomar foi implantado em 2012 com espaçamento de plantio de 4,0 x 1,0 m e sistema de irrigação por gotejamento em linhas duplas, com irrigação realizada diariamente. Os dados climáticos da região foram coletados na estação meteorológica do local durante o período de crescimento e desenvolvimento dos frutos no pomar, conforme apresentados na Figura 1. Os genótipos foram cultivados durante um ciclo vegetativo e reprodutivo em pleno sol ou sombreados com tela de sombreamento cor preta e 50% de redução da radiação (Figura 2) no campo experimental de Bebedouro da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Semiárido, localizada na cidade de Petrolina (PE), cujas coordenadas geográficas são: latitude 09°09'S, longitude 40°22'W. 1.

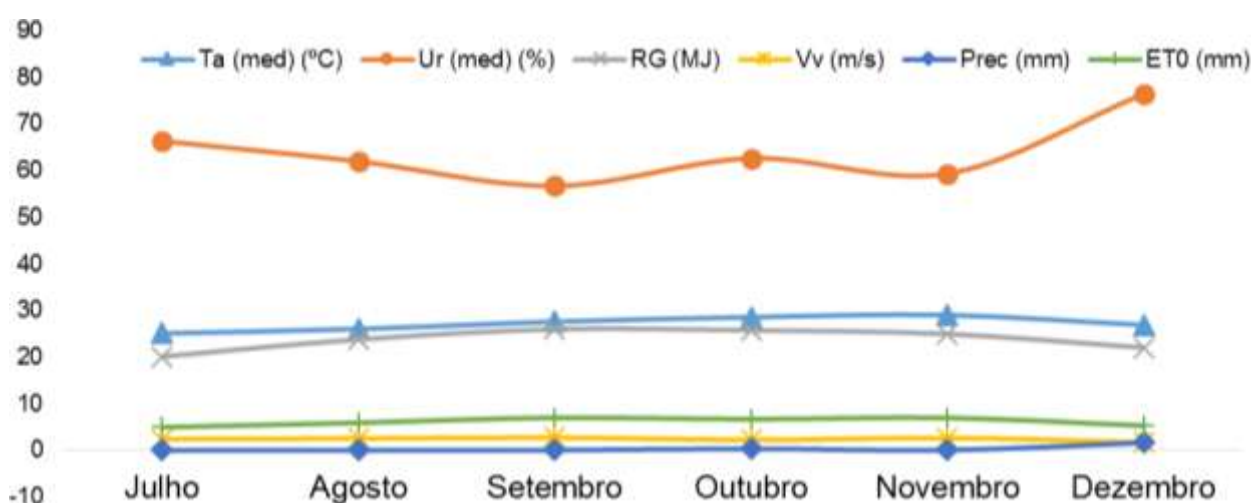


Figura 1. Temperatura média (T. média), umidade relativa média (UR. Média), radiação solar (RG), velocidade do vento (Vv), precipitação média (Prec) e evapotranspiração de referência (ET0) julho à dezembro de 2018 na estação meteorológica do Bebedouro, em Petrolina-PE.

O florescimento foi induzido em junho de 2018 com cianamida hidrogenada para a quebra da dormência. Logo após o florescimento, um total de 280 flores distribuídas em quatro blocos (10 flores por bloco em cada genótipo) foram marcadas para acompanhar semanalmente o diâmetro dos frutos até a colheita.

A temperatura e umidade relativa do ar (UR %), assim como a temperatura da polpa do fruto foram medidas utilizando os registradores de dados HOBO modelo U12-013 (ONSET, Cape Cod, Massachusetts), instalados no centro da copa das macieiras sombreadas e não sombreadas, estando conectados a um datalogger com leituras feitas a cada 15 minutos por 24 horas. O período utilizado para as medições compreendeu os meses de agosto a outubro de 2018.



Figura 2. Cultivo de macieira com (esquerda) e sem (direita) sombreamento (50%). Fonte: Próprio autor.

Ao final do ciclo reprodutivo, os índices de clorofilas *a* e *b* foram determinados na região mediana de folhas completamente expandidas, adultas e sadias, expostas a radiação solar com um Medidor Eletrônico de Teor de Clorofila (Modelo CFL1030, FALKER, Porto Alegre, Brasil). As mesmas folhas utilizadas para a determinação do

índice de clorofilas foram utilizadas para a determinação da área foliar ( $\text{cm}^2$ ), a qual foi estimada com base na largura e comprimento da folha.

A radiação fotossinteticamente ativa (RFA,  $\mu\text{mol}$  fótons  $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), taxa fotossintética ( $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) e condutância estomática ( $\text{g. mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) foram medidas semanalmente com um analisador de gás por infra-vermelho Infra-Red Gas Analyser (IRGA) modelo Licor 6400 (LI-COR, Lincoln, NE, EUA), conforme apresentado na Figura 3.



Figura 3. Medidor Eletrônico de Clorofila (esquerda) e analisador de gás Infra-Red Gas Analyser (IRGA) modelo Licor 6400. Fonte: Próprio autor.

