



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

Joanaylla Gomes de Albuquerque

**Estádio de maturação para a colheita, métodos para a
remoção da adstringência e uso de coberturas pós-
colheita para caquis produzidos no Vale do São
Francisco**

Petrolina – PE

2018

JOANAYLLA GOMES DE ALBUQUERQUE

**Estádio de maturação para a colheita, métodos para a
remoção da adstringência e uso de coberturas pós-
colheita para caquis produzidos no Vale do São
Francisco**

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^o Dr^o Sergio Tonetto de Freitas

Petrolina - PE

2018

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

FOLHA DE APROVAÇÃO

Joanaylla Gomes de Albuquerque

Estádio de maturação para a colheita, métodos para a remoção da
adstringência e uso de coberturas pós-colheita para caquis produzidos no Vale
do São Francisco

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: 13 de Julho de 2018.

Banca Examinadora

Sérgio T. F.

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

Ana C. Poloni

(Ana Cecília Poloni Rybka, Dra., Embrapa Semiárido).

Clívia Danúbia

(Clívia Danúbia Pinho da C. Castro, Dra., Embrapa Semiárido).

Ao meu filho, Arthur Mariano Nakahara.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por até aqui ter me guiado, me sustentado e amparado. E por me permitir concluir mais esta etapa na minha vida. Obrigada Senhor!

Aos meus pais Nilson e Joana. Em especial a minha mãe por todo apoio, amor, amparo e por ter sido peça fundamental para a conclusão deste trabalho. Obrigada mãe por ser tão forte e por acreditar tanto em mim, sem você eu não teria chegado até aqui. Amo vocês!

Aos meus irmãos, Joanilson, Nilson Júnior e João Paulo, pela cumplicidade da vida inteira. Obrigada meninos, amo muito vocês.

Ao meu amado filho Arthur, minha fonte inesgotável de vida, que mesmo sem entender me faz ser mais forte e ir além. Tudo por você!

Ao meu amor Akira, pela compreensão, companheirismo, cumplicidade, incentivo e força. Obrigada meu bem.

Ao meu orientador Dr. Sérgio Tonetto de Freitas, pela orientação, paciência, ensinamentos, ajuda e atenção para a conclusão deste trabalho. Muito obrigada!

Aos Professores do Programa de Pós-graduação em Agronomia - Produção Vegetal da Univasf pelos ensinamentos transmitidos.

Aos colegas da turma 2016.1 pela amizade e parceria. Em especial a Jandelson, Gracinha, Tássia, Camila, Jackson, Witalo e Rosangela pela amizade ao longo do curso. Muito obrigada! Sem esquecer Bruna, que tanto me ajudou e escutou ao longo desses anos, obrigada pela amizade!

Aos colegas e equipe do Laboratório de Fisiologia Pós-colheita da Embrapa Semiárido: Maria Aparecida, Nadiane, Taise e Luna por toda amizade e ajuda na elaboração do trabalho. A Dani, Dirliane, José, Eugênio, João Paulo,

Débora, Osvaldo, Nêmora, Rosangela, Cristina, Thais e Carlinhos pelos momentos de descontração.

Aos meus familiares e amigos, que mesmo de longe torcem por mim. E a família Nakahara pelo acolhimento. Muito obrigada!

À Embrapa Semiárido, pelo espaço, recursos financeiros e parceria para execução dos trabalhos.

À Facepe, pela concessão da bolsa de mestrado.

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

A todos, meu muito-obrigado!

Consagre ao Senhor tudo o que você faz, e seus planos serão bem-sucedidos.

Provérbios, 16: 3

RESUMO

O caquizeiro (*Diospyros kaki* L.) é uma espécie de clima subtropical que vem mostrando grande potencial produtivo em condições irrigadas no semiárido. Nessas condições a colheita pode ser programada para qualquer época do ano, podendo suprir o mercado interno na entressafra, proporcionando melhores preços para os produtores além de possibilitar a diversificação de culturas na região. O presente trabalho teve como objetivos identificar o ponto ideal de colheita, métodos para a remoção da adstringência e técnicas de armazenamento eficientes na manutenção da qualidade de caquis produzidos nas condições de cultivo do Vale do São Francisco. No 1º estudo, caquis 'Rama Forte' foram colhidos em dois ciclos de produção nos estádios de maturação indicado pela coloração da epiderme com média de ângulo hue $h^{\circ}=86,9, 67,3$ e $53,9$ e $h^{\circ}=86,7, 75,2$ e $55,9$ no 1º e 2º ciclo, que indicam coloração verde, laranja e laranja intenso, respectivamente. Após a colheita, os frutos foram armazenados a 0°C com umidade relativa de 80-90% por 90 dias. No 2º estudo, caquis 'Rama Forte' foram colhidos e submetidos ao processo de remoção de adstringência mediante exposição ao fluxo contínuo (100 ml min^{-1}) de ar ambiente (controle), CO_2 e N_2 em recipientes de 10L hermeticamente fechados por 16, 24 e 32 horas. No 3º estudo, caquis 'Rama Forte' e 'Costata' foram colhidos e tratados com água, cera de carnaúba (20%), cloreto de cálcio (2%), ácido Giberélico ($500 \mu\text{L.L}^{-1}$), e quitosana (0,2%). Após a aplicação das coberturas, os frutos foram armazenados a 0°C por 120 dias. De acordo com os resultados obtidos no 1º estudo, ao final do armazenamento os frutos colhidos nos três estádios de maturação apresentaram os valores de firmeza aptos para comercialização. O conteúdo de matéria seca e a relação SS/AT foi maior nos frutos colhidos com a coloração da epiderme laranja e laranja intenso. No 2º estudo, os resultados mostram que o uso do CO_2 para a remoção da adstringência aumentou a taxa respiratória dos frutos e diminuiu a firmeza de polpa, enquanto o N_2 diminuiu a taxa respiratória e manteve maior firmeza de polpa dos frutos. Os teores de taninos poliméricos, oligoméricos, dímeros e totais diminuíram em média 97, 99, 97 e 95%, respectivamente, em frutos tratados com CO_2 ou N_2 , os quais receberam as maiores notas para sabor global e doçura e menores notas para adstringência na análise dos consumidores. O uso de coberturas apresentou pouco efeito sobre os parâmetros de qualidade de caquis 'Costata' e 'Rama Forte'. Desta forma, conclui-se que caquis 'Rama Forte' colhidos com coloração da epiderme laranja apresentam melhor conservação da qualidade durante o armazenamento. O uso CO_2 e N_2 durante 16hs é eficiente na remoção da adstringência de caquis, assim como o uso de N_2 preserva a firmeza de polpa dos frutos. O uso das coberturas foi ineficiente na conservação da qualidade pós-colheita de caquis 'Costata' e 'Rama Forte' produzidos no Vale do São Francisco.

Palavras-chave: *Diospyros kaki* L., armazenamento refrigerado, destanização, amadurecimento.

ABSTRACT

Persimmon (*Diospyros kaki* L.) is a species of subtropical climate that has been showing great potential for cultivation under irrigated conditions in the São Francisco Valley, Brazil. In this region, fruit production and harvest can be scheduled for any season, which enables to supply the market in the off-season, providing better prices for the fruit production, as well as stimulating crop diversification in the region. Although persimmon production has potential in the São Francisco Valley, studies are required to identify the best harvest and postharvest approaches to guarantee high fruit quality to consumers. Therefore, this study aimed to identify the ideal harvest maturity, astringency removal methods and storage techniques to maintain fruit quality. In the first study, 'Rama Forte' persimmons were harvested at two production seasons in the maturity stages determined by the skin color with average hue angles of 86,9, 67,3, or 53,9 in the first season and 86,7, 75,2, or 55,9 in the second season, which indicates green, orange, or intense orange skin color, respectively. After harvest, the fruit were stored at 0 °C with relative humidity between 80-90% for 90 days. In the second study, 'Rama Forte' fruit were harvested and subjected to the process of astringency removal through fruit exposure to continuous flow (100 ml min⁻¹) of the air (control), CO₂ or N₂ in 10L chambers that were hermetically closed for 16, 24 and 32 hours. In the third study, 'Rama Forte' and 'Costata' fruit were harvested and treated with water, carnauba wax (20%), calcium chloride (2%), gibberellic acid (500 uLL⁻¹), and chitosan (0.2%). After applying the treatments, the fruit were stored at 0°C for 120 days. According to the results obtained in the first study, fruit at all three maturity stages showed flesh firmness values at marketable ranges at the end of the storage. The dry matter content and the SS/AT ratio were greater in fruit harvested with orange and intense orange skin color. In the second study, the results show that the use of CO₂ for the astringency removal increased the respiration rate of the fruit and decreased flesh firmness, while N₂ decreased the respiration rate and kept higher fruit flesh firmness. The polymeric, oligomeric, dimers and total tannin contents decreased on average 97, 99, 97 and 95%, respectively, in fruit treated with CO₂ or N₂, which received the higher values for global flavor, sweetness and inferior values for astringency in the consumer analysis. The use of fruit coatings had no significant effect on fruit quality parameters of 'Costata' and 'Rama Forte' persimmons. Therefore, 'Rama Forte' harvested with orange skin color presented better quality during storage. The uses of CO₂ and N₂ for 16 hours are efficient in astringency removal, and N₂ treatment also maintains higher fruit flesh firmness. The use of fruit coatings was inefficient in maintaining fruit quality during storage of 'Costata' and 'Rama Forte' persimmons produced in the São Francisco Valley.

Key words: *Diospyros kaki* L., refrigerated storage, detannization, ripening.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
2.1 ASPECTOS GERAIS DA CULTURA E IMPORTÂNCIA ECONÔMICA.....	13
2.1.1 CULTIVAR RAMA FORTE	14
2.1.2 CULTIVAR COSTATA	14
2.2 ESTÁDIO DE MATURAÇÃO PARA A COLHEITA	15
2.3 ADSTRINGÊNCIA	16
2.4 MÉTODOS PARA REMOÇÃO DE ADSTRINGÊNCIA.....	18
2.4.1 USO DE CO ₂ E N ₂ NA REMOÇÃO DA ADSTRINGÊNCIA	18
2.5 PÓS-COLHEITA.....	20
2.6 O USO DE COBERTURAS NA CONSERVAÇÃO DA QUALIDADE PÓS- COLHEITA DE CAQUIS	20
2.6.1 QUITOSANA	20
2.6.2 CERA DE CARNAÚBA	21
2.6.3 CLORETO DE CÁLCIO – CaCl ₂	22
2.6.4 ÁCIDO GIBERÉLICO – GA ₃	23
3. REFERÊNCIAS.....	25
CAPÍTULO I	32
4. ESTÁDIO DE MATURAÇÃO PARA COLHEITA DE CAQUIS ‘RAMA FORTE’ PRODUZIDOS NO VALE DO SÃO FRANCISO.....	32
RESUMO.....	32
INTRODUÇÃO	33
MATERIAL E MÉTODOS.....	34

RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	38
CONCLUSÕES	53
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53
CAPÍTULO II	58
5. USO DE N₂ E CO₂ PARA REMOÇÃO DA ADSTRINGÊNCIA DE CAQUI 'RAMA FORTE' PRODUZIDO NO VALE DO SÃO FRANCISCO	58
RESUMO.....	58
INTRODUÇÃO	59
MATERIAL DE MÉTODOS	61
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	65
CONCLUSÕES	77
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	77
CAPITULO III	82
6. USO DE COBERTURAS PÓS-COLHEITA PARA CONSERVAÇÃO DA QUALIDADE DE CAQUIS 'RAMA FORTE' E 'COSTATA' PRODUZIDOS NO VALE DO SÃO FRANCISCO	82
RESUMO.....	82
INTRODUÇÃO	83
MATERIAL DE MÉTODOS	83
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	87
CONCLUSÕES	92
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	92
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	96

1. INTRODUÇÃO

O Vale do São Francisco é uma das principais regiões produtoras de frutos no Brasil e a falta de opções de novos cultivos tem levado os produtores a persistirem nos cultivos de manga e uva, o que limita as opções de mercado e comercialização de outros frutos. Estudos realizados pela Embrapa Semiárido mostram que existe a possibilidade de cultivo de espécies de clima temperado e subtropical em regiões semiáridas irrigadas, o que permite programar a colheita para qualquer época, atendendo a demanda de consumo ao longo do ano. Nestes estudos, o caquizeiro (*Diospyros kaki* L.) tem demonstrando alto potencial produtivo em condições irrigadas do semiárido brasileiro. Esta espécie de clima subtropical tem apresentado um alto crescimento na área produzida nos últimos anos devido à alta demanda de consumo nacional, tornando-se, portanto, uma espécie interessante para a diversificação de pomares no Vale do São Francisco (FACHINELLO et al., 2011).

O caqui é produzido tradicionalmente nas regiões Sudeste e Sul do país, nos meses de fevereiro a junho. A partir do mês de outubro o caqui é importado da Espanha e Israel, chegando ao consumidor por preços até seis vezes maiores do que os praticados com a fruta nacional (CAMPOS, 2014). Considerando-se as variáveis climáticas do Vale do São Francisco, a cultura do caquizeiro apresenta grande potencial agrônômico e econômico. Nos estudos realizados, foi possível verificar que a indução da floração pode ser feita em qualquer mês do ano, com flores abundantes e elevado pegamento de frutos, sendo necessário realizar o raleio. Como a floração pode ser realizada em todos os meses do ano, o período de colheita poderá ser direcionado para os meses de baixa oferta de caquis no mercado, o que, conseqüentemente, proporcionará melhores preços para os produtores (LOPES et al., 2014). Além disso, a introdução de novas espécies de frutos na região é de suma importância em vista das constantes demandas do mercado consumidor por frutos exóticos e de qualidade.

Entre os genótipos estudados a cultivar Costata e principalmente a cultivar Rama Forte vem se destacando pelo grande potencial produtivo (LOPES, 2014) e o estudo do estágio ideal de maturação em que os frutos

devem ser colhidos é importante para garantir a alta qualidade e vida pós-colheita dos frutos (MARTINS; PEREIRA, 1989). Entretanto, essas cultivares pertencem ao grupo de caquis variáveis, ou seja, quando não apresentam sementes provém de altos teores de taninos solúveis que causam sensação de adstringência quando entram em contato com as enzimas presentes na saliva (CAMPO-DALL' ORTO et al.,1996), sendo necessária realizar o a remoção artificial da adstringência dos frutos antes do consumo. O uso de gases como dióxido de carbono (CO₂) e nitrogênio (N₂) submetem os frutos a respiração anaeróbica que através de reações químicas polimerizam os taninos solúveis presentes nos frutos tornando-os insolúveis e não adstringentes (KAZUHIRO-EDAGI; KLUGE, 2009).

Por se tratar de um fruto de curta vida útil com rápido amolecimento da polpa é necessária a busca de tecnologias de conservação pós-colheita. O armazenamento refrigerado é a tecnologia mais eficiente na conservação da qualidade pós-colheita dos frutos. Entretanto, outras tecnologias como o uso de coberturas comestíveis podem auxiliar na manutenção da qualidade pós-colheita dos frutos (QUIRÓS-SAUCEDA et al., 2014; PANIGRAHI et al, 2017).

Apesar de estudos anteriores comprovarem o potencial produtivo e econômico do caqui na região do Vale do São Francisco, ainda faltam estudos para determinar o estágio de maturação ideal para a colheita, métodos eficientes para a remoção de adstringência, e condições ideais de armazenamento de caquis produzidos na área irrigada do Sertão do São Francisco.

O presente trabalho teve como objetivos identificar o estágio de maturação ideal para a colheita, métodos eficientes para a remoção da adstringência e o potencial de uso de coberturas pós-colheita para manter a qualidade dos genótipos de caqui selecionados como mais promissores para serem produzidos no Vale do São Francisco.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 ASPECTOS GERAIS DA CULTURA E IMPORTÂNCIA ECONÔMICA

O caquizeiro (*Diospyros kaki* L.) é originário da região Asiática, China e Japão e tem como centro de origem e principal centro de diversidade as montanhas da região central da China (CAMPOS et al., 2015), de onde se expandiu para outras regiões de clima temperado ou subtropical do mundo. Segundo Martins; Pereira (1989), o caquizeiro foi introduzido em São Paulo no final do século XIX e, a partir de 1920, apresentou grande expansão com a chegada de fruticultores japoneses, que trouxeram tecnologia de produção e inúmeras variedades.

Em 2015, o Brasil possuía 9.613 hectares cultivados e a produção brasileira de caqui foi de 192.327 mil toneladas (IBGE, 2015), representando 1,1% da produção nacional de frutos posicionando o país como o quarto produtor mundial de caqui ficando atrás da China, Coréia e Japão. O Estado de São Paulo é o maior produtor, atendendo ao mercado interno e externo, sendo responsável por 58% da produção nacional. Na região Nordeste, a produção de caquis ocorre apenas nas zonas de altitude do estado da Bahia, onde a produção de caqui foi de 111 toneladas, contribuindo apenas com 0,05% da produção nacional (IBGE, 2015). No Vale do São Francisco, a produção de caquis ainda é pequena, resumindo-se a áreas experimentais para estudo da cultura e alguns pequenos produtores que estão observando a adaptação e produtividade de caquis na região (VARJÃO, 2018). Os estudos foram iniciados com uma coleção de 12 acessos contendo os genótipos: Rama Forte, Giombo, Kioto, Fuyu, Regina (IAC 2-4), Coração de Boi, Fuyuhana (IAC 152-7), Costata, Taubaté, Girô, Pomelo e Rojo Brilhante, ambas localizadas no Campo Experimental de Bebedouro da Embrapa Semiárido em Petrolina, PE.

Pertencente à família das Ebenáceas o caquizeiro possui cerca de 200 espécies e 800 variedades. O gênero que produz frutos comestíveis é o *Diospyros* e a espécie *Diospyros kaki* é a mais importante e de maior interesse econômico (RAGAZZINI, 1985; RAZZOUK, 2007). As cultivares podem ser divididas em dois tipos distintos: aquelas cujos frutos não apresentam mudança na coloração da polpa em função da polinização (constantes em relação à

polinização-PC) e aquelas cujos frutos apresentam polpa clara quando não polinizada (sem sementes) e escura quando polinizados (com sementes) (variáveis em relação à polinização-PV) (SEYMOUR et al., 1993; VITTI, 2009).

Quanto ao teor de taninos, Campo-Dall'Orto et al., (1996) dividem os caquizeiros em três tipos: taninoso ou *Shibugaki* (Pomelo, Rubi e Taubaté), não taninoso ou *Amagaki* (Fuyu, Jirô e Fuyuhana) e variável (Giombo e Rama Forte). Caquis taninosos ou *Shibugaki* possuem coloração amarela quando maduros, podendo apresentar ou não sementes. Caquis não taninoso ou *Amagaki* são doces ou não taninosos, de polpa firme e de coloração mais amarela quando maduros, podendo ou não apresentar sementes. Caquis variáveis são os que apresentam polpa amarela, não possuem sementes e são taninosos, bem como podem apresentar a polpa escura, possuir sementes e não ser taninosos.

Dentre as principais cultivares estudadas no Vale do São Francisco se destacam:

2.1.1 Cultivar Rama forte

Pertencente ao grupo variável, esse genótipo é o mais consumido e cultivado no Brasil (CORSATO et al., 2005). A planta é vigorosa e muito produtiva, os frutos são de tamanho médio, achatados e taninosos na maioria das vezes, apresentam sabor agradável e possuem alta firmeza de polpa mesmo após o processo de remoção de adstringência. Este genótipo foi produzido por uma mutação natural ocorrida na região de Mogi das Cruzes, SP. O nome dado a esta cultivar vem de seus ramos serem mais vigorosos que os das cultivares tradicionais da época como a cultivar Taubaté (PIO 2014).

2.1.2 Cultivar Costata

Essa cultivar foi obtida através de programas de melhoramento no Brasil (CAMPOS, 2014). Este genótipo pertence ao grupo *Shibugaki* ou taninoso, possui fruto de tamanho médio e formato globoso achatado. As principais características são a boa aparência do fruto, grande vigor da planta e a precocidade de maturação que ocorre entre os meses de fevereiro e março. (PIO, 2014). É uma cultivar de maturação tardia e tem boa conservação pós-colheita (MORTON, 1987).

Lopes et al. (2014) afirmam que as variedades Rama Forte e Giombo são as que têm apresentado melhores resultados em termos de produção e qualidade dos frutos em condições irrigadas de cultivo no semiárido brasileiro, no entanto é importante estudar todas as variedades que estão sendo cultivadas na região do Vale do São Francisco para selecionar as mais produtivas e com maior qualidade para o consumo.

2.2 ESTÁDIO DE MATURAÇÃO PARA A COLHEITA

O ciclo de desenvolvimento dos frutos é dividido em quatro fases fisiológicas: crescimento, maturação, amadurecimento e senescência. O desenvolvimento que compreende a formação, crescimento e maturação da planta e dos seus órgãos é responsável por uma série de mudanças em processos fisiológicos e bioquímicos geneticamente programados, resultando na senescência e morte celulares (CHITARRA; CHITARRA, 2005). A maturação geralmente ocorre após o crescimento dos frutos e pode ser definida como uma sequência de mudanças na cor, sabor, aroma, textura e alterações nas taxas respiratórias sendo influenciada pela cultivar e pelas condições climáticas (SIMÃO, 1998; VITTI, 2009).

Frutos de caquizeiro apresentam curva de crescimento sigmoidal dupla que compreende dois períodos de crescimento rápido (fase I e III), separados por um período de crescimento lento (fase II), na primeira fase, o crescimento corresponde à abundante divisão celular no mesocarpo, na segunda à paralização da divisão celular e crescimento estável, e na terceira ao alongamento das células do mesocarpo e aumento dos espaços intracelulares (SUGIURA et al., 1991; TESSMER, 2014).

O caqui é considerado um fruto climatérico, no entanto Takata (1986) relatou que caquis da variedade Fuyu apresentam padrão de frutos climatéricos e não-climatéricos e Turk (1993) verificou que frutos colhidos em estádios de maturação diferentes apresentam comportamento diferenciado durante o período de armazenamento refrigerado, frutos colhidos precocemente apresentam características de frutos climatéricos, enquanto frutos colhidos mais tardiamente apresentam produção irregular de CO₂ durante o armazenamento.

O ponto de colheita pode ser definido através das diferentes tonalidades em que passam os frutos e a conservação pós-colheita do caqui depende da

cultivar, das condições climáticas, da refrigeração e umidade relativas das câmaras de armazenamento e do estágio de maturação em que os frutos são colhidos (MARTINS; PEREIRA, 1989). As modificações na coloração de caquis durante o amadurecimento estão relacionadas à degradação da clorofila e ao aumento do conteúdo de pigmentos carotenoides (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Uma das principais mudanças durante o amadurecimento é o amolecimento dos frutos de caquizeiro. Krammes (2005) estudando diferentes pontos de colheita de caquis pela coloração da casca relatou que os frutos colhidos no estágio de maturação em que a epiderme estava totalmente alaranjada tiveram o amolecimento da polpa mais rápido do que caquis colhidos em estádios de maturação em que a casca se encontrava mais esverdeada. O amolecimento deve-se a redução dos teores de pectina e hemicelulose na parede celular, levando a perda de firmeza do mesocarpo do fruto (CUTILLAS-SUTURRALDE et al., 1993).

2.3 ADSTRINGÊNCIA

Os taninos são compostos fenólicos solúveis em água, provenientes do metabolismo secundário, responsáveis pela adstringência de muitos frutos (MONTEIRO et al., 2005). São divididos de acordo com a estrutura química em dois grandes grupos: taninos hidrolisáveis (taninos solúveis) que são a principal fonte de adstringência (YONEMORI; SUZUKI 2008) e não hidrolisáveis (taninos condensados) que pouco contribuem para a adstringência. As cultivares adstringentes de caqui apresentam, como principal característica, altos teores de taninos solúveis. Na boca, os taninos solúveis precipitam as proteínas presentes na saliva, principalmente a amilase, a qual uma vez ligada aos receptores de sabor causa uma sensação de secura no palato, característica de alimentos adstringentes (ITTAH, 1993).

O processo de remoção da adstringência consiste em polimerizar as moléculas de tanino, tornando-as insolúveis e, conseqüentemente, incapazes de reagir com as enzimas presentes na saliva. Tal polimerização das moléculas de tanino pode ser causada por ligações covalentes com moléculas de acetaldeído ou por interações não covalentes com outros componentes presentes no citosol (MATSUO; ITOO, 1982). O acetaldeído é o composto

responsável pela polimerização das moléculas de tanino, e segundo Pesis (2005) esse composto é formado em condições normais durante o amadurecimento dos frutos sendo também um dos compostos responsáveis pelo aroma do fruto. Segundo Kazuhiro-Edagi; Kluge (2009) existem três formas de induzir o acúmulo de acetaldeído na polpa de caquis e promover a remoção da adstringência. Estas três formas são: acelerar o amadurecimento dos frutos; armazená-los em ambiente anóxico; ou submetê-los a aplicações de etanol. Entretanto, acelerar o amadurecimento dos frutos pode ser inconveniente devido à rápida perda da firmeza da polpa e redução da vida pós-colheita dos frutos. O amolecimento da polpa ocorre devido ao aumento da atividade de enzimas de degradação de paredes celulares, tais como a celulase, a pectinametilesterase e a poligalacturonase (TAIRA et al., 1997). Desta forma, as técnicas mais utilizadas para a remoção da adstringência envolvem o armazenamento dos frutos em condições que estimulam a respiração anaeróbica dos frutos, assim como o tratamento dos frutos com etanol. Tais técnicas estimulam a síntese de acetaldeído, a polimerização das moléculas de tanino e a perda da sensação de adstringência dos frutos durante o consumo.

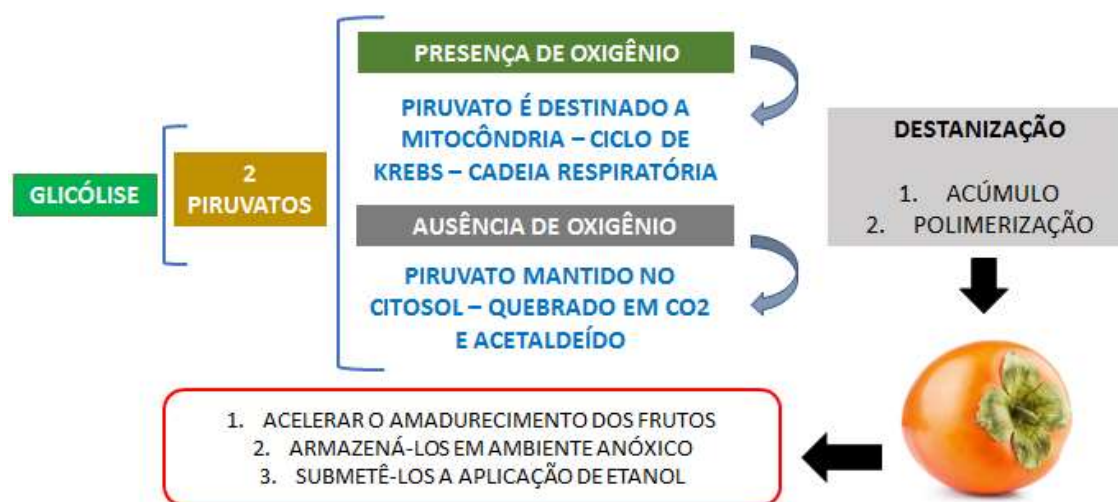


Figura 1. Esquema ilustrativo do processo de remoção de adstringência em caquis.

Conforme apresentado na figura 1, a glicólise é uma fase do metabolismo primário responsável pela quebra da molécula de glicose em duas moléculas de piruvato. Na presença de oxigênio, o piruvato é destinado à mitocôndria, na qual ocorre o ciclo de Krebs e a cadeia transportadora de elétrons. Entretanto, em condições de anaerobiose, o piruvato é mantido no citosol, onde, através

de uma reação catalisada pela piruvato descarboxilase é quebrado em dióxido de carbono e acetaldeído (TAIZ; ZEIGER, 2017). O processo de destanização pode ser dividido em duas etapas: na primeira, há acúmulo de acetaldeído, na segunda, ocorre à polimerização das moléculas de tanino pelo acetaldeído acumulado na polpa (ITAMURA; FUKUSHIMA, 1989).

2.4 MÉTODOS PARA REMOÇÃO DE ADSTRINGÊNCIA

Grande parte do volume de caquis comercializados no Brasil é de variedades que necessitam da remoção da adstringência (KAZUHIRO EDAGI et al., 2009), como é o caso das cultivares Rama forte e Costata. Nos últimos anos, o cultivo do caqui aumentou consideravelmente nos países produtores com isso foram desenvolvidas novas técnicas para remover a adstringência dos frutos, mantendo sua textura firme e boas características organolépticas que tornam o fruto mais atrativo para o consumidor (ARNAL; DEL RÍO, 2005).

Os produtos mais utilizados na remoção da adstringência do caqui são álcool, vinagre, água de cal, etileno, ethephon e carbureto de cálcio (BIASI; GERHARDT, 1992). Devido a menor exigência em tecnologia o método mais utilizado no Brasil é a aplicação de vapor de álcool etílico (TERRA, 2010), esse agente é um destanizador em potencial, no entanto apresenta o inconveniente de amolecimento da polpa do fruto (ITTAH, 1993), pela degradação de componentes da parede celular, o que dificulta o manuseio e diminui a conservação pós-colheita dos frutos inviabilizando a comercialização de caquis ao longo do ano e em mercados distantes das regiões produtoras (KAZUHIRO EDAGI et al., 2009). Desta forma, cada método apresenta vantagens e desvantagens, cabendo ao produtor incluir em seu sistema de produção o método que se adapte melhor às suas condições, visando à obtenção de um fruto não adstringente de boa qualidade e com um custo acessível (KAZUHIRO EDAGI; KLUGE, 2009).

2.4.1 Uso de CO₂ e N₂ na remoção da adstringência

Nos últimos anos foram desenvolvidos tratamentos pós-colheita que permitem a remoção de adstringência preservando a firmeza da polpa como o uso de baixas concentrações de O₂ e altas concentrações de CO₂ (95% - 98%) durante 24 a 36 horas (MUNERA et al., 2017). Esse é o método mais utilizado

no mundo (VITTI, 2009), e proporciona a manutenção da qualidade dos frutos, mantendo a coloração da casca e a firmeza da polpa dos frutos. Tal processo promove a respiração anaeróbica no fruto, levando ao acúmulo de acetaldeído, que causa a polimeirização de taninos solúveis, removendo a sensação de adstringência dos frutos (MATSUO; ITO, 1982; MATSUO et al., 1991).

Em condições de baixos níveis de O_2 devido a altos níveis de N_2 e CO_2 , o piruvato proveniente da glicólise é descarboxilado, gerando grandes quantidades de acetaldeído e etanol. Em atmosferas com concentrações inferiores a 5% de O_2 , a taxa de respiração aeróbica do fruto diminui significativamente, devido à menor oferta de O_2 no ambiente. Quando, porém, o nível de O_2 atinge concentrações muito baixas, inferiores a 1%, a taxa de produção de CO_2 aumenta abruptamente. Nesse caso, a produção de CO_2 é proveniente da descaboxilação do piruvato em acetaldeído pela ação da piruvato descarboxilase (PESIS, 2005; KAZUHIRO EDAGI; KLUGE, 2009).

A duração ideal do tratamento com baixo O_2 ou alto CO_2 depende da cultivar, condições de cultivo, temperatura e estágio de maturação do fruto (BEN-ARIE; SONEGO, 1993; NOVILLO et al., 2010). Se o tratamento for muito curto, pode resultar em frutos com adstringência residual, e se for excessivo pode levar ao processo fermentativo severo e perdas de qualidade do fruto (NOVILLO et al., 2014). O uso de baixos níveis de O_2 é possível com a aplicação de altos níveis de N_2 no ambiente de armazenamento, porém alguns trabalhos mostram que tratamentos com CO_2 foram capazes de remover a adstringência de forma mais eficiente do que os tratamentos com N_2 , independente do tempo de exposição (ARNAL et al., 2003). Apesar de existirem vários estudos indicando combinações de baixo O_2 , alto CO_2 e tempos de tratamentos, frutos cultivados nas condições ambientais das áreas irrigadas do Semiárido brasileiro possuem características de qualidade diferentes, apresentam altos teores de taninos totais e taninos solúveis e mesmo quando não destanizados os frutos apresentam valores de firmeza inferiores aos reportados na literatura e altos valores de acidez (SILVA-MATOS, 2016). As plantas em condições semiáridas reagem fisiologicamente ao estresse e como mecanismo de defesa aumentam a produção e concentração de compostos fenólicos (CHITARRA; CHITARRA, 2005), sendo desta forma necessários estudos para identificar as combinações mais eficientes de atmosferas para a remoção da adstringência dos frutos.

2.5 PÓS-COLHEITA

O caqui é um fruto climatérico sensível ao etileno, com amadurecimento rápido acompanhado por redução significativa na firmeza da polpa, o que torna o fruto frágil e extremamente suscetível a danos mecânicos, dificultando o transporte e a comercialização. Desta forma, o maior inconveniente de se acelerar o processo de amadurecimento para promover a destanização dos frutos é a diminuição da vida pós-colheita do fruto (KAZUHIRO EDAGI; KLUGE, 2009).

A maturação de caquis é concentrada em um curto período de tempo e pode levar a perda de frutos no início da colheita, principalmente em condições adversas de campo. Para ampliar o período de colheita e prolongar a oferta de frutos, necessita-se estabelecer novas condições de manejo na pré-colheita, colheita e armazenamento (BLUM et al., 2008).

A adoção de técnicas para conservar a qualidade dos frutos pós-colheita é estratégia essencial para a expansão do período de oferta e redução da sazonalidade dos preços do caqui. O armazenamento refrigerado é a principal tecnologia para o controle do amadurecimento e para minimizar a deterioração dos frutos (MACRAE, 1987). Porfírio-da-Silva et al. (2011) recomenda temperaturas de 0 a 1°C para o armazenamento de caqui. Além do controle da temperatura, algumas técnicas são utilizadas visando aumentar a vida pós-colheita de frutos e hortaliças, entre elas pode-se citar o uso de coberturas comestíveis como quitosana e cera de carnaúba, cloreto de cálcio, assim como hormônios vegetais inibidores do amadurecimento como o ácido giberélico (QUIRÓS-SAUCEDA et al., 2014; PANIGRAHI et al., 2017).

2.6 O USO DE COBERTURAS NA CONSERVAÇÃO DA QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE CAQUIS

2.6.1 Quitosana

A quitosana é um polissacarídeo catiônico de alta massa molecular, solúvel em ácidos orgânicos, obtida pela deacetilação alcalina da quitina, pode ser usada como um revestimento para frutos (JIANG et al., 2005). A quitina é o maior constituinte de exoesqueletos de crustáceos e de outros animais marinhos (MARQUES, 2015).

Coberturas a base de quitosana possuem a capacidade de formar películas ao redor do produto modificando as trocas gasosas do fruto com o ambiente e inibindo o processo respiratório e o amadurecimento dos frutos (CIA et al., 2010). Além disso, devido a sua habilidade para formar um filme semipermeável, pode diminuir a taxa transpiratória e a perda de água dos frutos (ZHANG; QUANTICK, 1997), assim como inibir o desenvolvimento de podridões na superfície dos frutos. Desse modo, o uso de quitosana, aplicada como cobertura, pode ser uma alternativa viável para manter a qualidade de caquis após a colheita (SOUZA et al., 2011) e tem sido utilizada em experimentos com mangas retardando o amadurecimento.

Um trabalho realizado por Cia et al. (2010) em Jundiaí, SP, constatou que o uso da quitosana a 1,5% em caquis 'Rama Forte' reduziu o índice de doenças pela sua ação antifúngica, porém não teve efeito significativo na alteração da cor da casca, e na firmeza dos frutos quando comparados com a testemunha. Porém é importante avaliar o efeito da quitosana nos frutos produzidos no Semiárido, uma vez que as características de qualidade dos frutos são diferentes daqueles produzidos em climas temperados e subtropical.

2.6.2 Cera de Carnaúba

A cera de carnaúba tem sido amplamente usada como cobertura em frutas e hortaliças, conferindo brilho e reduzindo perdas pós-colheita (HAGENMAIER; BAKER, 1994). A sua aplicação com espessura adequada, além de reduzir o metabolismo e a perda de água dos frutos para o ambiente, pode conferir proteção contra microrganismos patogênicos, aumentando a vida útil e melhorando a aparência final do produto (EDWARD; BLENNERHASSETT, 1994; JOYCE et al., 1995; SANTOS, 2008).

Silva et al. (2011) em um trabalho realizado com aplicação de cera de carnaúba em diferentes concentrações (25, 50 e 100%) constataram que a cobertura se mostrou efetiva na conservação da qualidade de caquis cv. Fuyu durante o armazenamento, resultando em menor perda de peso, mantendo a coloração externa mais verde e a polpa mais firme, concluindo que existe potencial de uso de cera de carnaúba para aumento da conservação pós-colheita de caquis.