O potencial hídrico foi avaliado em folhas removidas das plantas, com auxílio de estilete, e introduzidas em um câmara de Scholander Modelo 3005 (Soil. Moisture Equipment Corp. Santa. Barbara CA, USA). A pressão foi aplicada por meio da introdução de gás (nitrogênio) no interior da câmara, até a seiva do xilema tornar-se visível na superfície cortada da lâmina foliar. A pressão (MPa) necessária para que a seiva do xilema retornasse à superfície cortada da lâmina foliar foi considerada como potencial hídrico (Figura 4).



Figura 4. Avaliação de potencial hídrico de macieiras com câmara de Scholander. Fonte: Próprio autor.

Os frutos foram colhidos no estágio de maturação recomendado para a colheita comercial (GIRARDI e BENDER, 2003). Em seguida, os frutos foram encaminhados para o Laboratório de Fisiologia Pós-colheita da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, onde foram selecionados para eliminar frutos com defeitos. As avaliações foram realizadas em 4 repetições e cada repetição composta por 5 frutos, conforme descrito abaixo.

**Índice de queimadura por sol:** Foi avaliado em uma escala de 0 a 4, onde 0 indica fruto sem sintomas de queimadura e 4, fruto com sintomas severos de queimadura de sol (FREITAS et al., 2017; Figura 5).



Figura 5. Índice para queimadura de sol em maçãs produzidas em condições semiáridas no Vale do São Francisco. Frutos nas linhas superior e inferior mostram sintomas mais e menos severos, respectivamente, dentro de cada índice de queimadura, onde 0 apresenta ausência de queimadura no fruto e 4 queimadura severa. (FREITAS et al., 2017).



**Taxa respiratória dos frutos (TR)** foi determinada por meio da produção de CO<sub>2</sub> pelo método de sistema fechado (CASTELLANOS; HERRERA, 2015). Os frutos foram colocados em potes de 880 ml hermeticamente fechados onde permaneceram por 2 horas a 0°C. As concentrações de CO<sub>2</sub> foram medidas com o auxílio de um analisador de gases modelo PA 7.0 (Witt®, Alcochete, Portugal) e a taxa respiratória foi expressa em (mol CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> de fruto h<sup>-1</sup>).

**Diâmetro:** Determinados com auxílio de um paquímetro digital com resultados expressos em milímetro (mm).

**Índice iodo-amido:** determinado pela reação do amido com uma solução composta por 5g de iodo metálico e 10g de iodeto de potássio diluídos em 100 ml de água destilada. Os frutos foram cortados na região equatorial e imersos em solução de iodo-iodeto de potássio por 1 minuto. A intensidade da cor escura, resultante da reação do amido com a solução de iodo-iodeto de potássio foi definida utilizando valores de uma escala de 1 a 9 (BENDER e EBERT, 1985) de estádios de degradação do amido, Figura 6, variando de 1 a 9. O estágio 1 corresponde a frutos muito verdes (conteúdo máximo de amido), enquanto o estágio 9 corresponde a frutos muito maduros (conteúdo mínimo de amido).



Figura 6. Estádios de degradação do amido (BENDER e EBERT, 1985).

**Firmeza da polpa:** Foi determinada com um penetrômetro manual modelo FT 327 (WAGNER INSTRUMENTS, Greenwich, Reino Unido) com ponteira de 11 mm, em dois pontos da zona equatorial dos frutos onde, previamente se retirou uma pequena porção da epiderme. Os resultados foram expressos em Newton (N).

**Sólidos Solúveis (SS):** Determinado por um refratômetro digital portátil modelo PAL-1 (Atago®, São Paulo, Brasil) e expresso em porcentagem.

**Acidez titulável (AT):** determinada em 5 ml de suco diluídos em 50 ml de água destilada titulados em uma solução de NaOH 0,1N até pH 8,1 utilizando um titulador automático modelo Titrino Plus (Metrohm®, São Paulo, Brasil), sendo os resultados expressos em porcentagem de ácido málico.

**Relação SS/AT:** obtida por meio do quociente entre essas duas variáveis.

O delineamento utilizado foi blocos ao acaso em fatorial 7 x 2 (genótipos x níveis de sombreamento). Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey (5%). As análises estatísticas foram realizadas por meio do software AgroEstat Versão 1.1.0.712 (BARBOSA; MALDONADO JR., 2015)

## Resultados e discussão

Macieiras cultivadas em ambiente sombreado apresentaram redução de 50% de disponibilidade de luz, apresentando RFA 1000  $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$  e plantas não sombreadas RFA 2000  $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ . A radiação influencia a diferenciação de gemas, a razão entre gemas vegetativas e reprodutivas e o potencial fotossintético das folhas, que são responsáveis pelo crescimento dos frutos (Sansavini e Grappadelli, 1992). Além disso, a duração e a quantidade de radiação solar incidente afetam a partição de carbono entre diferentes formas químicas (transporte ou armazenamento) e entre drenos vegetativos e reprodutivos (W\u00fcncche *et al.*, 1996). Ela pode afetar a qualidade dos frutos, como a coloração da epiderme, a concentração de sólidos solúveis, a acidez e a incidência de distúrbios no armazenamento.

De acordo com os resultados obtidos na análise de variância, não houve interação significativa entre genótipos e níveis de exposição das plantas à radiação solar, em relação à temperatura do ar e umidade relativa. A temperatura da polpa dos frutos apresentou diferenças significativas entre plantas cultivadas com e sem sombreamento.

Frutos produzidos em plantas sombreadas apresentaram menor temperatura interna e menor índice de queimadura, comparados com frutos produzidos em plantas não sombreadas (Tabela 1). O emprego de telas pode diminuir danos causados pela radiação solar. Leite et al. (2002) e Stampar et al. (2002) observaram menor severidade de “russeting”, em plantas cobertas pela tela, em relação a plantas cultivadas em pleno sol, como resultado da diminuição da radiação solar, que é um dos fatores que reduz a manifestação do distúrbio. Outros estudos mostram que condições de alta radiação solar e temperatura do ar, juntamente com baixa umidade relativa podem resultar no aparecimento de distúrbios fisiológicos causados por deficiências nutricionais, reduzindo a qualidade de maçãs para o consumo (Freitas et al., 2016).

A temperatura do ar foi reduzida no ambiente com sombreamento, sendo esta uma variável que exerce vários efeitos em todos os aspectos de produção de maçãs. A temperatura pode afetar a taxa de crescimento do tubo polínico, a divisão celular e a respiração das plantas. Ela também pode alterar a propagação e o desenvolvimento de pragas e doenças (Duan *et al.*, 1998; Penrose e Nicol, 1996). Temperaturas do ar extremas podem reduzir as taxas metabólicas e fotossintéticas, podendo até causar a morte das plantas. Palmer *et al.* (2003) destacaram que o aumento das temperaturas do ar, no cenário das mudanças climáticas globais, deverá causar mudanças nas respostas da macieira ao ambiente. Por isso é importante desenvolver cultivares com menor necessidade de frio para diminuir a probabilidade de problemas no futuro.

O presente estudo mostra que houve menor incidência de queimadura de sol (QS) (Figura 7), em frutos cultivados com sombreamento, do que em plantas descobertas (Tabela 1). Isto confirma dados de outros autores e mostra que a redução na intensidade luminosa, em plantas sob tela, reduz a incidência de frutos com queimadura de sol, na cultura da macieira (Tassara e Battaglia, 1992; Leite et al., 2002; Middleton e McWaters, 2002; Stampar et al., 2002). Tais informações são importantes para identificar as limitações no processo de produção e desenvolver tecnologias para viabilizar o cultivo de macieiras na região.

Tabela 1. Temperatura do ar (T ar ° C), Umidade Relativa do ar (UR %) e Temperatura da polpa de frutos de maçãs cultivadas no Submédio do Vale do São Francisco

Genótipo	T ar (°C)	UR (%)	T Polpa (°C)	QS(0-4)
'Julieta'	27,8 a	55,2 a	26,8 a	0,42 b
'M-13/91'	27,7 a	52,3 a	27,2 b	0,63 ab
'M-11/92'	28,3 a	54,0 a	28,2 b	0,33 b
'Princesa'	27,5 a	55,3 a	27,2 b	0,89 a
'M-21/08'	27,5 a	52,6 a	27,1 b	0,46 b
'M-141/38'	27,5 a	54,1 a	27,2 b	0,33 b
'Monalisa'	27,5 a	53,5 a	27,2 b	0,34 b
Tratamentos	Temp. Ar (°C)	Umidade Relativa (%)	Temp. Polpa (°C)	QS(0-4)
Sem sombreamento	28,0 a	54,1 a	27,7 a	0,72 a
Com sombreamento	27,2 b	53,7 a	26,8 b	0,26 b
CV (%)	1,28	3,61	1,16	33,3

Valores seguidos por letras iguais, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.



Figura 7. Incidência de queimadura de sol (QS) em genótipos de maçã cultivados no Valle do São Francisco.

Não foi evidenciado interação significativa entre os fatores níveis de sombreamento e genótipos sobre a taxa fotossintética. Na terceira e quarta avaliação a taxa fotossintética foi menor no ambiente em pleno sol, uma vez que o processo fotossintético pode ser prejudicado quando há aumento da temperatura do ambiente, ocasionado pela redução da umidade relativa do ar e esses fatores podem resultar no fechamento estomático havendo diminuição das trocas gasosas da cultura (SILVA et al., 2013).

Segundo Mota et al. (2009), as plantas sombreadas apresentaram maior taxa fotossintética máxima e condutância estomática em relação às em pleno sol. Uma melhor

taxa fotossintética também pode contribuir no balanço dos carboidratos direcionados para os frutos (Francescato, 2014).

Maiores valores de condutância estomática podem ser justificado pelo fato de que quando as plantas se encontram em condições de boa disponibilidade hídrica, isto é, em situações onde o solo se encontra mais próximo a capacidade de campo, os vegetais tendem a apresentar altas taxas de transpiração. (Oliveira et al., 2017). Nesse contexto, a regulação estomática estabelece os níveis da quantidade de água transpirada pelas folhas. Este fato ocorre uma vez que as folhas estão potencialmente sujeitas a controlar a perda de água para a atmosfera, utilizando mecanismos de defesa como o fechamento ou abertura dos estômatos (Zhao et al., 2015; Morandi et al., 2014).