Blum et. al. (2008), avaliando o efeito de diferentes concentrações de cera de carnaúba na conservação da qualidade de caquis 'Giombo', observou que a imersão dos frutos em solução com 12,5% de cera de carnaúba foi eficiente na manutenção dos teores de ácido ascórbico e firmeza de polpa dos frutos, permitindo o armazenamento por até 49 dias na temperatura de $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e 80% de umidade relativa.

2.6.3 Cloreto de Cálcio – CaCl_2

O cálcio é capaz de retardar a maturação e a senescência em frutos e hortaliças, porém os mecanismos envolvidos ainda não são bem compreendidos (FREITAS; NASSUR, 2017), a eficácia dos tratamentos pode ser aprimorada quando combinada com outras técnicas para inibir esses processos. A sua importância como regulador do amadurecimento de frutos e hortaliças tem sido estudada há algum tempo. Este nutriente possui um papel importante em funções celulares, incluindo a redução do amolecimento e inibição da senescência dos frutos (BARKER; PILBEAM, 2007; TAVARES et al., 2013).

Foi confirmada a relação entre os níveis de cálcio nos frutos e as desordens fisiológicas (SOFTNER et al., 1998), com isso os tratamentos pós-colheitas são aplicados para aumentar a quantidade de cálcio nos tecidos visando manter a qualidade dos frutos durante o período de armazenamento (CONWAY et al., 2002). Estudos mostram que a aplicação pós-colheita de cálcio aumenta a firmeza de polpa, mantém o teor de vitamina C, reduz a taxa respiratória, inibe o amadurecimento e a incidência de distúrbios fisiológicos, prologa a vida pós-colheita, e reduz a incidência de podridões durante o armazenamento (YUEN, 1994; FREITAS; NASSUR, 2017). Os tratamentos podem ser realizados por meio de pulverizações, imersões e infiltrações sob pressão (FREITAS; NASSUR, 2017). A penetração desse elemento se dá principalmente através de lenticelas, entretanto, fendas na cutícula e epiderme podem favorecer a sua absorção pela polpa do fruto (SILVA, 2004). Hussain et al. (2012), em estudo com maçãs, revelou que a combinação de cloreto de cálcio a 2,0 % com o tratamento de irradiação gama foi efetivo na manutenção da qualidade pós-colheita dos frutos durante o armazenamento, diminuindo a perda de peso e a

perda de firmeza dos frutos, aumentando a vida útil em cerca de 20 a 25 dias após 90 dias de refrigeração. Xiao-Hong et al. (2013), testando diferentes revestimentos em peras, concluiu que o cloreto de cálcio é eficiente para prolongar a vida e útil e manter a qualidade dos frutos, além de controlar o declínio da atividade antioxidante. Bagheri et al. (2015) com o objetivo de avaliar os efeitos do cálcio em caquis, constatou que o tratamento de cálcio é um método seguro e aplicável de aumentar a vida útil e reduzir as lesões de resfriamento no caqui durante o armazenamento a frio. Apesar de estudos mostrarem o potencial do uso de cálcio na manutenção da qualidade pós-colheita de frutos, estudos são necessários para avaliar o efeito da aplicação pós-colheita deste nutriente em caquis produzidos nas condições semiáridas do Vale do São Francisco.

2.6.4 Ácido giberélico – GA₃

Os fitormônios desempenham papéis cruciais na modulação de múltiplos processos de desenvolvimento e de respostas celulares aos estresses bióticos e abióticos. Alguns hormônios de ocorrência natural nas plantas como as giberelinas foram associadas a respostas de estresse ao frio em frutos (YANG DING et al., 2015), sendo este um dos hormônios mais utilizados para a manipulação do crescimento e amadurecimento em vários frutos e hortaliças (ZILKA et al., 1997).

O ácido giberélico (GA₃) parece ter papel especialmente importante como regulador de enzimas hidrolíticas (ROGERS et al., 1999), assim como inibe a ação das clorofilases responsáveis pela mudança da coloração verde para amarela e inibe a produção de etileno em frutos (MODESTO et al., 2006; AQUINO et al., 2016).

Dagar et al. (2012) demonstrou em um experimento com pêssegos que o GA₃ exógeno pode atrasar o processo de amadurecimento, aumentar a firmeza e aumentar a vida útil de frutos armazenados a frio, assim como este regulador de crescimento também pode desempenhar um papel importante na regulação da resposta de frutos ao frio (DING et al., 2015). Martínez-Romero et al. (2000) estudando o efeito de GA₃ e poliaminas em pêssegos encontraram aumento da firmeza, redução da respiração e produção de etileno e conseqüentemente diminuição do estresse mecânico em pêssegos.

A aplicação pré-colheita em caquizeiros permite escalonar a colheita e prolongar a oferta de frutos no mercado (PEREZ et al., 1995; BENARIE et al., 1996; BRACKMANN et al., 2002). O uso de GA₃ também pode resultar na manutenção da firmeza da polpa, redução da ocorrência de podridão e escurecimento da epiderme em caquis durante o armazenamento refrigerado (BRACKMANN et al., 2002). Os tratamentos com GA₃ são simples e fáceis de serem aplicados, podendo ser facilmente integrados em qualquer linha de embalagem sem a necessidade de manipulação especial, tornando-se ideal mesmo em ambientes industriais de grande escala.

3. REFERÊNCIAS

- AQUINO, C. F.; SALOMÃO, L. C. C.; AZEVEDO, A. M. Qualidade pós-colheita da banana 'Maçã' tratada com ácido giberélico avaliada por redes neurais artificiais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 51, n.7, p.824-833, jul. 2016.
- ARNAL, L.; DEL RÍO, M. A. La astringencia del caqui. **Fruticultura profesional**, v. 149, p. 14-18, 2005.
- ARNAL, L.; DEL RÍO, M. A. Removing Astringency by Carbon Dioxide and Nitrogen-Enriched Atmospheres in Persimmon Fruit cv. "Rojo Brillante", **Journal of Food Science**, v. 68, n. 4, p. 1516-1518, 2003.
- BAGHERI, M.; ESNA-SHARI, M.; ERSHADI, A. Effect of postharvest calcium chloride treatment on the storage life and quality of persimmon fruits (*Diospyros kaki* Thunb.) cv. 'Karaj'. **International Journal of Horticultural Science and Technology**, v. 2, (1) p. 15-26, 2015.
- BARKER, A.V.; PILBEAM, D.J. **Handbook of Plant Nutrition**. CRC Press, Boca Raton, FL, 2007.
- BEN-ARIE, R.; SAKS, Y; SONEGO, L; FRANK-A Cell wall metabolism in giberillin-treated persimmon fruits. **Plant Growth Regulation**. Alexandria, v.23, p.25-33, 1996.
- BEN-ARIE, R.; SONEGO, L. Temperature affects astringency removal and recurrence in persimmon. **Journal of Food Science**, v. 58 (6): p. 1397-1400, 2003.
- BESADA, C.; SALVADOR, A.; ARNAL, L.; MARTÍNEZ-JÁVEGA, J. M. Optimization of the duration of deastringency treatment depending on persimmon maturity. **Acta Horticulturae**, v. 858, p. 69-74, 2010.
- BIASI, L. A.; GERHARDT, I. R. Efeito da aplicação de vinagre, álcool e ethephon na destanização de caquis cv. Okira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 14 p. 31-36, 1992.
- BLUM, J.; AYUB, R. A.; MALGARIM, M. B. Época de colheita e qualidade pós-colheita do caqui cv. Fuyu com a aplicação pré-colheita de ácido giberélico e aminoetoxivinilglicina. **Revista Biotemas**, Ponta Grossa, v 21, p. 15-19, 2008.
- BRACKMANN, A.; MELLO, A. M.; FREITAS, S.T. Qualidade pós-colheita de caqui 'Kyoto', tratados com ácido giberélico e aminoetoxivinilglicina em pré-colheita. **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v. 9, n. 1, p. 48-55. 2002.
- CAMPOS, S. S. de. **Fenologia, estudo da biologia flora, fertilidade do pólen e produção em cultivares de caquizeiro (*Diospyros kaki* L. e *Diospyros virginiana* L.)**. 2014. 65 p. Dissertação de Mestrado em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil, 2014.

- CAMPOS, S. S. de; WITTMANN, M. T. S.; SCHWARZ, S.F.; VEIT, P. A. Biologia floral e viabilidade de pólen em cultivares de caqui (*Diospyros kaki* L.) e *Diospyros virginiana* L. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v 37, n. 3, p. 685-691, 2015.
- CAMPO-DALL'ORTO, F. A.; OJIMA, M.; BARBOSA, W.; ZULLO, M. A. T. Novo processo de avaliação da adstringência dos frutos no melhoramento do caqui. **Bragantia**, Campinas, v. 55, n. 2, p. 237-243, 1996.
- CHITARRA, M. I. F., CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.
- CIA, P.; BENATO, E.A.; PASCHOLATI, S. F.; GARCIA, E. O. Quitosana no controle Pós-colheita da podridão mole em caqui 'Rama Forte'. **Bragantia**, v. 69, núm. 3, p. 745-752, 2010.
- CONWAY, W.S.; SAMS, C.E.; HICKEY K.D. Pre- and Postharvest Calcium Treatment of Apple Fruit and its Effect on Quality. In: Tagliavini, M. et al. (eds). Proc. IS on Foliar Nutrition. **Acta Horticulture** v. 594 p. 413-419, 2002.
- CORSATO, C. E.; FILHO, J. A. S.; VERDIAL, M.F. Fenologia do caqui "Rama forte" em clima tropical. **Bragantia**, Campinas, v.64, n.3, p.323-329, 2005.
- CUTILLAS-SUTURRALDE, A.; ZARRA, I.; LORENCES, E.P. Metabolism of cell wall polysaccharides from persimmon fruit. Pectin solubilization during fruit ripening occurs in apparent absence of polygalacturonase activity. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 89 p. 369-375, 1993.
- DAGAR, A.; WEKSLER, A.; FRIEDMAN, H.; LURIE, S. Gibberellic acid (GA3) application at the end of pit ripening: effect on ripening and storage of two harvests of 'September Snow' peach. **Science Horticulture**, v. 140 p. 125-130, 2012.
- DING, Y.; SHENG, J.; LI, S.; NIE, Y.; ZHAO, J.; ZHU, Z. The role of gibberellins in the mitigation of chilling injury in cherry tomato (*Solanum lycopersicum* L.) fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v. 101, p. 88–95, 2015.
- EDWARDS, M.; BLENNERHASSETT, R. Evaluation of wax to extend the postharvest storage life of Honeydew melons (*Cucumis melo* L. var. inodorus Naud). **Australian Journal of Experimental Agriculture**. Melbourne. v. 34, n. 3. p. 427-429, 1994.
- FACHINELLO, J. C.; PASA, M. D. S.; SCHMITZ, J. D.; BETEMPS, D. L. Situação e perspectivas da fruticultura de clima temperado no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v 33, n. S1, p. 109-120, 2011.
- FREITAS S.T.; NASSUR, R.C.M.R. **Calcium Treatments**. In: Sunil Pareek. (Org.). Novel Postharvest Treatments of Fresh Produce. 1ed. New York: CRC Press, v. 1, p. 49-76, 2017.

HAGENMAIER, R. D.; BAKER, R. A. Wax microemulsions and emulsions as citrus coating. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Davis v.42, p.899-902, 1994.

HUSSAIN, P. R.; MEENA, R. S.; DAR, M. A.; WANI, A. M. Effect of post-harvest calcium chloride dip treatment and gamma irradiation on storage quality and shelf-life extension of Red delicious apple. **Journal Food Science Technology**. 49 (4) p. 415–426, 2012.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal: culturas temporárias e permanentes**, Rio de Janeiro, v. 42, p.1-57, 2015.

ITAMURA, H.; FUKUSHIMA, T. Effects of several treatments on the behavior of tannin in Japanese persimmon fruits. **Bulletim Yamagati University**, v.10, p. 917-922, 1989.

ITAMURA, H.; OHNO, Y.; YAMAMURA, H. Characteristics of fruit softening in Japanese persimmon 'Saijo'. **Acta Horticulturae**, The Hague, n.436, p.179-188, 1997.

ITTAH, Y. Sugar content changes in persimmon fruits (*Diospyros kaki* L.) during artificial ripening with CO₂: a possible connection to deastringency mechanisms. **Food Chemistry**, v.48, n.1, p.25-29, 1993.

JIANG, Y.; LI, J.; JIANG, W. Effects of chitosan coating on shelf life of cold-stored litchi fruit at ambient temperature. **Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie**, v. 38, p.757-761, 2005.

JOYCE, D. C.; SHORTER, A. J.; JONES, P. N. Effect of delayed film wrapping and waxing on the shelf life avocado fruit. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Melbourne, v. 35, n. 5, p. 657-659, 1995.

KAZUHIRO EDAGI, F.; KLUGE, R. A. Remoção de adstringência de caqui: um enfoque bioquímico, fisiológico e tecnológico. **Ciência Rural**, vol. 39, núm. 2, p. 585-594, 2009.

KAZUHIRO EDAGI, F.; CHIOU, D. G.; TERRA, F. A. M.; SESTARI, I.; KLUGE, R. A. Remoção de adstringência de caquis 'Giombo' com subdosagens de etanol. **Ciência Rural**, Santa Maria, v 39, n.7, p. 2022-2028, 2009.

KRAMMES, J. G.; ARGENTA, L. C.; VIEIRA, M.J. Controle da maturação e conservação da qualidade pós-colheita de caqui 'Fuyu' pelo manejo do etileno. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 27, n. 3, p. 360-365, 2005.

LOPES, P. R. C.; OLIVEIRA, I. V. M.; OLIVEIRA, J. E. M. de.; ASSIS, J. S. de. **Circular Técnica 107: Cultivo do Caquizeiro no Vale do São Francisco**, Embrapa Semiárido, Petrolina, ISSN 1808-9976, 2014.

MACRAE, E. A. Development at chilling injury in New Zealand grown 'Fuyu' persimmon during storage. **Journal of Experimental Agriculture**, New Zealand, v. 15, n. 4, p. 333-344, 1987.

MARQUES, K. M. **Quitosana e óleos essenciais no controle de antracnose e na qualidade pós-colheita de abacates**. 2015. 105 p. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2015.

MARTÍNEZ-ROMERO, D.; VALERO, D.; SERRANO, M.; BURLÓ, F.; CARBONELL, A.; BURGOS, L. Exogenous polyamines and gibberellic acid effects on peach (*Prunus persica* L.) storability improvement. **Journal of Food Science**, v. 65, p. 288–294, 2000.

MARTINS, F. P.; PEREIRA, F. M. **Cultura do caquizeiro**. Jaboticabal: FUNEP, 1989. 71 p.

MATSUO, T.; ITO, S. A model experiment for de-astringency of persimmon fruit with high carbon dioxide: in vitro gelation of kaki-tannin by reacting with acetaldehyde. **Journal of Agricultural and Food Chemistry** v. 46, p. 683–689, 1982.

MATSUO, T.; ITO, S.; BEN-ARIE, R. A model experiment for elucidating the mechanism of astringency removal in persimmon fruit using respiration inhibitors. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**. v. 60, p. 437–442, 1991.

MODESTO, J.C.; RODRIGUES, J.D.; ONO, E.O.; HABERMANN, G. Aplicação de ácido giberélico (GA3) em pré-colheita de tangerina 'Poncã' (*Citrus reticulata* Blanco). **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.28, p.3740, 2006.

MORTON, J. F. Japanese Persimmon. In: **Fruits of warm climates**. Miami, Florida: [s.n.], 1987.

MOWART, A. D.; GEORGE, A. P. Persimmon. In: SCHAFFER, B.; ANDERSEN P.C. (Ed.). **Handbook of environmental physiology of fruit crops: temperate crops**. Boca Raton: CRC Press v. 1 cap. 8 p. 209-232, 1994.

MUNERA, S., BESADA, C. BLASCO, J. CUBERO, S. SALVADOR, A. TALENS, P. ALEIXOS, N. Astringency assessment of persimmon by hyperspectral imaging. **Postharvest Biology and Technology** v. 125 p. 35-41, 2017.

NOVILLO, P.; SALVADOR, A.; LLORCA, E.; HERNANDO, I.; BESADA, C. Effect of CO2 deastringency treatment on flesh disorders induced by mechanical damage in persimmon. **Biochemical and microstructural studies. Food Chem**. v. 145, p. 453 – 463, 2014.

PANIGRAHI, J.; GHEEWALA, B.; PATEL, M.; PATEL, N.; GANTAIT, S. Gibberellic acid coating: A novel approach to expand the shelf-life in green chilli (*Capsicum annuum* L.). **Scientia Horticulture**. v. 225 p. 581–588, 2017.

PEREZ, A.; BEN-ARIE, R.; DINOOR, A. Prevention of black spot disease in persimmon fruit by gibberellic acid and iprodione treatments. **Phytopathology**, Palo Alto, v.85, n.2, p.221-225, 1995.

PESIS, E. The role of the anaerobic metabolites, acetaldehyde and ethanol, in fruit ripening, enhancement of fruit quality and fruit deterioration. **Postharvest Biology and Technology**, v.37, p.1-19, 2005.

PIO, R. **Cultivo de fruteiras de clima temperado em regiões subtropicais e tropicais**, Lavras: Ed. UFLA, 652 p. 2014.

PORFÍRIO-DA-SILVA, L. C.; ALMEIDA, M. M.; BORSATO, A.V.; RAUPP, D.S; Qualidade pós-colheita do caqui 'Fuyu' tratado com a promalina. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 33, n. 3, p. 519-526, 2011.

QUIRÓS-SAUCEDA, A. E.; AYALA-ZAVALA, J. F.; OLIVAS, G. I.; GONZÁLEZ-AGUILAR, G. A. Edible coatings as encapsulating matrices for bioactive compounds: a review. **Journal Food Science. Technology**. V. 51, p. 1674–1685, 2014.

RAGAZZINI, D. **El kaki**. Madri: Ediciones Mundi-Prensa, 176p. 1985

RAZZOUK, P. L. G. **Avaliação fenológica de dez variedades de Caquizeiro *diospyros kaki* L. E propagação por Estaquia em regiões tropicais**. 2007. 104 p. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Engenharia - UNESP, Ilha Solteira – SP, 2007.

ROGERS, S. W.; ROGERS, J. C. Cloning and characterization of a gibberellin-induced RNase expressed in barley aleurone cells. **Plant Physiology**, Bethesda, v.119, p.1457-1464, 1999.

SANTOS, L, O. **Conservação pós-colheita de mangas produzidas na região de Jaboticabal-SP**. 2008. 103 p. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2008.