O presente estudo mostra que plantas sombreadas apresentaram melhor potencial hídrico. O que pode ser justificado pelas condições de temperatura do ar e umidade relativa do ar e vento que interferem no consumo de água da macieira (Nachtigall *et al.*, 2009). Vale ressaltar que plantas sombreadas possuem um melhor uso eficiente de água.

Tabela 2. Médias de Taxa Fotossintética, Condutância Estomática e potencial hídrico de genótipos de maçã cultivadas no Submédio do Vale do São Francisco

Genótipo	Taxa Fotossintética ( $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ )			
	27/08/2018	03/09/2018	14/09/2018	21/09/2018
'Julieta'	10,10 a	7,80 a	5,90 ab	5,62 b
'M-13/91'	5,65 ab	8,31 a	4,69 b	8,05 ab
'M-11/92'	8,77 ab	11,69 a	3,25 b	10,0 a
'Princesa'	9,03 ab	10,07 a	9,87 a	8,65 ab
'M-21/08'	4,75 b	7,23 a	3,74 b	7,39 ab
'M-141/38'	7,77 ab	8,62 a	6,62 ab	8,55 ab
'Monalisa'	5,81 ab	9,54 a	2,24 b	9,21 ab
<b>Tratamentos</b>				
Sem sombreamento	7,04 a	8,80 a	4,07 b	7,19 b
Com sombreamento	7,78 a	9,28 a	6,30 a	9,23 a
CV (%)	29,44	27,15	36,10	18,65
Genótipo	Condutância Estomática ( $\text{g. mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ )			
	27/08/2018	03/09/2018	14/09/2018	21/09/2018
'Julieta'	0,10 a	0,05 ab	0,40 a	0,17 a
'M-13/91'	0,08 a	0,05 ab	0,28 b	0,06 b
'M-11/92'	0,10 a	0,07 ab	0,41 a	0,09 b
'Princesa'	0,07 a	0,08 a	0,21 b	0,08 b
'M-21/08'	0,05 a	0,04 b	0,29 ab	0,06 b
'M-141/38'	0,07 a	0,07 ab	0,38 a	0,06 b
'Monalisa'	0,08 a	0,06 ab	0,25 b	0,08 b
<b>Tratamentos</b>				
Sem sombreamento	0,09 a	0,05 a	0,31 a	0,09 a
Com sombreamento	0,07 a	0,06 a	0,31 a	0,08 b
CV (%)	26,73	21,50	19,91	15,81
Genótipo	Potencial Hídrico (MPa)			
	27/08/2018	03/09/2018	14/09/2018	21/09/2018
'Julieta'	-2,092 ab	-1,964 a	-2,392 a	-2,405 a
'M-13/91'	-2,522 a	-1,813 a	-2,190 a	-2,298 a
'M-11/92'	-2,208 ab	-1,920 a	-2,106 a	-2,425 a
'Princesa'	-1,366 b	-1,488 a	-2,266 a	-2,266 a
'M-21/08'	-1,700 ab	-1,496 a	-2,135 a	-2,140 a
'M-141/38'	-1,820 ab	-1,703 a	-1,978 a	-1,962 a
'Monalisa'	-1,685 ab	-1,795 a	-2,216 a	-2,122 a
<b>Tratamentos</b>				
Sem sombreamento	-1,894 a	-1,806 a	-2,397 a	-2,478 a
Com sombreamento	-1,935 a	-1,675 a	-1,969 b	-1,984 b
CV (%)	20,9	13,09	15,57	12,06

Valores seguidos por letras iguais, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

De acordo com os resultados obtidos, o índice de clorofila a não apresentou diferença significativa entre os genótipos, indicando que não existiu efeito do genótipo na

captura de energia a ser utilizada na fase fotoquímica da fotossíntese (TAIZ; ZEIGER, 2013). Entretanto, o índice de clorofilas *a* e *b* apresentaram diferença significativa entre plantas sombreadas e não sombreadas (Tabela 5). Estes resultados estão de acordo com outros estudos que relatam conteúdo mais elevado de clorofilas por unidade de massa seca em folhas sombreadas em relação àquelas expostas à radiação solar direta (SCALON et al., 2003). Scalon et al. (2002) afirmam que o aumento no conteúdo de clorofila *b* nas folhas submetidas a menores níveis de radiação é uma característica importante, porque a clorofila *b* absorve energia de outros comprimentos de onda e a transfere para a clorofila *a*, que efetivamente atua nas reações fotoquímicas da fotossíntese e representa um mecanismo de aclimação à condição de menor intensidade luminosa.

A área foliar não apresentou diferença significativa entre os genótipos. Entretanto, houve efeito significativo para níveis de exposição das plantas à radiação solar, onde macieiras expostas diretamente à radiação solar apresentaram menor área foliar (área foliar média de 22,07 cm<sup>2</sup>), comparadas com macieiras cultivadas em ambiente sombreado com 50% de redução da irradiância (área foliar média de 32,47 cm<sup>2</sup>) (Figura 8). Este fato pode ser resultado de uma resposta das plantas cultivadas neste ambiente com menor luminosidade para compensar o maior sombreamento entre as folhas, pois, as plantas sombreadas tendem a investir uma maior proporção dos seus fotoassimilados para o aumento da área foliar, buscando maximizar a captação da luz disponível.