SEYMOUR, G.B.; TAYLOR, J.E.; TUCKER, G.A. Biochemistry of fruit ripening: persimmon. **London: Chapman & Hall**, 454 p. 1993.

SILVA-MATOS, R. R. S. da. **Quebra de dormência e métodos de destanização de caquizeiro 'Rama Forte' no Vale do São Francisco**. 2016. 57 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2016.

SILVA, M. C. da; ATARASSI, M. E.; FERREIRA, M. D.; MOSCA, M. A. Qualidade Pós-colheita de caqui 'Fuyu' com utilização de diferentes concentrações de cobertura comestível. **Ciência & Agro tecnologia**, Lavras, v. 35, n. 1, p. 144-151, 2011.

SILVA, C. de S. **Qualidade e conservação do morango tratado em pós-colheita com cloreto de cálcio e do armazenamento em atmosfera modificada ativa**. 2004. 96 p. Dissertação (mestrado). Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências Agrônômicas. Botucatu – SP, 2004.

SIMÃO, S. **Tratado de fruticultura**. Piracicaba: FEALQ, 1998. 760 p.

SOFTNER, R.A.; CONWAY, W.S.; SAMS C.E. **Effect of Postharvest Calcium Chloride Treatments on Tissue Water Relations, Cell Wall Calcium Levels and Postharvest Life of „Golden Delicious“ Apples**. *Science Horticulture*. v. 123 (5) p. 893-897, 1998.

SOUZA, M. L. de; MORGADO, C. M. A.; MARQUES, K. M., MATTIUZ, C. F. M.; MATTIUZ, B. Pós-colheita de mangas ‘Tommy Atkins’ recobertas com quitosana. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, Volume Especial, p. 337-343, Outubro 2011.

TAIRA, S. et al. Reduction of persimmon astringency by complex formation between pectin and tannins. **Postharvest Biology and Technology**, v.12, p.265-271, 1997.

TAKATA, M. Respiration, ethylene production and ripening of Japanese persimmon fruit harvest at various stages of development. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, Tokyo, v. 52, n. 1, p. 78-84, 1983.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. Ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888p.

TAVARES, J. B.; SILVEIRA, M. V. da; FEHLAUER, T. V.; PEGORARE, A. B.; RODRIGUES, E. T.; ARAÚJO, W. F. Tratamento hidrotérmico e cloreto de cálcio na pós-colheita de maracujá-amarelo. **Científica**, Jaboticabal, v.41, n.2, p.122–129, 2013.

TERRA, F. de A.M. **Métodos combinados para destanização e conservação pós-colheita de caquis ‘Giombo’**. 2010. 60 p. Dissertação (Mestrado em Ciências). Escola Superior de Agricultura ‘Luiz de Queiroz’ ESALQ/USP, Piracicaba, 2010.

TURK, R. The cold storage of persimmons (*Diospyros kaki* cv. Fuyu) harvested at different maturities and the effect of different CO₂ applications on fruit ripening. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 343, p. 190-194, 1993.

VARJÃO, L.L. **métodos para a remoção da adstringência e manutenção da qualidade pós-colheita de caquis produzidos no Vale do São Francisco**. 2018. 86 f. Dissertação (Mestrado em horticultura irrigada) – Universidade do Estado da Bahia. Juazeiro, 2018.

VITTI, D.C.C. **Destanização e armazenamento refrigerado de caqui ‘Rama Forte’ em função da época de colheita**. 2009. 123 p. Tese (Doutorado) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2009.

XIAO-HONG, K.; WEN-IAN, G.; RUN-ZI, G.; XING-YUAN, L.; Zhao-hui, X. Effects of Chitosan, Calcium Chloride, and Pullulan Coating Treatments on Antioxidant Activity in Pear cv. “Huang guan” During Storage. **Food and Bioprocess Technology**. DOI <10.1007/s11947-013-1085-9> 2013.

YANG DING; JIPING SHENG; SHUYING LI; YING NIE; JINHONG ZHAO; ZHEN ZHU; ZHIDONG WANG; XUANMING TANG. The role of gibberellins in the mitigation of chilling injury in cherry tomato (*Solanum lycopersicum* L.) fruit. **Postharvest Biology and Technology** v. 101 p. 88–95, 2015.

YONEMORI, K. et al. Persimmon genetics and breeding. **Plant Breeding Reviews**, n.19, 2000.

YONEMORI, K.; SUZUKI, Y. Differences in three-dimensional distribution of tannin cells in flesh tissue between astringent and non-astringent type persimmon, **Acta Horticulturae** v. 833 p. 119–124, 2008.

YUEN, C. M. C. Calcium and fruit storage potential. CHAMP, B. R.; HIGHLEY; JOHNSON, G. I. **Proceedings of an international conference**. Chiang Mai, n. 50, p. 218-227, 1994.

ZHANG, D.; QUANTIK, P.C. Effects of chitosan coating on enzymatic browning and decay during postharvest storage of litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v.12, p.195-202, 1997.

ZILKA, S.; LURIE, S.; LAPSKER, Z.; ZUTHI, Y.; DAVID, I.; YESSELSON, Y.; ANTMAN, S.; BEN-ARIE, R. The ripening and storage quality of nectarine fruits in response to preharvest application of gibberellic acid. **Journal Horticulture Science**, v. 72, p. 355–362, 1997.

CAPÍTULO I

4. ESTÁDIO DE MATURAÇÃO PARA COLHEITA DE CAQUIS 'RAMA FORTE' PRODUZIDOS NO VALE DO SÃO FRANCISCO

Joanaylla Gomes de Albuquerque^a, Sergio Tonetto de Freitas^b

^aLaboratório 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: joanaylla2@hotmail.com

^bLaboratório de Fisiologia Pós-colheita, Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semiárido, Embrapa Semiárido, 56302-970, Petrolina, PE, Brasil. E-mail: sergio.freitas@embrapa.br

RESUMO

O caquizeiro (*Diospyros kaki* L.) é uma espécie de clima subtropical que vem sendo estudada pela Embrapa Semiárido, e os resultados obtidos indicam que essa cultura possui grande potencial como alternativa para diversificação das culturas produzidas no Vale do São Francisco. O estágio de maturação na colheita é um fator decisivo na qualidade pós-colheita e potencial de armazenamento dos frutos. Desta forma, o objetivo desse trabalho foi determinar o estágio de maturação ideal para a colheita de caquis 'Rama Forte' produzidos em dois ciclos no Vale do São Francisco. Após a plena floração e queda das pétalas, o crescimento dos frutos foi monitorado quinzenalmente até a colheita. No momento da colheita, os frutos foram colhidos em três estádios de maturação baseados na coloração da epiderme verde, laranja e laranja intenso. Após a colheita, os frutos foram armazenados a 0°C por 90 dias. Este trabalho foi realizado em esquema fatorial 3x2 (estádios de maturação x ciclo de produção), onde cada estágio de maturação foi composto por três repetições e cada repetição composta por 10 frutos. De acordo com os resultados obtidos, após o armazenamento refrigerado a relação SS/AT foi maior nos frutos colhidos com coloração da epiderme laranja e laranja intenso. O conteúdo de matéria seca foi maior em frutos colhidos com epiderme laranja e laranja intenso. Desta forma, conclui-se que a colheita de caqui 'Rama Forte' com coloração da epiderme laranja resultou em melhor qualidade e conservação da qualidade físico-química dos frutos durante o armazenamento refrigerado por 90 dias.

Palavras-chave: *Diospyros kaki* L.; amadurecimento; cor da epiderme;

Introdução

O Vale do São Francisco é um grande polo fruticultor do Brasil, no entanto a falta de opções de novos cultivos tem levado os produtores a persistirem nos plantios de manga e uva. Estudos apresentados pela Embrapa Semiárido mostram que existe a possibilidade de cultivos de espécies de clima temperado e subtropical na região com potencial econômico em condições irrigadas, representando também uma estratégia de mercado que poderá viabilizar a oferta de vários produtos em diferentes épocas do ano atendendo a demanda de frutos em todo o país. Entre as espécies estudadas, o caquizeiro (*Diospyros kaki* L.) é uma espécie de clima subtropical e os resultados obtidos indicam que essa cultura possui grande potencial como alternativa para diversificação da fruticultura no Vale do São Francisco. No entanto, na região não há registros de temperaturas que atendam à demanda de frio do caquizeiro, sendo necessária a aplicação de produtos para a quebra da dormência (LOPES et al., 2016) dentre os quais a cianamida hidrogenada (H_2CN_2) tem sido o produto mais utilizado (COLETTI et al., 2011) e eficiente (PIRES; MARTINS, 2003). Entre os genótipos estudados, a cultivar Rama Forte tem apresentando grande destaque e melhores resultados em termos de produção e qualidade dos frutos (LOPES, 2014). Essa é a cultivar mais consumida no Brasil (CORSATO et al., 2005), apresentando plantas vigorosas e bastante produtivas.

A maturação dos frutos pode ser definida como a sequência de mudanças na cor, sabor, aroma e textura, tornando-os apropriados para o consumo “in natura” e/ou industrialização. A maioria dos frutos atinge qualidade comestível máxima quando amadurece completamente na planta, entretanto, não podem ser colhidos nesse estágio devido aos inconvenientes que apresentam quanto ao seu maior grau de perecimento e sensibilidade ao manuseio (CHITARRA; CHITARRA, 2005). O estágio de maturação para a colheita de caquis pode ser determinado por meio da avaliação a cor epiderme (VITTI, 2009), o que terá efeito direto na qualidade pós-colheita e o potencial de armazenamento dos frutos (MARTINS; PEREIRA, 1989).

O caqui é considerado um fruto climatérico, no entanto Turk (1993) verificou que frutos colhidos em estádios de maturação diferentes apresentam comportamento diferenciado durante o período de armazenamento refrigerado,

onde frutos colhidos precocemente apresentam características de frutos climatéricos, enquanto frutos colhidos mais tardiamente apresentam atividade respiratória irregular durante o armazenamento. Uma das principais mudanças durante o amadurecimento é o amolecimento da polpa dos frutos. Krammes (2005), estudando diferentes estádios de maturação para a colheita de caquis com base na coloração da epiderme, relatou que os frutos colhidos no estágio de maturação em que a epiderme estava totalmente alaranjada tiveram o amolecimento da polpa mais rápido que caquis colhidos em estádios de maturação em que a epiderme se encontrava mais esverdeada. Estes estudos mostram que o estágio de maturação na colheita é um fator decisivo na qualidade e potencial de armazenamento dos frutos, refletindo na capacidade de comercialização e aceitação dos frutos pelos consumidores.

Desta forma, o objetivo desse trabalho foi determinar o estágio de maturação ideal para a colheita de caquis 'Rama Forte' produzidos em dois ciclos no Vale do São Francisco.

Material e Métodos

Este trabalho foi realizado com caquis 'Rama Forte' produzidos nas safras de 2016 e 2017 na Estação Experimental de Bebedouro pertencente à Embrapa Semiárido, Petrolina, PE. O município situa-se a 9°09' S, 40°22' W e 365,5 metros acima do nível do mar. O clima da região é classificado como tipo BSw_h segundo a classificação de KOPPEN (1948). 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. O pomar foi implantado em 2010 com espaçamento de plantio de 5,0 x 4,0 m e sistema de irrigação por gotejamento em linhas duplas, com irrigação realizada diariamente e calculada de acordo com o coeficiente da cultura (kc) para cada fase de desenvolvimento. A adubação das plantas foi realizada com fertilizantes comerciais à base de nitrogênio, potássio, enxofre, nitrato de cálcio, sulfato de amônio e sulfato de potássio, distribuídos ao longo do ciclo de produção de acordo com a recomendação para caquizeiros (TAKAHASHI, 2010).

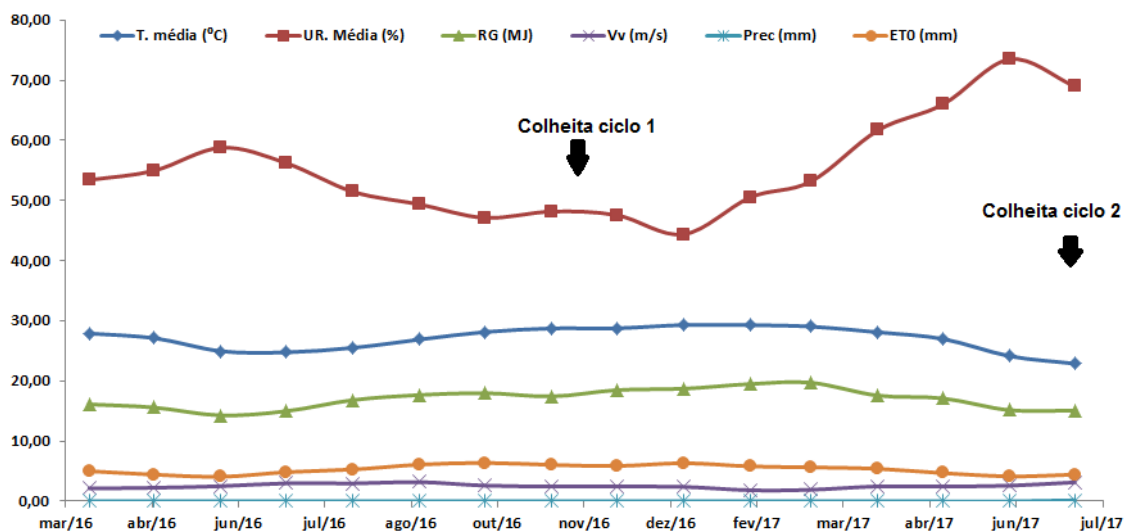


Figura 1. Temperatura média (T. média), umidade relativa média (UR. Média), radiação solar (RG), velocidade do vento (Vv), precipitação média (Prec) e evapotranspiração de referência (ET0) de março de 2016 a junho de 2017 na estação meteorológica do Bebedouro, em Petrolina-PE.

O florescimento foi induzido com cianamida hidrogenada para a quebra da dormência em abril de 2016 no 1º ciclo e em dezembro de 2016 no 2º ciclo. Logo após o florescimento, um total de 60 flores distribuídas em três blocos (20 flores por bloco) foram marcadas para acompanhar quinzenalmente o diâmetro e comprimento dos frutos até a colheita (Figura 2).

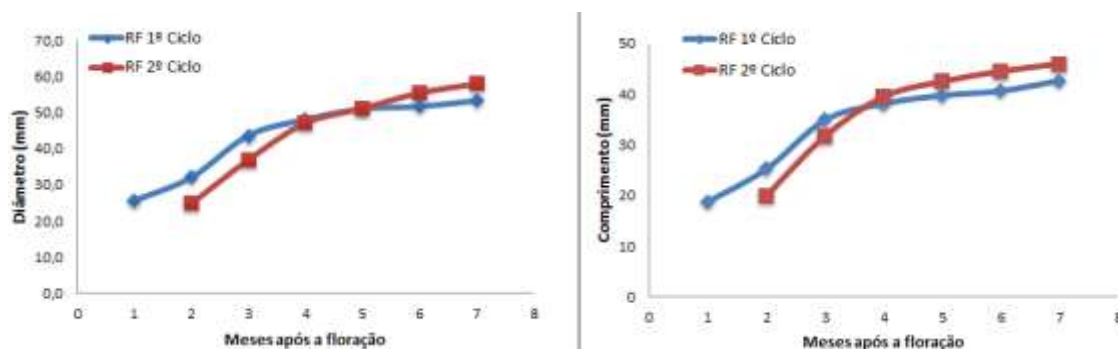


Figura 2. Diâmetro (mm) e comprimento (mm) dos frutos de caquis 'Rama Forte' produzidos no 1º e 2º ciclo de produção na Estação Experimental de Bebedouro pertencente a Embrapa semiárido, em Petrolina-PE.

Os frutos foram colhidos em dois ciclos de produção e três estádios de maturação indicados pela coloração da epiderme verde, laranja e laranja intenso (Figura 3). No 1º ciclo, os frutos foram colhidos em 10/11/2016, enquanto que no 2º ciclo os frutos foram colhidos em 26/07/2017. Após a colheita, os frutos foram encaminhados para o Laboratório de Fisiologia Pós-colheita da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, onde foram selecionados para eliminar frutos com danos mecânicos ou defeitos. Após a seleção, os frutos

foram lavados com água clorada, foram secos e randomizados para comporem as amostras experimentais.

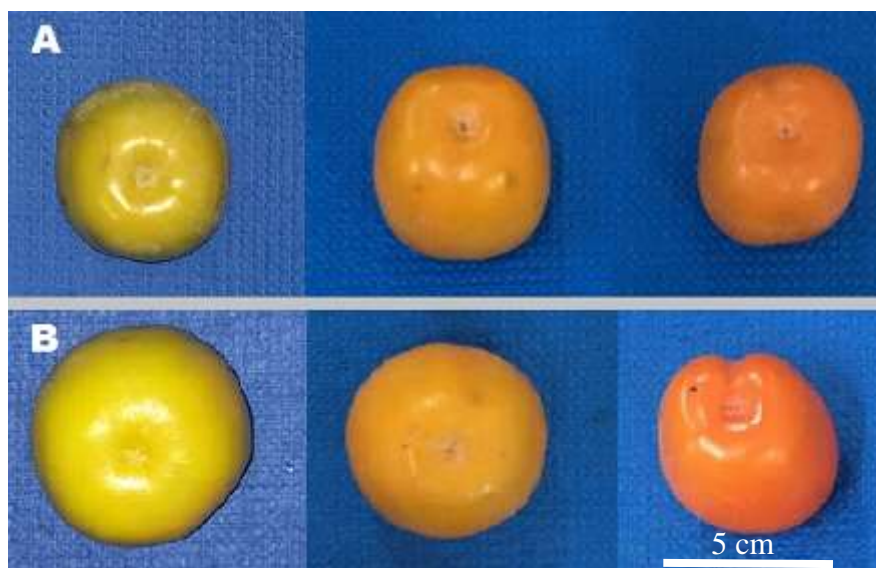


Figura 3. Caquis 'Rama Forte' colhidos em diferentes estádios de maturação com coloração da epiderme verde, laranja e laranja intenso, apresentados da esquerda para a direita. Frutos colhidos no 1º (A) e 2º ciclo de produção (B) na Estação Experimental de Bebedouro pertencente a Embrapa semiárido, em Petrolina-PE.

Os tratamentos foram representados pelos diferentes estádios de maturação (verde, laranja, laranja intenso) e posteriormente foram armazenados em câmara refrigerada a 0°C e com umidade relativa de 80-90% por 90 dias. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, onde cada tratamento foi composto por três repetições e cada repetição composta por 10 frutos. As avaliações foram realizadas no momento da colheita, assim como aos 30, 60, 90 dias de armazenamento, conforme descrito abaixo.