O aumento da área foliar em condição de sombreamento constitui um ajuste que permite à planta aumentar sua superfície fotossintetizante e assegurar um aproveitamento maior da luz (PEDROSO; VARELA, 1995). Em macieiras 'Royal Gala' cobertas com tela antigranizo preta, além do aumento na área foliar específica em relação às plantas descobertas, ocorreu ainda aumento no teor foliar de clorofila total (Amarante et al., 2007). Middleton e McWaters (2002) observaram tamanho maior em folhas de macieiras sob tela, em relação àquelas em céu aberto.

A expansão na área foliar representa um mecanismo comum de macieiras visando aumentar a eficiência da interceptação da radiação nas condições de sombreamento impostas pelas telas. Todavia, como plantas cobertas com tela, especialmente sob tela preta, apresentaram folhas com maior área e menor espessura (com maior área foliar específica), isso resulta em melhor aproveitamento da radiação incidente ao longo de todo o mesófilo foliar, aumentando assim a eficiência fotossintética em condições de baixa disponibilidade de luz (AMARANTE et al., 2009).

A capacidade de aclimatação às menores irradiâncias é uma característica dependente do potencial genotípico da espécie, o qual faz com que as folhas desenvolvam estruturas anatômicas e propriedades fisiológicas que as capacitem ao uso efetivo da radiação disponível (LARCHER, 2000). Por outro lado, a menor capacidade de expansão da área foliar e manutenção de menor conteúdo de clorofilas em macieiras sem sombreamento sugere a ocorrência de efeitos negativos da alta irradiância e temperatura do ar sobre a fisiologia e metabolismo das plantas, uma vez que a expansão foliar é governada pelo turgor celular que, por sua vez, depende do estado hídrico da planta (PEDROSO e VARELA, 1995; LARCHER, 2000; SCALON et al., 2003).

Tabela 5. Médias de Clorofila a e b de macieiras cultivadas no Submédio do Vale do São Francisco

Genótipo	Clorofila a	Clorofila b	Razão a/b	Área Foliar(cm <sup>2</sup> )
'Julieta'	33,41 a	17,67 a	1,89 a	31,12 a
'M-13/91'	30,97 a	14,42 ab	2,14 a	30,30 a
'M-11/92'	28,50 a	12,81 ab	2,22 a	28,45 a
'Princesa'	31,50 a	15,23 ab	2,06 a	27,10 a
'M-21/08'	28,25 a	12,85 ab	2,19 a	21,72 a
'M-141/38'	28,50 a	13,58 ab	2,09 a	27,28 a
'Monalisa'	29,92 a	11,32 b	2,64 a	24,90 a
Tratamentos	Clorofila a	Clorofila b	Razão a/b	
Sem sombreamento	27,33 b	11,70 b	2,33 a	22,07 b
Com sombreamento	32,96 a	16,27 a	2,02 b	32,47 a
CV (%)	7,42	17,23	15,22	22,69

Valores seguidos por letras iguais, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.