Firmeza da polpa foi determinada com um texturômetro modelo TA.XT. Plus (Extralab®, São Paulo, Brasil) com ponteira de 8 mm, em dois pontos da zona equatorial dos frutos após retirada da epiderme com o auxílio de um cortador doméstico e os resultados forma expressos em Newton (N).

Cor da epiderme foi avaliada na região distal dos frutos utilizando um colorímetro digital modelo CR-400 (Minolta®, Tóquio, Japão), e expressa em luminosidade (L^*) que correspondeu à variação de escuro/opaco (0) ao branco (100), croma (C^*) que representa a intensidade de cor do 0= cor impura para o

60= cor pura, e ângulo Hue (h°) que indica 0° = vermelho; 90° = amarelo; 180° = verde e 270° = azul (MINOLTA, 1994).

Sólidos Solúveis (SS) foram determinados a partir de uma amostra de suco extraído com o auxílio de uma centrífuga doméstica a partir dos frutos que compõe a amostra experimental, utilizando um refratômetro digital portátil modelo PAL-1 (Atago®, São Paulo, Brasil) e expresso em porcentagem.

Acidez titulável (AT) foi 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 presente no suco.

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

Matéria seca (MS) foi determinada a partir de uma amostra de frutos frescos colocados para secar em estufa de ventilação de ar forçada (60°C) até peso constante. As amostras foram pesadas antes e depois da secagem em balança de precisão, sendo descontado o recipiente de armazenagem. Os valores foram expressos em porcentagem.

Taxa respiratória dos frutos (TR) foi determinada por meio da produção de CO_2 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_2 foram medidas com o auxílio de um analisador de gases modelo PA 7.0 (Witt®, Alcochete, Portugal) e a taxa respiratória foi expressa em ($\text{mol CO}_2 \text{ kg}^{-1}$ de fruto h^{-1}).

Análise estatística: O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, em fatorial 2×3 (ciclo de produção x estágio de maturação). Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey (5%). As análises estatísticas foram realizadas

separadamente para cada tempo de avaliação com auxílio do pacote *ExpDes.pt* (FERREIRA; NOGUEIRA; ALVES, 2013), a partir do software R versão 3.2.5 (R CORE TEAM, 2016).

Resultados e Discussão

De acordo com os resultados obtidos na análise de variância no momento da colheita, o efeito da interação foi significativo para os parâmetros cor da epiderme (h^0) e relação SS/AT. Os frutos colhidos com coloração da epiderme verde apresentaram menores valores de relação SS/AT, sendo estes valores maiores em frutos colhidos em estádios de maturação mais avançados (Figura 4). A relação SS/AT dos caquis produzidos no 1º ciclo de produção foi maior em frutos colhidos com coloração da epiderme laranja intenso, assim como menores ou estatisticamente iguais em frutos colhidos com epiderme verde ou laranja, respectivamente. Frutos produzidos no 2º ciclo apresentaram relação SS/AT maior em frutos colhidos com epiderme laranja intenso e menores em frutos colhidos com epiderme verde. A relação SS/AT está relacionada ao índice de maturação dos frutos (VIEITES et al., 2012), onde o processo de amadurecimento resulta no aumento no teores de SS e redução dos teores de ácidos nos frutos (MARTINELLI, 2014). Tanto os frutos colhidos com epiderme laranja intenso no 1º ciclo, quanto os frutos do 2º ciclo de produção apresentaram menores valores de AT (Tabela 1), contribuindo para a maior relação SS/AT observada no presente trabalho. Segundo Nascimento et al., (2003), 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. Em caquis, a relação SS/AT ideal para o consumo foi descrita na faixa de 146-370 para caquis 'Giombo', de 100-240 para caquis 'Mikado' e 144,9 para caquis 'Rama Forte' (ROMBALDI et al., 2012; MARTINELLI, 2014; VARJÃO, 2018).

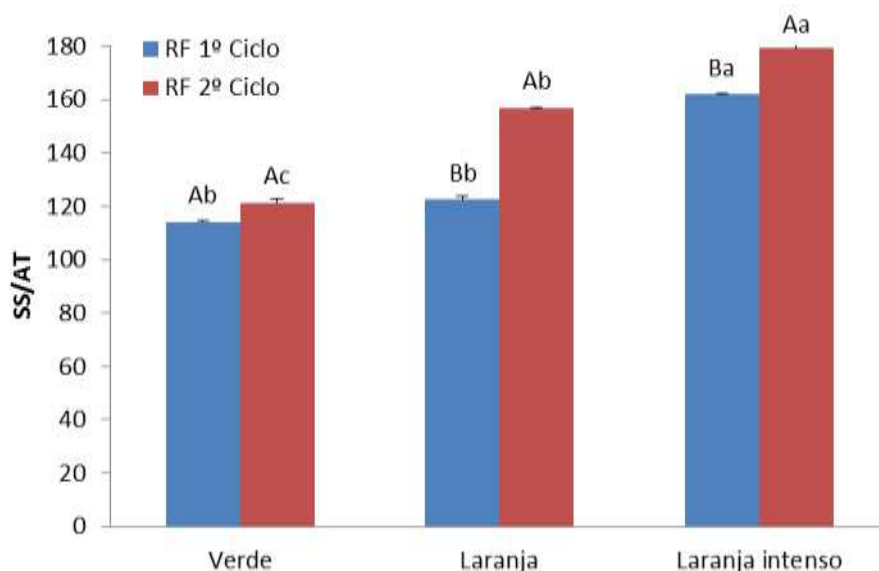


Figura 4. Relação SS/AT no momento da colheita de caquis 'Rama Forte' produzidos no Vale do São Francisco, Petrolina-PE. Frutos foram colhidos em dois ciclos de produção e três estádios de maturação com coloração da epiderme verde, laranja e laranja intenso. Letras maiúsculas comparam os diferentes ciclos de produção, enquanto que letras minúsculas comparam os diferentes estádios de maturação. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (5%).

O ângulo hue (h°) apresentou diferença estatística entre todos os estádios de maturação devido à diferença da cor da epiderme. Frutos colhidos com epiderme laranja apresentaram diferença significativa entre os ciclos de produção (Figura 5), sendo que frutos do 1º ciclo apresentaram coloração um pouco menos alaranjada quando comparados aos frutos do 2º ciclo de produção.

Em relação às demais variáveis o efeito da interação não foi significativo, desta forma foi analisado o efeito dos fatores isoladamente para firmeza da polpa, cor da epiderme (L^*) e (C^*), SS, AT, MS, e TR (Tabela 1).

Caquis colhidos com coloração verde apresentaram-se mais firmes do que caquis colhidos com coloração laranja e laranja intenso. A AT foi menor em frutos colhidos com coloração laranja intenso. Matéria seca e taxa respiratória foram menores nos frutos colhidos com coloração verde, sendo que frutos colhidos com coloração laranja intenso apresentaram os maiores valores nos mesmos parâmetros (Tabela 1).

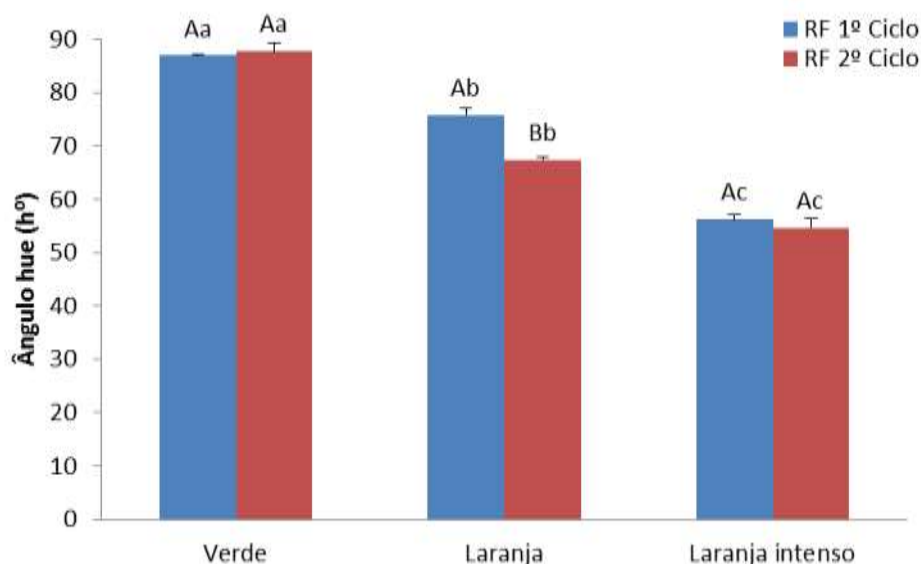


Figura 5. Ângulo hue (h°) no momento da colheita de caquis 'Rama Forte' produzidos no Vale do São Francisco, Petrolina-PE. Frutos foram colhidos em dois ciclos de produção e três estádios de maturação com coloração da epiderme verde, laranja e laranja intenso. Letras maiúsculas comparam os diferentes ciclos de produção, enquanto que letras minúsculas comparam os diferentes estádios de maturação. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (5%).

Tabela 1. Firmeza da polpa, cor da epiderme (L*) (C*), sólidos solúveis (SS), acidez titulável (% ácido málico) (AT), matéria seca (%), e taxa respiratória (TR) de caquis 'Rama Forte' em dois ciclos de produção e três estádios de maturação no momento da colheita.

Tratamento	Firmeza (N)	Cor da epiderme		SS (%)	AT (% de ácido málico)	MS (%)	TR mol CO ₂ kg ⁻¹ h ⁻¹
		(L*)	(C*)				
RF 1º Ciclo	56,3 ns	51,3 ns	39,2 b	24,3 a	0,18 a	30,9 a	18,6 ns
RF 2º Ciclo	53,9 ns	50,2 ns	45,6 a	22,3 b	0,15 b	28,2 b	19,7 ns
Verde	64,9 a	52,1 a	41,5 ns	23,0 ns	0,19 a	28,2 b	14,6 c
Laranja	55,7 b	51,4 ab	43,1 ns	23,3 ns	0,17 b	29,1 b	19,3 b
Laranja intenso	44,7 c	48,9 a	42,6 ns	23,0 ns	0,14 c	31,4 a	23,5 a
CV (%)	8,51	3,25	6,36	7,32	7,25	4,52	7,96

*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (5%).

*ns = diferença estatística não significativa.

O processo de amadurecimento confere aos frutos uma série de mudanças na cor, sabor, aroma, textura e alterações nas taxas respiratórias, sendo estes parâmetros de qualidade influenciados pela cultivar e condições de cultivo (VITTI, 2009). Este processo leva a uma série de mudanças fisiológicas e bioquímicas (CHITARRA; CHITARRA, 2005), conferindo aos frutos diferentes parâmetros de qualidade devido à diferença no estágio de maturação em que os frutos foram colhidos.

Aos 30 dias de armazenamento, os resultados obtidos na análise de variância mostraram efeito significativo entre os fatores analisados para firmeza da polpa, (h°), AT e taxa respiratória.

A firmeza da polpa apresentou diferença entre os três estádios de maturação (Figura 6), sendo que frutos colhidos com coloração verde apresentaram maior firmeza e frutos colhidos com coloração laranja intenso apresentaram menor firmeza. Caquis colhidos com coloração verde e laranja intenso, produzidos no 2º ciclo apresentaram maior firmeza de polpa que caquis colhidos com a mesma coloração produzidos no 1º ciclo (Figura 6).

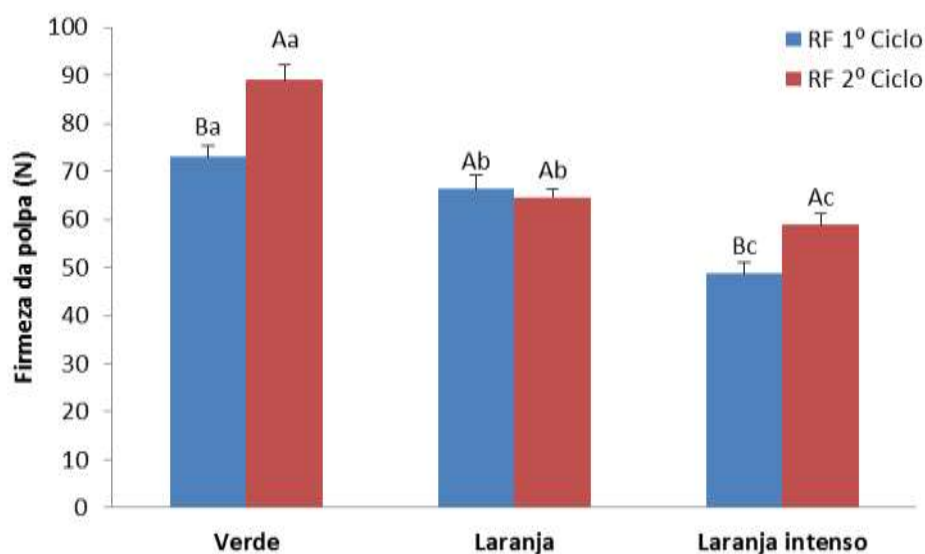


Figura 6. Firmeza da polpa (N) aos 30 dias de armazenamento de caquis 'Rama Forte' produzidos no Vale do São Francisco, Petrolina-PE. Frutos foram colhidos em dois ciclos de produção e três estádios de maturação com coloração da epiderme verde, laranja e laranja intenso. Letras maiúsculas comparam os diferentes ciclos de produção, enquanto que letras minúsculas comparam os diferentes estádios de maturação. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (5%).

Estudos mostram que o processo de amadurecimento inclui o amolecimento dos frutos devido à quebra enzimática das paredes celulares, a porção de pectina e hemicelulose diminui durante o amadurecimento causando perda da firmeza do fruto (CUTILLAS-UTURRALDE et al. 1993; PICANÇO, 2009).

O ângulo hue (h°) apresentou diferença significativa entre os estádios de maturação e os ciclos de produção, resultado obtido pela diferença das tonalidades da cor da epiderme em que os frutos foram colhidos (Figura 7). A coloração dos frutos se deve aos pigmentos naturais existentes, sendo os três tipos mais comuns nos vegetais: a clorofila, os carotenoides e as antocianinas. A variação na cor entre as cultivares de uma mesma espécie é usualmente

devida as diferenças nas quantidades desses pigmentos (KAYS, 1997; SOUZA, 2007; RIBEIRO, 2017) e as modificações da coloração dos caquis durante o amadurecimento estão relacionados a degradação da clorofila, e ao aumento do conteúdo de pigmentos carotenoides (PORFÍRIO-DA-SILVA, 2008).

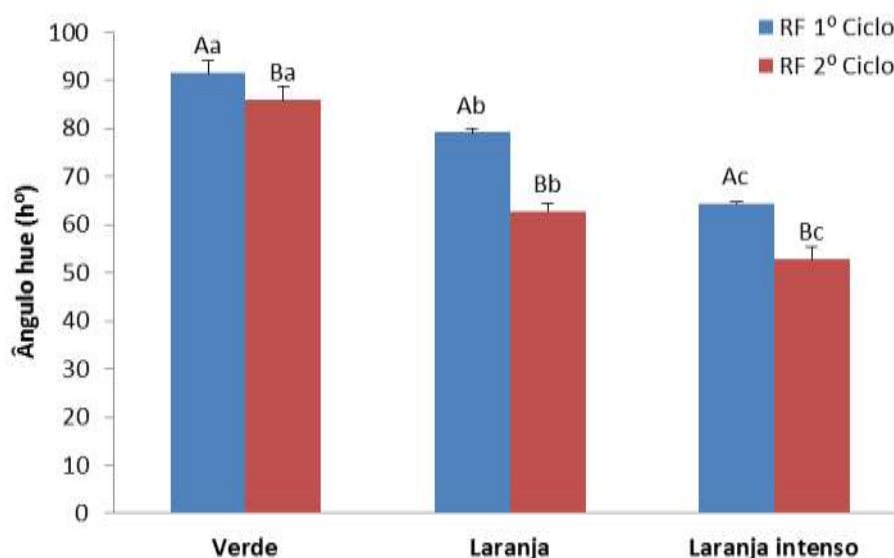


Figura 7. Ângulo hue (h°) aos 30 dias de armazenamento de caquis 'Rama Forte' produzidos no Vale do São Francisco, Petrolina-PE. Frutos foram colhidos em dois ciclos de produção e três estádios de maturação com coloração da epiderme verde, laranja e laranja intenso. Letras maiúsculas comparam os diferentes ciclos de produção, enquanto que letras minúsculas comparam os diferentes estádios de maturação. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (5%).

A AT nos frutos do 1º ciclo foi igual em todos os estádios de maturação (Figura 8). Já os frutos do 2º ciclo apresentaram valores superiores de AT nos três estádios de maturação, sendo maior em frutos colhidos com coloração da epiderme verde e menor em frutos colhidos com coloração laranja intenso (Figura 8). Um trabalho realizado por Campos (2014) com diferentes variedades de caquis, relatou que caquis 'Rama Forte' colhidos no estágio de maturação que a casca se encontrava verde-amarelada (50% da cor amarelada) e cultivados em clima subtropical úmido, apresentou frutos com alta acidez. Silva-Matos (2016) também encontrou frutos 'Rama Forte' com alta acidez quando cultivados em condições irrigadas do semiárido brasileiro. A redução da AT é um processo esperado durante o amadurecimento de frutos (CAMPOS, 2014).

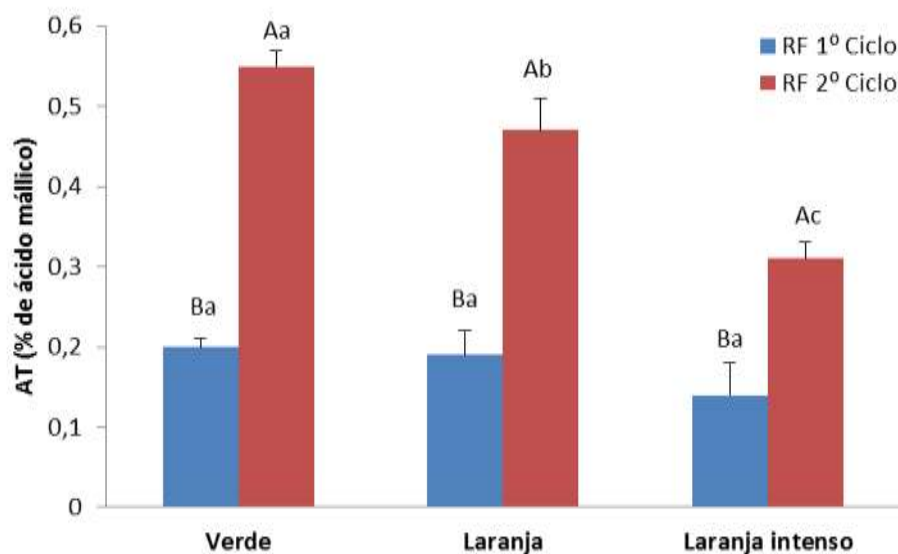


Figura 8. Acidez titulável (% de ácido málico) aos 30 dias de armazenamento de caquis 'Rama Forte' produzidos no Vale do São Francisco, Petrolina-PE. Frutos foram colhidos em dois ciclos de produção e três estádios de maturação com coloração da epiderme verde, laranja e laranja intenso. Letras maiúsculas comparam os diferentes ciclos de produção, enquanto que letras minúsculas comparam os diferentes estádios de maturação. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (5%).