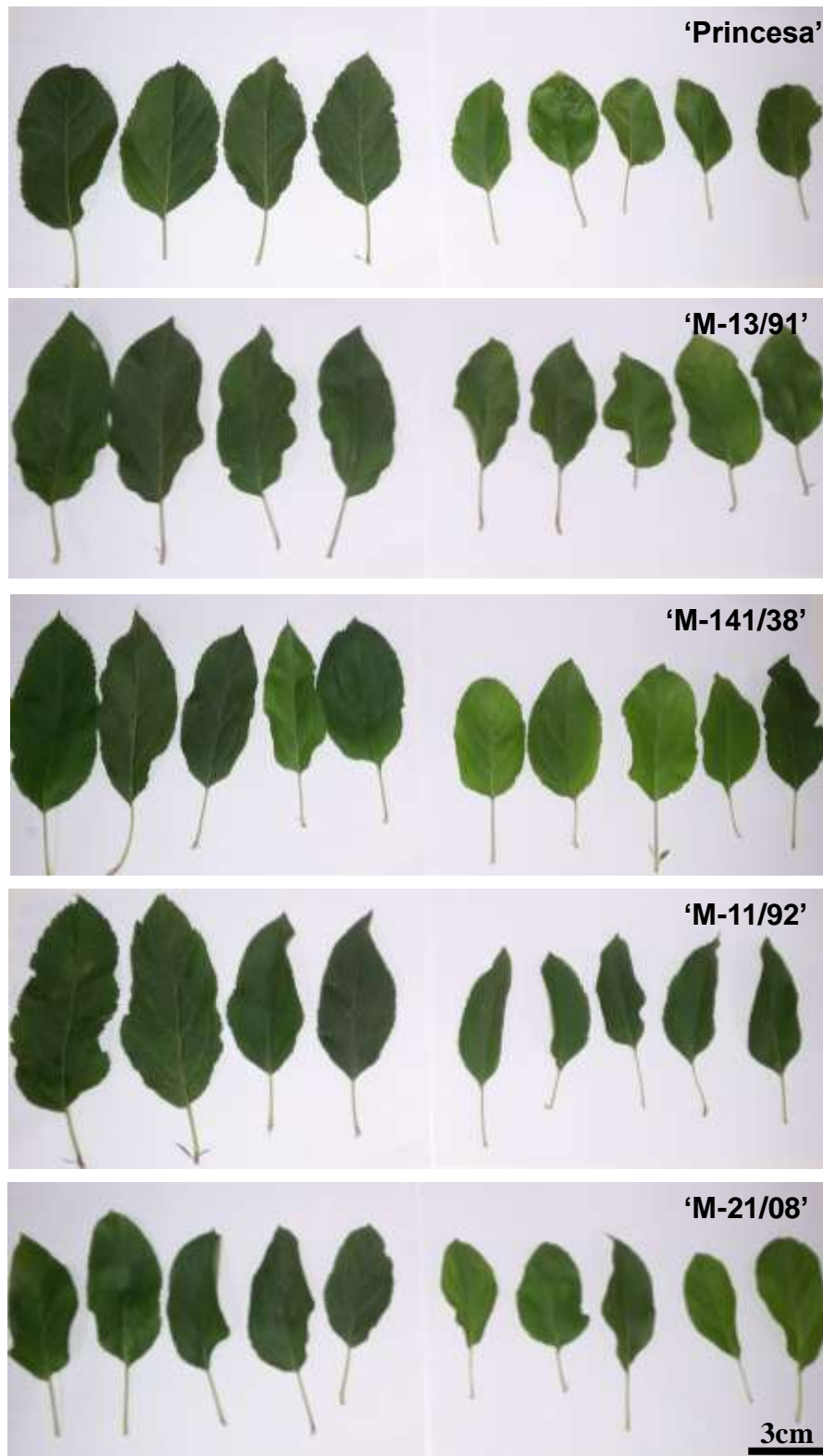


Figura 8. Folhas de macieira cultivadas em ambiente sombreado (esquerda) e não sombreado (direita) no Submédio do Vale do São Francisco. Fonte: Próprio autor.

A radiação fotossinteticamente ativa (RFA) e a temperatura do ar, aliadas à forma de condução das plantas, podem influenciar as características de qualidade dos frutos (Grappadelli, 2003; Solomakhin e Blanke, 2007). Levando em consideração essas afirmações, foram realizadas análises nos frutos. Entretanto, não foram verificadas interações entre os fatores genótipos e sombreamento para parâmetros de qualidade dos frutos. Além disto, verificou-se que não houve diferenças significativas entre os níveis de exposição ao sol nos parâmetros de qualidade dos frutos avaliados.

A taxa respiratória, diâmetro do fruto e teste iodo-amido não diferiu entre ambientes e genótipos. O índice iodo-amido é utilizado como indicador na determinação do estágio de maturação da maçã, por ser um método prático e oferecer dados consistentes. Os índices 2 a 3 normalmente correspondem ao período ideal de colheita para armazenagem (BENDER e EBERT, 1985). A firmeza de polpa está relacionada à textura dos tecidos dos frutos, sendo que durante a maturação ocorre redução da firmeza da polpa em virtude da atividade de enzimas que degradam os polissacarídeos pécticos da parede celular e da lamela média (Bartley e Knee, 1982). A firmeza de polpa dos frutos não diferiu entre ambientes, entretanto, houve diferenças significativas entre genótipos.

Durante a maturação a relação SS/AT aumenta devido à diminuição dos ácidos orgânicos e aumento dos açúcares, sendo que o valor absoluto depende da cultivar avaliada (Fachinello et al., 1996). A relação SS/AT não diferiu entre ambientes, indicando que frutos colhidos sob tela possuem características sensoriais semelhantes daqueles em céu aberto. Leite *et al.* (2002) avaliaram diferentes níveis de sombreamento em pomares de macieira 'Gala' e 'Fuji' em Fraiburgo, SC. Estes verificaram que a tela não influenciou o tamanho de frutos, teor de sólidos solúveis, acidez titulável, teor de amido, firmeza de polpa e produção por planta.

Tabela 6. Médias de taxa respiratória (TR), diâmetro do fruto (mm), firmeza da polpa (N), teste iodo-amido (1-9), Acidez titulável (% de ácido málico), Sólidos solúveis (%), SS/AT e número de frutos por planta de maçãs cultivadas no Submédio do Vale do São Francisco

<b>Genótipo</b>	<b>TR (mol CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> de fruto h<sup>-1</sup>)</b>	<b>Diâmetro(mm)</b>	<b>Firmeza(N)</b>	<b>Teste Iodo (1-9)</b>
'Julieta'	0,68 a	49,92 a	79,20 ab	3,85 a
'M-13/91'	0,22 a	56,83 a	80,39 ab	4,40 a
'M-11/92'	0,33 a	51,36 a	94,32 ab	4,15 a
'Princesa'	0,45 a	58,45 a	99,91 a	4,65 a
'M-21/08'	0,57 a	47,93 a	79,87 ab	3,45 a
'M-141/38'	0,39 a	51,18 a	65,84 b	4,75 a
'Monalisa'	0,46 a	45,31 a	95,72 ab	3,35 a
<b>Tratamentos</b>				
Sem sombreamento	0,42 a	51,25 a	83,51 a	4,28 a
Com sombreamento	0,46 a	51,89 a	86,56 a	3,88 a
CV (%)	43,33	10,63	15,22	1,9
<b>Genótipo</b>	<b>AT (% de ácido málico)</b>	<b>SS(%)</b>	<b>SS/AT</b>	<b>Frutos/planta (número)</b>
'Julieta'	0,29 cd	12,65 b	43,62 abc	<b>115,2 a</b>
'M-13/91'	0,41 bcd	14,52 ab	35,41 bcd	15,5 c
'M-11/92'	0,50 bc	12,67 b	25,34 cd	32,0 bc
'Princesa'	0,55 b	15,92 a	28,94 cd	<b>90,7 ab</b>
'M-21/08'	0,27 d	16,40 a	60,74 a	6,50 c
'M-141/38'	0,34 bcd	15,27 a	44,91 ab	9,25 c
'Monalisa'	0,77 a	15,15 ab	19,67 d	50,0 bc
<b>Tratamentos</b>				
Sem sombreamento	0,43 a	14,84 a	42,49 a	45,00 a
Com sombreamento	0,47 a	14,47 a	35,09 a	46,21 a
CV (%)	19,36	7,20	23,49	9,9

Valores seguidos por letras iguais, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

## Conclusão

- ✓ O sombreamento de macieiras com redução da radiação solar em 50% não promove alterações na qualidade físico-química de maçãs cultivadas no Vale do São Francisco;
- ✓ Índice de clorofila a e b e área foliar foram maiores em macieiras sombreadas. Os genótipos não apresentaram diferença significativa;
- ✓ O sombreamento interfere na capacidade de expansão da área foliar e exerce efeitos diretos sobre a síntese de clorofilas em macieiras cultivadas no Vale do São Francisco;
- ✓ Os resultados demonstram que a tela pode ser considerada como um investimento, a fim de explorar vantagens proporcionadas aos frutos, minimizando efeitos negativos para a produção, por proporcionar redução de radiação, temperatura, índice de queimadura nos frutos.

## Referências Bibliográficas

AMARANTE, C.V.T.; STEFFENS, C.A.; MOTA, C.S.; SANTOS, H.P. Radiação, fotossíntese, rendimento e qualidade de frutos em macieiras 'Royal Gala' cobertas com telas antigranizo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.7, p.925-931, 2007.

AMARANTE CVT, STEFFENS CA, MIQUELOTO A, ZANARDI OZ, SANTOS HP. Disponibilidade de luz em macieiras 'fuji' cobertas com telas antigranizo e seus efeitos sobre a fotossíntese, o rendimento e a qualidade dos frutos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, p. 664-670, 2009.

BENDER, R. J.; EBERT, A. **Determinação do ponto de colheita de cultivares de macieira: teste iodoamido**. Florianópolis: EMPASC, 1985. 6p.

DUAN, J. J.; WEBER, D. C.; DORN, S. Flight behavior of pre- and postdiapause apple blossom weevils in relation to ambient temperature. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Netherlands, v. 88, n. 1, p. 97-99, 1998.

FRANCESCATTO, P. **Desenvolvimento das estruturas reprodutivas da macieira (*Malus domestica* borkh.) sob diferentes condições climáticas – da formação das gemas à colheita dos frutos**, SC. 2014. 239 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Recursos genético vegetais, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

FREITAS, S.T.; AMARANTE, C.V.T.; MITCHAM, E.J. Calcium deficiency disorders in plants. In: PAREEK, S. **Postharvest ripening physiology of crops**. New York: CRC Press, 2016. p.477-512

GIRARDI, C.; BENDER, R. J. **Produção Integrada de Maçãs no Brasil. Colheita e Pós-Colheita**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2003. 12 p.

GRAPPADELLI, L. C. Light relations. In: FERREE, D. C.; WARRINGTON, I. J. **Apples: botany, production and uses**. Wallingford: CABI, 2003. cap. 9, p. 195-213.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima Artes e Textos, 2000. p.531.

LEITE, G.B.; PETRI, J.L.; MONDARDO, M. Efeito da tela antigranizo em algumas características dos frutos de macieira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.24, p.714-716, 2002.

LOPES, P. R. C.; OLIVEIRA I. V. de; SARMENTO, D. H. A. **Introdução e produção de fruteiras de clima temperado em regiões tropicais**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 24., 2016, São Luis. Fruticultura: fruteiras nativas e sustentabilidade. São Luis, MA: SBF, 2016.

LOPES, P.R.C.; OLIVEIRA, I.V.M. Produção de pera no Vale do São Francisco. In: REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DA PEREIRA, 4, 2012, Lages, SC. **Anais e palestras**. Lages: CAV: UDESC, 2012. p.56-65.

MIDDLETON, S.; McWATERS, A. Hail netting of apple orchards: Australian experience. **Compact Fruit Tree**, v.35, p.51-55, 2002.

MIRANDA, J.M.S. CAVALCANTE, Í.H.L.; OLIVEIRA, I.V.M.; LOPES, P.R.C.; ASSIS, J.S. Fruit quality of 'Eva' e 'Princesa' apples grown under nitrogen fertigation in semiarid climate. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, p.967–972, 2015.