A taxa respiratória dos frutos foi maior nos caquis do 2º ciclo de produção colhidos com coloração da epiderme verde e laranja (Figura 9). Frutos colhidos com coloração laranja intenso apresentaram taxa respiratória similar nos dois ciclos de produção (Figura 9). O caqui é considerado um fruto climatérico (KADER, 1992; CAMPOS, 2014), no entanto Takata (1986) relatou que caquis da variedade 'Fuyu' apresentam padrão de frutos climatéricos e não-climatéricos e Turk (1993) verificou que frutos colhidos em estádios de maturação diferentes apresentam comportamento diferenciado durante o período de armazenamento refrigerado, frutos colhidos precocemente apresentam características de frutos climatéricos, enquanto frutos colhidos mais tardiamente apresentam produção irregular de CO₂ durante o armazenamento.

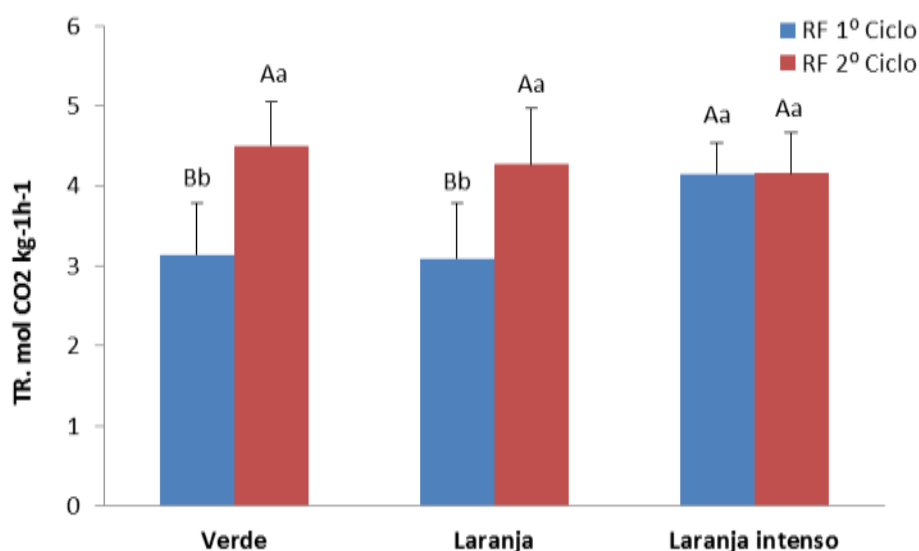


Figura 9. Taxa respiratória aos 30 dias de armazenamento de caquis 'Rama Forte' produzidos no Vale do São Francisco, Petrolina-PE. Frutos foram colhidos em dois ciclos de produção e três estádios de maturação com coloração da epiderme verde, laranja e laranja intenso. Letras maiúsculas comparam os diferentes ciclos de produção, enquanto que letras minúsculas comparam os diferentes estádios de maturação. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (5%).

Para os demais parâmetros não houve interação significativa entre os fatores, nesse caso foram analisados os fatores isoladamente (Tabela 2). Cor da epiderme (L^*) e SS, não apresentara diferença significativa para ambos os fatores. A relação SS/AT foi maior nos frutos colhidos com coloração da epiderme laranja intenso, o que confere a esses frutos melhor sabor, sendo este um parâmetro importante para avaliação da qualidade de consumo dos frutos. A matéria seca apresentou valores percentuais de 30,7, 28,1 e 26,5 para frutos colhidos com coloração verde, laranja ou laranja intenso, respectivamente (Tabela 2). Durante o processo de maturação ocorre o acúmulo de matéria seca, o que pode ser acompanhado pelo incremento no teor de SS, acidez titulável e firmeza de polpa na colheita o durante o armazenamento (PALMER, 2010; FAMIANI et al., 2012; VIEIRA, 2016). Os frutos do 1º ciclo apresentaram maiores valores de C^* , aderindo aos frutos coloração menos intensa, também apresentaram maiores valores de relação SS/AT, o que confere aos frutos um sabor mais agradável. O teor de matéria seca também apresentou maior conteúdo nesses frutos, isso pode ser empregado como uma medida complementar a maturação na colheita para a determinação do potencial de armazenagem dos frutos, ainda existe uma correlação positiva entre o conteúdo de matéria seca e o teor de SS, uma vez que cerca de 60 a 80% da composição da matéria seca é formada por

carboidratos (VIEIRA, 2016). A preferência dos consumidores por frutos com maior conteúdo de matéria seca foi observada em abacate (GAMBLE et al., 2010), maçã (PALMER et al., 2010), kiwi (CRISOSTO et al., 2011), e manga (PADDA et al., 2011).

Tabela 2. Cor da epiderme (L^*) (C^*), sólidos solúveis (SS), relação SS/AT e matéria seca (MS) de caquis 'Rama Forte' em dois ciclos de produção e três estádios de maturação armazenados por 30 dias a 0°C e 80-90% de umidade relativa.

Tratamento	Cor da epiderme		SS (%)	SS/AT	MS (%)
	(L^*)	(C^*)			
RF 1º Ciclo	52,7 ns	45,1 a	23,6 ns	136,6 a	30,3 a
RF 2º Ciclo	50,7 ns	39,6 b	23,0 ns	54,7 b	26,5 b
Verde	52,1 ns	39,7 b	22,8 ns	78,1 b	26,5 c
Laranja	52,5 ns	41,8 ab	22,9 ns	85,1 b	28,1 b
Laranja intenso	50,6 ns	45,5 a	24,3 ns	123,8 a	30,7 a
CV (%)	4,01	8,27	6,47	12,3	2,25

*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (5%).

*ns = diferença estatística não significativa.

Aos 60 dias de armazenamento o efeito da interação entre os fatores ciclo de produção e estágio de maturação na colheita foi significativo para a firmeza de polpas, L^* , ângulo hue (h°), relação SS/AT e MS.

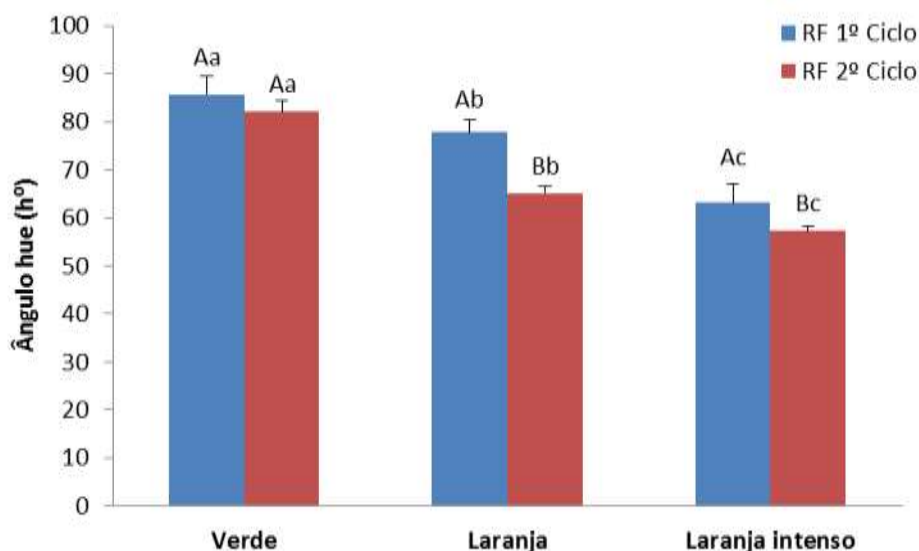


Figura 10. Ângulo hue (h°) aos 60 dias de armazenamento de caquis 'Rama Forte' produzidos no Vale do São Francisco, Petrolina-PE. Frutos foram colhidos em dois ciclos de produção e três estádios de maturação com coloração da epiderme verde, laranja e laranja intenso. Letras maiúsculas comparam os diferentes ciclos de produção, enquanto que letras minúsculas comparam os diferentes estádios de maturação. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (5%).

O h° foi maior em frutos produzidos no primeiro ciclo, em relação aos frutos produzidos no segundo ciclo (Figura 10). A temperatura média nos dois

ciclos de produção apresentaram valores aproximados, no entanto a umidade relativa do ar foi maior durante todo o período de produção dos caquis no 2º ciclo. Cunha Sobrinho et al. (1992) consideraram a temperatura e umidade do ar (ALBRIGO, 1992) como fatores importantes do clima dentre os fatores que influenciam a qualidade dos frutos, como, por exemplo, tamanho e formato de frutos, coloração da casca e estágio de maturação. Em períodos de umidade excessiva, o fruto aumenta de tamanho (ALBRIGO, 1992; SARTORI, 2002), conforme observado nesse trabalho.

Os frutos colhidos com coloração da epiderme verde apresentaram maior firmeza de polpa e menores teores de SS que os demais estádios de maturação aos 60 dias de armazenamento (Figura 11). No estágio de maturação verde, os frutos do 2º ciclo de produção apresentaram maiores valores de firmeza, enquanto que nos estádios de maturação com a cor da epiderme laranja e laranja intensa os frutos do 2º ciclo apresentaram menores valores de firmeza (Figura 11). A firmeza sofre modificações consideráveis durante o amadurecimento e conservação pós-colheita, sendo o amolecimento dos frutos a alteração mais marcante e um dos primeiros indicativos do amadurecimento (VITTI, 2009), devido as mudanças físico-químicas que acontecem na parede celular, como a perda de polímeros de hemicelulose e pectinas (WOOLF et al., 1997).

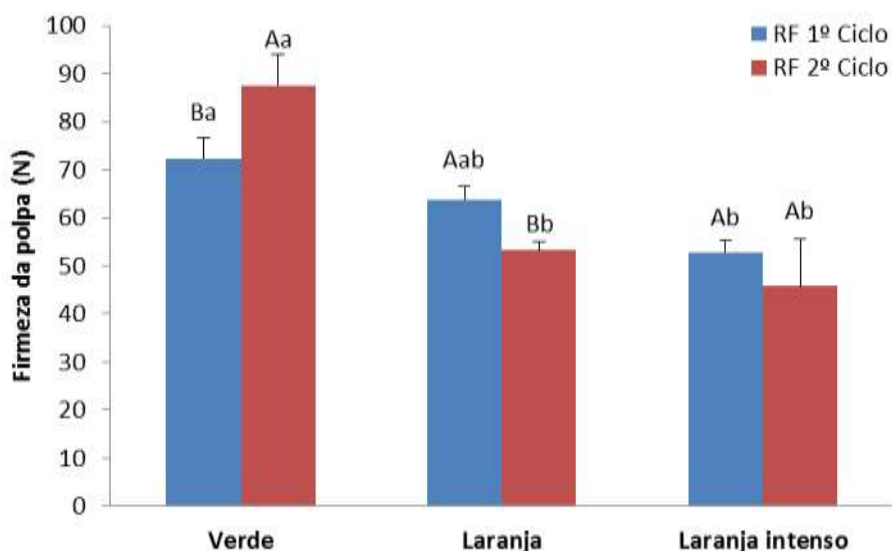


Figura 11. Firmeza da polpa (N) aos 60 dias de armazenamento de caquis 'Rama Forte' produzidos no Vale do São Francisco, Petrolina-PE. Frutos foram colhidos em dois ciclos de produção e três estádios de maturação com coloração da epiderme verde, laranja e laranja intenso. Letras maiúsculas comparam os diferentes ciclos de produção, enquanto que letras minúsculas comparam os diferentes estádios de maturação. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (5%).

A relação SS/AT foi maior nos frutos do 1º ciclo de produção nos estádios de maturação verde, laranja e laranja intenso aos 60 dias de armazenamento (Figura 12). Conforme observado por Sartori (2002), em períodos de umidade excessiva, o fruto aumenta de tamanho, mas os teores de sólidos solúveis e acidez titulável são diluídos.

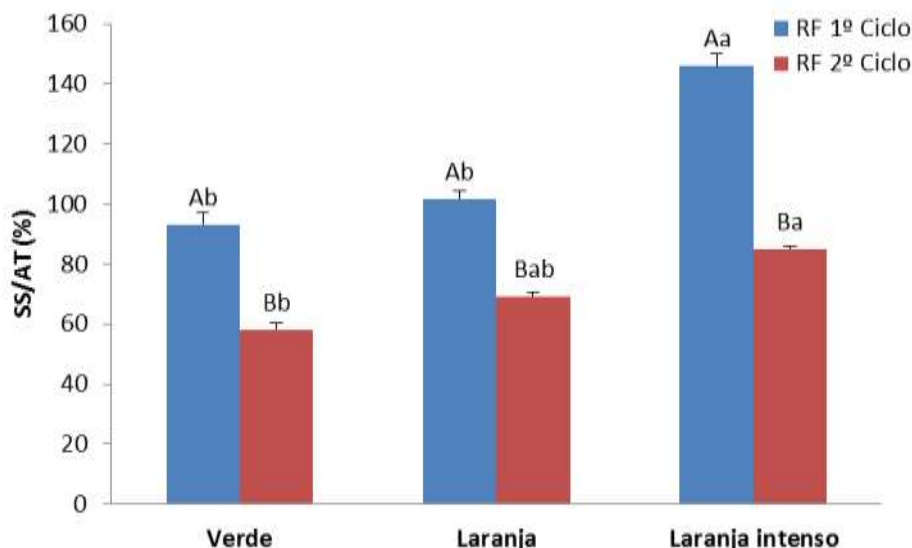


Figura 12. Relação SS/AT aos 60 dias de armazenamento de caquis 'Rama Forte' produzidos no Vale do São Francisco, Petrolina-PE. Frutos foram colhidos em dois ciclos de produção e três estádios de maturação com coloração da epiderme verde, laranja e laranja intenso. Letras maiúsculas comparam os diferentes ciclos de produção, enquanto que letras minúsculas comparam os diferentes estádios de maturação. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (5%).

Valores de L^* foram maiores em frutos colhidos com epiderme verde e laranja (Tabela 3), apresentando valores de 53,1 e 50,0 respectivamente. A colheita antecipada dos frutos pode resultar em falhas no desenvolvimento da cor e sabor, limitando a vida pós-colheita de alguns frutos (FISCHER; BENNET, 1991; MARTINELLI, 2014). Em caquis as principais alterações que ocorrem no amadurecimento contribuindo para o sabor dos frutos são o acúmulo de açúcares e declínio dos ácidos (WOOLF, 1975; MARTINELLI, 2014). Desta forma, os resultados obtidos indicam que a colheita de frutos com epiderme verde apresentaram menores valores de SS, maiores valores de AT (Tabela 3) e conseqüentemente menor relação SS/AT, indicando que os frutos colhidos no estágio de maturação verde não apresentam sabor agradável para o consumo.

Tabela 3. Cor da epiderme, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (% ácido málico) (AT) e taxa respiratória de caquis 'Rama Forte' em dois ciclos de produção e três estádios de maturação armazenados por 60 dias a 0°C e 80-90% de umidade relativa.

Tratamento	Cor da epiderme		SS (%)	AT (% de ácido málico)	TR mol CO ₂ kg ⁻¹ h ⁻¹
	(L*)	(C*)			
RF 1º Ciclo	50,9 ns	42,4 b	25,1 a	0,22 b	6,60 a
RF 2º Ciclo	50,6 ns	47,3 a	23,9 b	0,34 a	5,37 b
Verde	53,1 a	43,8 b	23,2 b	0,32 a	5,90 ns
Laranja	50,0 ab	42,7 b	24,8 a	0,30 a	5,63 ns
Laranja intenso	49,3 b	48,1 a	25,4 a	0,23 b	6,43 ns
CV (%)	4,38	4,78	2,76	9,21	13,7

*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (5%).

*ns = diferença estatística não significativa.

Aos 60 dias de armazenamento, o teor de matéria seca foi maior em frutos produzidos no primeiro ciclo, colhidos com coloração da epiderme laranja intenso (Figura 13).

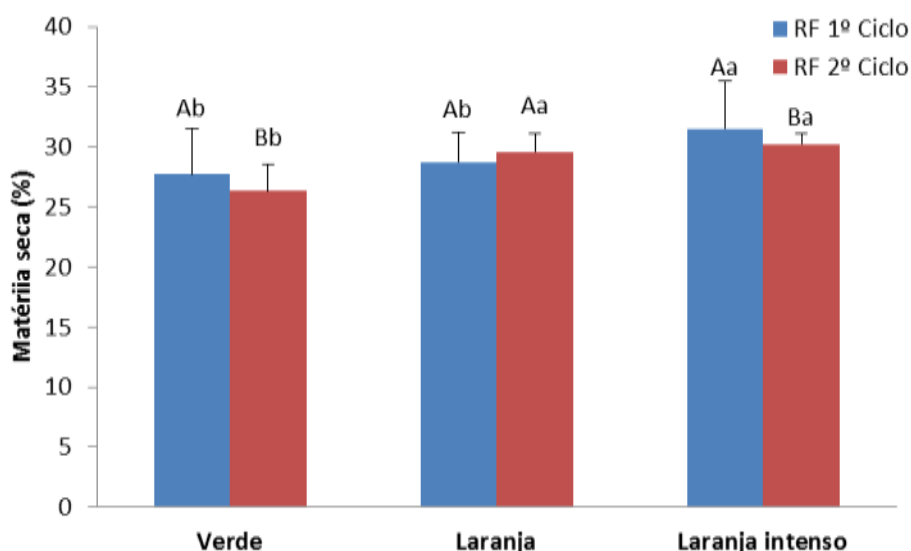


Figura 13. Matéria seca (%) aos 60 dias de armazenamento de caquis 'Rama Forte' produzidos no Vale do São Francisco, Petrolina-PE. Frutos foram colhidos em dois ciclos de produção e três estádios de maturação com coloração da epiderme verde, laranja e laranja intenso. Letras maiúsculas comparam os diferentes ciclos de produção, enquanto que letras minúsculas comparam os diferentes estádios de maturação. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (5%).