MOTA, C. S.; AMARANTE, C. V. A.; SANTOS, H. P.; ALBUQUERQUE, J. A. Disponibilidade hídrica, radiação solar e fotossíntese em videiras 'Cabernet Sauvignon' sob cultivo protegido. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 2, p. 432-439, jun. 2009.

MOURA, N. R.; SANTOS, T. B. dos; FERREIRA, M. A. R.; PASSOS, T. O.; LOPES, P. R. C.; FREITAS, S. T. de. Incidência de queimadura solar em diferentes genótipos de maçãs produzidas em duas safras no Vale do São Francisco. In: Jornada de Iniciação Científica da Embrapa Semiárido, 13., 2018, Petrolina. **Anais...** Petrolina: Embrapa Semiárido, 2018.

NACHTIGALL, G. R.; FIORAVANÇO, J. C.; HOFFMANN, A. Macieira. In: MONTEIRO, J. E. B. A. (Org.). **Agrometeorologia dos cultivos**: o fator meteorológico na produção agrícola. Brasília: INMET, 2009. p. 451-464.

OLIVEIRA, I. V. M.; LOPES, P. R. C.; SILVA-MATOS, R. R. S. Avaliação fenológica da pereira 'Triunfo' cultivada em clima Semiárido no nordeste do Brasil na safra de 2012. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 37(1): 261-266, 2015.

PALMER, J. W.; PRIVÉ, J. P.; TUSTIN, S. Temperature. In: FERREE, D. C.; WARRINGTON, I. J. **Apples**: botany, production and uses. Wallingford: CABI, 2003. cap. 10, p. 217-236.

PEDROSO, S.G.; VARELA, V. P. Efeito do sombreamento no crescimento de mudas de Sumaúma (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn). **Revista Brasileira de Sementes**, v.17, p.47-51, 1995.

PENROSE, L. J.; NICOL, H. J. Aspects of microclimate variation within apple tree canopies and between sites in relation to potential *Venturia inaequalis* infection. **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**, Wellington, v. 24, n. 6, p.2 59-266, 1996.

STAMPAR, F.; VEBERIC, R.; ZADRAVEC, P.; HUDINA, M.; USENIK, V.; SOLAR, A.; OSTERC, G. Yield and fruit quality of apples cv. Jonagold under hail protection nets. **Gartenbauwissenschaften**, v.67, p.205-210, 2002.

SANSAVINI, S.; GRAPPADELLI, L. C. Canopy efficiency of apple as affected by microclimatic factors and tree structure. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 322, p. 69-78, 1992.

SCALON, S. P. Q.; MUSSURY, R. M.; RIGONI, M. R.; SCALON FILHO, R. Crescimento inicial de mudas de *Bombacopsis glabra* (Pasq.) A. Robyns sob condição de sombreamento. **Revista Árvore**, v.27, p.753- 758, 2003.

SCALON, S. de P. Q.; MUSSURY, R. M.; RIGONI, M. R.; VERALDO, F. Crescimento inicial de mudas de espécies florestais nativas sob diferentes níveis de sombreamento. **Revista Árvore**, v.26, p.1-5, 2002.

SILVA, A. R. A.; BEZERRA, F, M, L.; LACERDA, C. F.; PEREIRA FILHO, J. V.; FREITAS, C. A. S. Trocas gasosas em plantas de girassol submetidas à deficiência hídrica em diferentes estádios fenológicos. **Revista Ciência Agronômica**, v.44, n.1, p.86-93, 2013.

SOLOMAKHIN, A.; BLANKE, M.M. Overcoming adverse effects of hailnets on fruit quality and microclimate in an apple orchard. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Londres, v. 87, n. 14, p. 2625-2637, 2007.

TAIZ, L., ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**, 5ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 954 p. il.  
TASSARA, M.A.; BATTAGLIA, M. Ensayo de una red plastica antigranizo en manzanos en el Alto Valle de Rio Negro. **Rivista di Agricoltura Subtropicale e Tropicale**, v.86, p.375-384, 1992.

WÜNSCHE, J. N. et al. The bases of productivity in apple production systems: the role of light interception by different shoot types. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 121, n. 5, p. 886-893, 1996.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mesmo sob condições climáticas distintas das recomendadas para o cultivo de pera e maçã, o polo irrigado do Submédio do São Francisco apresenta-se uma boa alternativa para produção dessas culturas para comercialização, incentivando a diversificação da fruticultura para que os produtores tenham maiores opções de mercado, refletindo em maior renda e menor risco com variações de preços pagos pelo mercado, assim como ampliação do período de safra com diferentes frutos, uma vez que em clima tropical semiárido, a floração é induzida em junho e o crescimento e desenvolvimento dos frutos até a colheita se estende até os meses de setembro e outubro, período este de entressafra das regiões produtoras dessas culturas. Estes benefícios contribuirão para o uso mais eficiente da área e da água disponível no sertão pernambucano. Entretanto, é importante a continuidade dos estudos dessas culturas, somados aos resultados da presente dissertação, para redução de queimadura do sol em maçãs que resultam em perdas de qualidade e conseqüentemente no potencial de armazenamento dos frutos.