No 2º ciclo, maiores teores de matéria seca foram observados em frutos colhidos com coloração da epiderme laranja e laranja intenso (Figura 13). Os teores de SS também apresentaram incrementos com a colheita de frutos com coloração da epiderme laranja e laranja intenso (Tabela 3). Esta relação positiva entre MS e SS durante o armazenamento também tem sido encontrada em outros frutos como Kiwi (CRISOTO et al., 2012), abacate (GAMBLE et al., 2010), manga (PADDA et al., 2011) e maçã (PALMER et al., 2010; VIEIRA, 2016).

De acordo com os resultados, aos 90 dias de armazenamento houve interação significativa entre os fatores ciclo de produção estágio de maturação na colheita para as variáveis: firmeza, cor da epiderme (L^*) e (h^0), AT e relação SS/AT.

No 1º ciclo de produção, a firmeza de polpa foi igual em todos os estádios de maturação, enquanto que no 2º ciclo, os frutos colhidos com coloração mais verde apresentaram-se mais firmes (Figura 14).

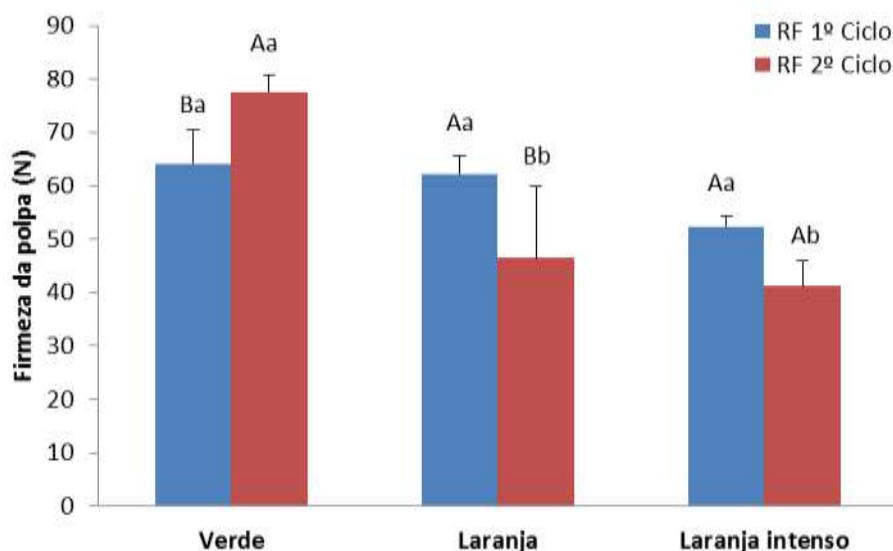


Figura 14. Firmeza da polpa (N) aos 90 dias de armazenamento de caquis 'Rama Forte' produzidos no Vale do São Francisco, Petrolina-PE. Frutos foram colhidos em dois ciclos de produção e três estádios de maturação com coloração da epiderme verde, laranja e laranja intenso. Letras maiúsculas comparam os diferentes ciclos de produção, enquanto que letras minúsculas comparam os diferentes estádios de maturação. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (5%).

A firmeza de polpa é um parâmetro de qualidade importante em frutos destinados ao consumo *in natura*, pois indica a tolerância do fruto ao transporte e manuseio durante a colheita e comercialização (SOUZA, 2010). Para a comercialização de caquis há necessidade da manutenção da firmeza de polpa entre 20 e 60 N (MITCHAM et al., 1998), para que os frutos tenham uma boa aceitabilidade para o consumo *in natura*. No presente trabalho, em todos os estádios de maturação e ciclos de produção, os frutos atenderam as exigências de firmeza de polpa para comercialização. A AT foi menor em frutos colhidos com coloração da epiderme laranja intenso no 1º ciclo (Figura 15). Nos frutos do 2º ciclo, a AT foi menor em frutos colhidos com coloração laranja e laranja intenso (Figura 15). Estes resultados são compatíveis com o fato de frutos com coloração laranja e laranja intenso estarem em um estágio de maturação mais avançado, onde ácidos orgânicos são utilizados como substrato respiratório ou

para a conversão em açúcares (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Ferri e Rombaldi (2004) observaram oscilações na acidez titulável de caquis 'Fuyu' aos 90 dias de armazenamento com valores de AT em torno de 0,8 %, sendo que no presente trabalho os valores de acidez foram menores.

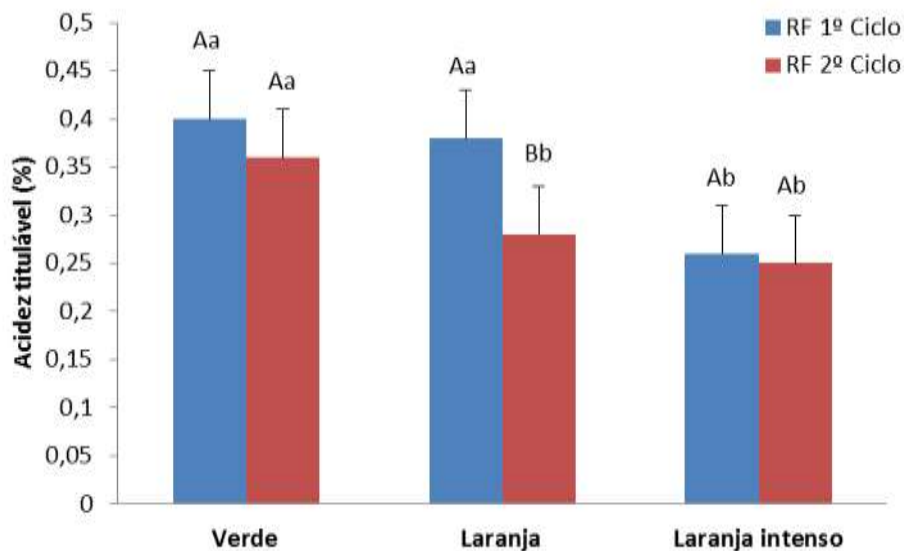


Figura 15. Acidez titulável (% de ácido málico) aos 90 dias de armazenamento de caquis 'Rama Forte' produzidos no Vale do São Francisco, Petrolina-PE. Frutos foram colhidos em dois ciclos de produção e três estádios de maturação com coloração da epiderme verde, laranja e laranja intenso. Letras maiúsculas comparam os diferentes ciclos de produção, enquanto que letras minúsculas comparam os diferentes estádios de maturação. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (5%).

A relação SS/AT foi maior em frutos colhidos com coloração laranja intenso no 1º ciclo, e em frutos colhidos com coloração laranja e laranja intenso no 2º ciclo de produção (Figura 16). Esse índice está relacionado diretamente com o equilíbrio entre os ácidos orgânicos e os açúcares (CHITARRA; CHITARRA, 2005), sendo desta forma um importante parâmetro para a avaliação da qualidade dos frutos.

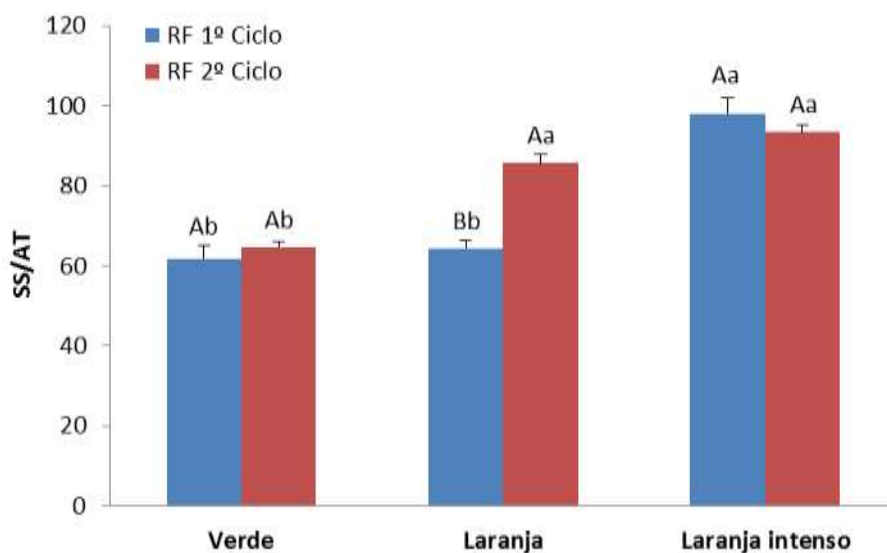


Figura 16. Relação SS/AT (%) aos 90 dias de armazenamento de caquis 'Rama Forte' produzidos no Vale do São Francisco, Petrolina-PE. Frutos foram colhidos em dois ciclos de produção e três estádios de maturação com coloração da epiderme verde, laranja e laranja intenso. Letras maiúsculas comparam os diferentes ciclos de produção, enquanto que letras minúsculas comparam os diferentes estádios de maturação. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (5%).

Em relação à cor da epiderme, os valores de ângulo hue aos 90 dias de armazenamento permaneceram estatisticamente diferentes entre os estádios de maturação e entre os ciclos de produção (Figura 17).

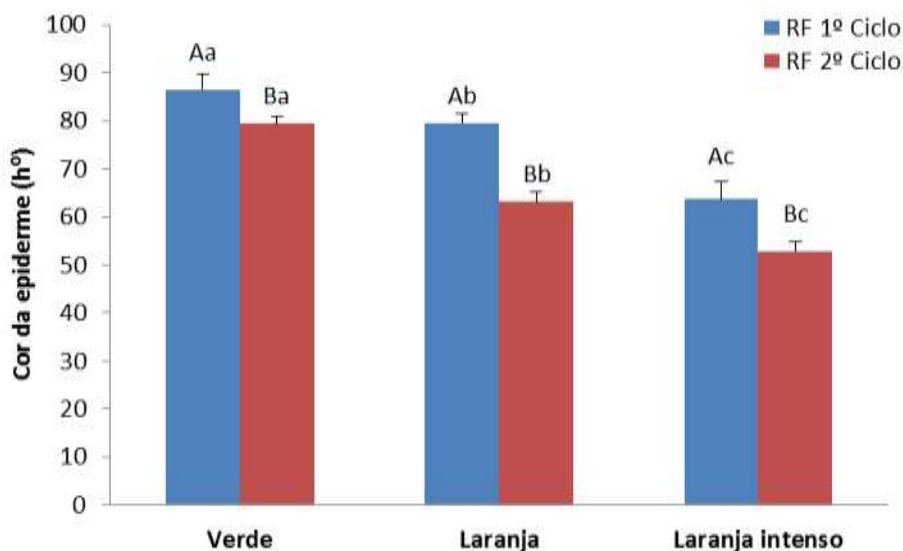


Figura 17. Cor da epiderme (h°) aos 90 dias de armazenamento de caquis 'Rama Forte' produzidos no Vale do São Francisco, Petrolina-PE. Frutos foram colhidos em dois ciclos de produção e três estádios de maturação com coloração da epiderme verde, laranja e laranja intenso. Letras maiúsculas comparam os diferentes ciclos de produção, enquanto que letras minúsculas comparam os diferentes estádios de maturação. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (5%).

No primeiro ciclo de produção, os valores de h° foram 85,6, 79,6 e 63,7 para frutos colhidos com epiderme verde, laranja e laranja intenso,

respectivamente. No 2º ciclo, os valores foram 79,4 para frutos colhidos com epiderme verde, 62,8 para frutos com epiderme laranja e 58,8 para frutos com epiderme laranja intenso (Figura 17). Em todos os estádios de maturação os frutos apresentaram evolução na cor da epiderme devido ao processo natural de amadurecimento, onde devido tanto a processos degradativos (degradação da clorofila, responsável pela coloração verde) como a processos sintéticos (síntese de carotenóides, responsáveis pelas colorações amarelas, laranja e vermelha). Estas modificações de coloração correspondem a um dos principais critérios de julgamento para a identificação do amadurecimento de frutos e hortaliças (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Na prática, segundo MARTINS e PEREIRA (1989), a colheita é feita quando os frutos perdem a coloração verde e adquirem tonalidade amarelo-avermelhada.

Os menores valores de L* foram observados em frutos colhidos com coloração laranja e laranja intenso no 2º ciclo de produção, bem como menores valores de croma (Figura 18, Tabela 4). Estes resultados indicam que esses frutos apresentaram um escurecimento na cor da epiderme e tonalidade intensa. Os frutos colhidos com coloração da epiderme verde não apresentaram diferença significativa entre os fatores ciclo de produção e estádios de maturação.

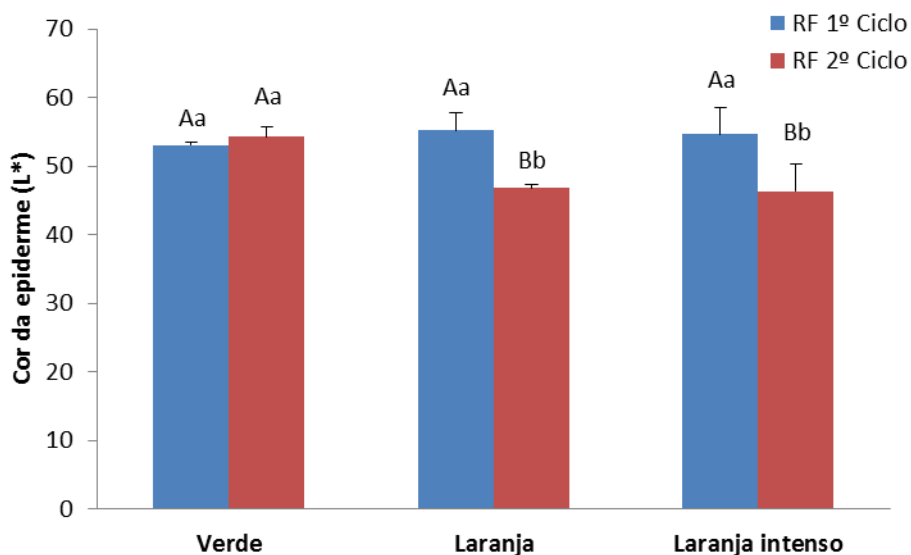


Figura 18. Cor da epiderme (L*) aos 90 dias de armazenamento de caquis 'Rama Forte' produzidos no Vale do São Francisco, Petrolina-PE. Frutos foram colhidos em dois ciclos de produção e três estádios de maturação com coloração da epiderme verde, laranja e laranja intenso. Letras maiúsculas comparam os diferentes ciclos de produção, enquanto que letras minúsculas comparam os diferentes estádios de maturação. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (5%).

TR não apresentou diferença significativa aos 90 dias de armazenamento (Tabela 4). SS apresentou incrementos dos teores nos frutos do 1º ciclo de produção, no entanto ao final do armazenamento os teores de SS não foram diferentes entre os estádios de maturação (Tabela 4). Em relação a MS, os frutos colhidos com coloração verde e laranja apresentaram menores teores, sendo estatisticamente diferentes dos teores de MS observados em frutos colhidos com coloração da epiderme laranja intenso (Tabela 4).

Valores de C* foram maiores nos estádios de maturação em que os frutos foram colhidos com a cor da epiderme laranja e laranja intenso, significando maior intensidade na coloração alaranjada.

Tabela 4. Cor da epiderme, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (% ácido málico) (AT) e taxa respiratória de caquis 'Rama Forte' em dois ciclos de produção e três estádios de maturação armazenados por 60 dias a 0°C e 80-90% de umidade relativa.

Tratamento	Cor da epiderme (C*)	SS (%)	MS (%)	TR mol CO ₂ kg ⁻¹ h ⁻¹
RF 1º Ciclo	50,4 a	25,1 a	28,3 ns	6,74 ns
RF 2º Ciclo	41,3 b	23,6 b	28,0 ns	6,43 ns
Verde	42,1 b	24,2 ns	26,9 b	6,07 ns
Laranja	45,1 ab	24,2 ns	27,4 b	6,63 ns
Laranja intenso	50,2 a	27,7 ns	30,1 a	7,05 ns
CV (%)	9,05	4,1	4,8	11,1

*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (5%).

*ns = diferença estatística não significativa.

Conclusões

A colheita de Caqui 'Rama Forte' com coloração da epiderme laranja resultou em melhor qualidade e conservação da qualidade físico-química dos frutos durante o armazenamento refrigerado por 90 dias.

Referências bibliográficas

ALBRIGO, G. Influências ambientais no desenvolvimento dos frutos cítricos. In: **Seminário internacional de citros - fisiologia**, 2., 1992. Anais. Campinas: Fundação Cargill, p. 100-106. CAMPOS, J.S, 1992

CAMPOS, S. S. de. **Fenologia, estudo da biologia flora, fertilidade do pólen e produção em cultivares de caquizeiro (*Diospyros kaki* L. e *Diospyros virginiana* L.)**. 2014. 65 p. Dissertação de Mestrado em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil, 2014.

CASTELLANOS, D. A.; HERRERA, A. O. Mathematical models for the representation of some physiological and quality changes during fruit storage. **Journal of Post-Harvest Technology**, v. 3, p. 18–35, 2015.

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

COLETTI, R.; NIENOW, A. A.; CALVETE, E. O. Superação da dormência de cultivares de 103 mirtilheiro em ambiente protegido com cianamida hidrogenada e óleo mineral. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 2, p. 685-690, 2011.

CORSATO, C. E.; FILHO, J. A. S.; VERDIAL, M.F. Fenologia do caquizeiro “Rama forte” em clima tropical. **Bragantia**, Campinas, v.64, n.3, p.323-329, 2005

CRISOSTO, G.M.; HASEY, J. ZEGBE, J.A.; CRISOSTO, C.H. New quality index based on dry matter and acidity proposed for Hayward kiwifruit. **California Agriculture, California**, v.66, n.2, p.70-75, 2012.

CUNHA SOBRINHO, A. P. da; SOARES FILHO, W. S. dos S.; PASSOS, O. S.; CALDAS, R.C. Influência de porta-enxertos na qualidade do fruto de laranjeira 'Baianinha' sob condições tropicais. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Cruz das Almas, v. 14, n. 3, p. 99-104. 1992.

CUTILLAS-UTURRALDE, A.; ZARRA, I.; LORENCES, E.P. Metabolism of cell wall polysaccharides from persimmon fruit. Pectin solubilization during fruit ripening occurs in apparent absence of poygalacturonase activity. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 89 p.369-375, 1993

FAMIANI, F. et al. Yield affects qualitative kiwifruit characteristics and dry matter content may be an indicator of both quality and storability. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.146, n.1, p.124-130, 2012

FERRI, V. C.; ROMBALDI, C. V. Resfriamento rápido e armazenamento de caquis (*Diospyrs Kaki L.*), cv. 'Fuyu', em condições de atmosfera refrigerada e modificada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal. V. 26, n.1, p. 36-39, 2004

FISCHER, R. L.; BENNETT, A. B. Role of cell wall hydrolases in fruit ripening. **Annual review of plant biology**, v. 42, n. 1, p. 675-703, 1991.

GAMBLE, J. et al. The impact of dry matter, ripeness and internal defects on consumer perceptions of avocado quality and intentions to purchase. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.57, n.3, p.35-43, 2010.

KAYS, S. J. Postharvest physiology of perishable plant products. New York: AVI Book, 1997. 532p.

KRAMMES, J. G.; ARGENTA, L.C.; VIEIRA, M.J. Controle da maturação e conservação da qualidade pós-colheita de caqui 'Fuyu' pelo manejo do etileno. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 27, n. 3, p. 360-365, 2005.

LOPES, P. R. C.; OLIVEIRA, I. V. M.; OLIVEIRA, J. E. M. de.; ASSIS, J. S. de. **Circular Técnica 107: Cultivo do Caquizeiro no Vale do São Francisco**, Embrapa Semiárido, Petrolina, ISSN 1808-9976, 2014.

LOPES, P.R.C.; OLIVEIRA, I. V. de N.; SILVA-MATOS, R. S. da.; CAVALCANTE, L. F.; SANTOS, K. P. dos. Cianamida hidrogenada na quebra de dormência das gemas e fenologia do caquizeiro em clima semiárido. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA**, 24., São Luiz. Fruticultura: frutíferas nativas e sustentabilidade. São Luiz, MA: SBF, 2016

MARTINELLI, M. **Estudo de uma nova opção de embalagem para transporte e comercialização de caquis (*Diospyrus kaki*, L.) cv. Mikado e Rama-Forte**. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) 2014. 177f. Universidade Federal do Rio de Janeiro/Instituto de Química, Rio de Janeiro, 2014.

MARTINS, F. P.; PEREIRA, F. M. **Cultura do caquizeiro**. Jaboticabal: FUNEP, 1989. 71 p.

MITCHAM, J.E.; CRISOSTO, C.H.; KADER, A.A. **Recommendations for maintaining postharvest quality**. Department of Pomology, University of California, Davis. 120 p. 1998.

NASCIMENTO, W. M. O. do.; TOMÉ, A. T.; OLIVEIRA, M. do. S. P. de. MULLER, C. H.; CARVALHO, J. E. U. de. Seleção de progênies de maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* f. flavicarpa) quanto à qualidade de frutos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 1, p. 186-188, 2003.

PADDA, M.S.; AMARANTE, C. V. T. do.; GARCIA, R. M.; SLAUGHTER, D.C.; MITCHAM, E. J. Methods to analyze physico-chemical changes during mango ripening: A multivariate approach. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.62, n.3, p.267-274, 2011.

PALMER, J.W.; HARKER, F.R.; TUSTIN, D.S.; JOHNSTON, J. Fruit dry matter concentration: a new quality metric for apples. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Oxford, v.90, n.15, p.2586-2594, 2010.

PICANÇO, N. F. M. **Qualidade de caqui armazenado sob refrigeração: estádios de maturação, destanização e irradiação ionizante**. Tese (Doutorado em agronomia). 2009. 125f. Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2009.

PIRES, E.J.P.; MARTINS, F.P. Técnicas de cultivo. In: POMMER, C. V. (ed.) **Uva: tecnologia de produção, pós-colheita, mercado**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2003. p. 351-403.

PORFÍRIO-DA-SILVA, L. C. **Qualidade pós-colheita do fruto caqui (*Diospyros kaki* L.), cv. 'Fuyu' produzido em Porto Amazonas-PR. 2008. 91 f.** Dissertação (Mestrado em agronomia). Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2008.

RIBEIRO, B. S. **Padrão respiratório, refrigeração e atmosfera modificada na conservação pós-colheita de cultivares de acerola**. 2017. 109 f.

Dissertação (Mestrado em agronomia) – Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina, 2017.

ROMBALDI, C. V. et al. Efeito do 1-metilciclopropeno em maçãs 'Fuji' armazenadas em atmosfera refrigerada e atmosfera controlada. *Current Agricultural Science and Echnology*, v. 11, n. 1, 2012.

SARTORI, I.A.; KOOLER, O.C.; SCHWARZ, S.F.; BENDER, R.J.; SCHÄFER, G. Maturação de frutos de seis cultivares de laranjas-doces na depressão central do rio grande do sul. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 24, n. 2, p. 364-369, 2002.

SILVA-MATOS, R. R. S. da. **Quebra de dormência e métodos de destanização de caquizeiro 'Rama Forte' no Vale do São Francisco**. 2016. 57 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2016.

SIMÃO, S. **Tratado de fruticultura**. Piracicaba: FEALQ, 1998. 760 p.

SOUZA, M. C. de. **Qualidade e atividade antioxidante de frutos de diferentes progênies de açaizeiro (Euterpe oleracea Mart)**. 2007. 124f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.

SOUZA, E. L. de. **Causas da redução da firmeza de polpa e de alterações na epiderme em caqui 'Fuyu'**. 2010. 111 p. Tese (Doutorado em Ciências) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2010.

TAKAHASHI, H. W.; FONSECA, I. C. D. B.; TAKAHASHI, A. A extração de nutrientes pelos ramos frutíferos de caquizeiro cultivar Giombo durante um ciclo de produção. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n.1 p. 197-202, 2010

TAKATA, M. Respiration, ethylene production and ripening of Japanese persimmon fruit harvest at various stages of development. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, Tokyo, v. 52, n. 1, p. 78-84, 1983.

TURK, R. The cold storage of persimmons (*Diospyros kaki* cv. Fuyu) harvested at different maturities and the effect of different CO₂ applications on fruit ripening. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 343, p. 190-194, 1993.

VIEIRA, M.J. **Avaliação da matéria seca como indicador da qualidade de maçãs na colheita e após armazenagem**. 2016. 216 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Lages, 2016.

VARJÃO, L.L. **métodos para a remoção da adstringência e manutenção da qualidade pós-colheita de caquis produzidos no Vale do São Francisco**. 2018. 86 f. Dissertação (Mestrado em horticultura irrigada) – Universidade do Estado da Bahia. Juazeiro, 2018.

VIEITES, R. L.; PICANÇO, N. F. M.; DIUTO, E. R. Radiação gama na conservação de caqui 'Giombo', destanizado e frigoarmazenado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 3, p. 719-726, Jaboticabal-SP, 2012

VITTI, D.C.C. **Destanização e armazenamento refrigerado de caqui 'Rama Forte' em função da época de colheita. 2009. 123 p.** Tese (Doutorado) Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2009.

WOOLF, A. B. Persimmon (*Diospyros kaki* L.). In: **PANTASTICO, E. B. et al. Post-harvest physiology, handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables.** Avi Publishing Company, Inc., 1975. 483p.

CAPÍTULO II

5. USO DE N₂ E CO₂ PARA REMOÇÃO DA ADSTRINGÊNCIA DE CAQUI 'RAMA FORTE' PRODUZIDO NO VALE DO SÃO FRANCISCO

Joanaylla Gomes de Albuquerque^a, Sergio Tonetto de Freitas^b

^aLaboratório 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: joanaylla2@hotmail.com

^bLaboratório de Fisiologia Pós-colheita, Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semiárido, Embrapa Semiárido, 56302-970, Petrolina, PE, Brasil. E-mail: sergio.freitas@embrapa.br

RESUMO

O caquizeiro (*Diospyros kaki* L.) é uma espécie de clima temperado que tem demonstrado grande potencial produtivo na região do Vale do São Francisco, onde a cultivar Rama Forte vem se destacando em termos de produtividade e qualidade. Após a colheita, frutos desta cultivar necessitam ser submetidos ao processo de remoção de adstringência antes do consumo. Entretanto, não existem tratamentos definidos para a remoção da adstringência de caquis produzidos na região. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de dióxido de carbono (CO₂) e nitrogênio (N₂) durante diferentes tempos sobre a remoção da adstringência de caquis 'Rama Forte' produzidos no Vale do São Francisco. Após a colheita, os frutos foram armazenados em um recipiente hermético (10L) com fluxo contínuo (100 ml min⁻¹) de ar ambiente (controle), CO₂ (100%) e N₂ (100%) durante 16, 24 ou 32 horas a temperatura de 20°C e umidade relativa de 90-95%. Cada tratamento foi composto por 3 repetições em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3x3. Após a aplicação dos tratamentos, os frutos foram armazenados por um período de sete dias em câmara fria a 0°C e 80-90% de umidade relativa. Os resultados obtidos após o armazenamento refrigerado mostram que o uso do CO₂ aumentou a taxa respiratória dos frutos e diminuiu a firmeza de polpa, enquanto o N₂ diminuiu a taxa respiratória e manteve maior firmeza de polpa dos frutos. Frutos tratados com CO₂ por 24 horas apresentaram coloração amarela menos intensa em relação ao controle e N₂. O tratamento controle apresentou maior teor de sólidos solúveis e relação solúveis/acidez titulável. Os teores de taninos poliméricos, oligoméricos dímeros e totais diminuíram em média 97, 99, 97 e 95% respectivamente em frutos tratados com CO₂ e N₂, os quais receberam as maiores notas para sabor global e doçura e menores notas para adstringência na análise dos consumidores. Desta forma, conclui-se que o uso CO₂ (100%) e N₂ (100%) durante 16hs foi eficiente na remoção da adstringência de caquis 'Rama Forte', assim como o uso de N₂ preservou a firmeza de polpa dos frutos. O tratamento com CO₂ (100%) e N₂ (100%) resultou na degradação de taninos nos frutos.

Palavras-chave: *Diospyros kaki* L.; destanização; taninos; gases; acetaldeído.

Introdução

O Vale do São Francisco é uma das principais regiões produtoras de frutos do Brasil, no entanto o cultivo é concentrado principalmente nas culturas de manga e uva. Estudos que vem sendo realizados pela Embrapa Semiárido mostram o potencial produtivo de frutos de clima temperado no semiárido em sistema produtivo irrigado, isso, além de proporcionar a diversificação de culturas na região, as condições de cultivo permitem que a colheita seja programada para qualquer época do ano, assim, no período de baixa oferta, os frutos produzidos no Vale do São Francisco pode suprir o mercado interno na entressafra. Entre as espécies estudadas, o caquizeiro (*Diospyros kaki* L.) tem demonstrado alto potencial produtivo e econômico (LOPES et al., 2014) esta espécie tem apresentado um alto crescimento nos últimos anos devido à alta demanda de consumo nacional, tornando-se, portanto, uma espécie interessante para a diversificação de pomares na região (FACHINELLO et al., 2011).

Entre os genótipos estudados a cultivar Rama forte tem apresentando grande destaque e melhores resultados em termos de produção e qualidade dos frutos (LOPES, 2014). Essa é a variedade mais consumida no Brasil (CORSATO et al., 2005), no entanto os frutos apresentam alta adstringência no momento da colheita (PIO, 2014), necessitando passar pelo processo de destanização antes de ser consumido. A adstringência é a sensação de secura no palato, que se dá quando os taninos solúveis presentes na polpa dos frutos precipitam as proteínas presentes na saliva (ITTAH, 1993). O processo de remoção de adstringência consiste em polimerizar as moléculas de taninos solúveis tornando-as insolúveis e o composto responsável pela polimerização das moléculas de tanino é o acetaldeído (TAIRA et al., 1997). Esse composto é produzido pelo fruto em condições normais durante o amadurecimento (PESIS, 2005), no entanto existem formas artificiais de induzir o acúmulo de acetaldeído na polpa de caquis e promover a remoção da adstringência (KAZUHIRO-EDAGI; KLUGE, 2009). Devido a menor exigência em tecnologia o método mais utilizado no Brasil é a aplicação de vapor de álcool etílico (TERRA, 2010), esse agente é um destanizador em potencial, no entanto apresenta o inconveniente de amolecimento da polpa do fruto (ITTAH, 1993), pela degradação de componentes da parede celular. A destanização com altas

concentrações de dióxido de carbono (CO_2) é o processo mais utilizado no mundo (VITTI, 2009), esse método proporciona a manutenção da qualidade dos frutos, apresentando boa coloração da casca e mantendo a firmeza da polpa dos frutos. Tanto o emprego de altas doses de CO_2 como N_2 , promove a respiração anaeróbica do fruto, nessas condições o piruvato proveniente da glicólise é descarboxilado gerando grandes quantidades de acetaldeído (KAZUHIRO-EDAGI; KLUGE, 2009) que reage com os taninos presentes nos caquis formando um gel insolúvel e não adstringente. Desta forma, o uso destes gases favorece as ligações tanino-tanino sem alterar a firmeza dos frutos (BLUM et al., 2008).

Muñoz (2002) estudou concentrações de 0, 15, 30, 50, 70 e 90% de CO_2 , por 24, 48 e 72 horas e concluiu que independente do tempo de exposição somente os frutos exposto a 70 e 90% de CO_2 perdem completamente a adstringência. De acordo com Vitti (2009), o tratamento com 70% de CO_2 durante 12 horas foi suficiente para remover a adstringência de caquis 'Rama Forte' após armazenamento refrigerado. Gardin et al., (2012), verificou que a exposição dos caquis 'Rama Forte' ao alto CO_2 (70%) acelerou o processo de destanização nos frutos tratados com 24 ou 48h de CO_2 , antes do armazenamento refrigerado. Amorim et al., (2017) obtiveram frutos não adstringentes após 5 dias de tratamento quando foram submetidos a 70% de CO_2 por 16 horas. Arnal & Del Río (2003) alcançaram a adstringência de caquis com 98% de CO_2 e N_2 durante 18 e 27 horas de exposição a 25°C e 80% de umidade relativa. Apesar de existirem vários estudos indicando as concentrações de CO_2 e N_2 e tempos de tratamentos, os frutos cultivados nas condições ambientais das áreas irrigadas do Semiárido brasileiro possuem características de qualidade diferentes, apresentam altos teores de taninos totais e taninos solúveis e mesmo quando não destanizados os frutos apresentam valores de firmeza inferiores aos reportados na literatura e altos valores de acidez (SILVA-MATOS, 2016).

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de CO_2 e N_2 durante diferentes tempos sobre a remoção da adstringência de caquis 'Rama Forte' produzidos no Vale do São Francisco.

Material de métodos

O experimento foi conduzido com caquis da cultivar Rama Forte produzidos na safra de 2017 na Estação Experimental de Bebedouro pertencente à Embrapa Semiárido, Petrolina, PE. O município situa-se a 9°09' S, 40°22' W e 365,5 metros acima do nível do mar. O clima da região é classificado como tipo BSw_h segundo a classificação de KOPPEN (1948). A precipitação pluviométrica média anual é de 500 mm, concentrada no período de janeiro a março. A temperatura média mensal é de 25,9°C, umidade relativa média anual de 66%, insolação média de 2.800 horas ano⁻¹, com evaporação em torno de 2.000 mm ano⁻¹ (EMBRAPA, 2012). O pomar foi implantado em 2010 com espaçamento de plantio de 5,0 x 4,0 m e sistema de irrigação por gotejamento em linhas duplas, com irrigação realizada diariamente e calculada de acordo com o coeficiente da cultura (kc) para cada fase de desenvolvimento. A adubação das plantas foi realizada com fertilizantes comerciais à base de nitrogênio, potássio, enxofre, nitrato de cálcio, sulfato de amônio e sulfato de potássio, distribuídos ao longo do ciclo de produção de acordo com a recomendação para caquizeiros (TAKAHASHI, 2010). Os frutos foram colhidos no estágio de maturação conforme as seguintes características físico-químicas: firmeza de polpa de 50,7 N, cor da epiderme expressa em luminosidade de 54,6, croma de 32,9 e h^o de 73,2 °, assim como sólidos solúveis (SS) de 23,4 %, acidez titulável (AT) de 0,19 % de ácido málico, relação SS/AT de 124,7 % e taxa respiratória de 20,0 mol CO₂ kg⁻¹h⁻¹, pH 5,58, índice de adstringência (nota=5,0) taninos dímeros = 1,93 g.100 g⁻¹, taninos oligoméricos = 2,03 g.100 g⁻¹, taninos poliméricos = 1,72 g.100 g⁻¹ e taninos totais = 5,68 g.100 g⁻¹, e foram encaminhados para o Laboratório de Fisiologia Pós-colheita da Embrapa Semiárido, onde foram selecionados para eliminar os frutos que apresentavam danos mecânicos ou defeitos. Após a seleção, os frutos foram lavados com água clorada, foram secos e randomizados para comporem as amostras experimentais.

Os frutos foram submetidos ao processo de remoção da adstringência mediante a exposição aos gases CO₂ (100%) e N₂ (100%) a temperatura de 20°C e umidade relativa de 90-95%. Os tratamentos foram aplicados com fluxo contínuo (100 ml min⁻¹) de ar ambiente (controle), CO₂ e N₂ em recipientes de 10L hermeticamente fechados por 16, 24 e 32 horas. Cada tratamento foi

composto por 3 repetições em delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3x3 (gases x tempo de tratamento). Após a aplicação dos tratamentos os frutos foram armazenados por um período de sete dias em câmara fria a 0°C e 80-90% de umidade relativa, e foram posteriormente avaliados para parâmetros de qualidade físico-química conforme descrito abaixo.

2.1. Qualidade físico-química

Firmeza da polpa: foi determinada com um texturômetro modelo TA.XT. Plus (Extralab®, São Paulo, Brasil) com ponteira de 8 mm, em dois pontos da zona equatorial dos frutos após retirada da casca com o auxílio de um cortador doméstico e os resultados forma expressos em Newton (N).

Cor da epiderme: foi avaliada na região distal dos frutos utilizando um colorímetro digital modelo CR-400 (Minolta®, Tóquio, Japão), e expressa em luminosidade (L^*) que correspondeu à variação de escuro/opaco (0) ao branco (100), croma (C^*) que representa a intensidade de cor do 0= cor impura para o 60= cor pura, e ângulo Hue (h°) que indica 0° = vermelho; 90° = amarelo; 180° = verde e 270° = azul (MINOLTA, 1994).

Sólidos Solúveis (SS): determinado a partir de uma amostra de suco extraído com o auxílio de uma centrífuga doméstica a partir dos frutos que compõe a amostra experimental, utilizando 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 Titrimo Plus (Metrohm®, São Paulo, Brasil), sendo os resultados expressos em porcentagem de ácido málico presente no suco.

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

Taxa respiratória dos frutos (TR): determinada por meio da produção de CO_2 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 CO₂ 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 CO₂ kg⁻¹ de fruto h⁻¹).

Índice de adstringência: foi determinado após um corte transversal na região equatorial do fruto, onde se avaliou a impressão obtida do contato, por alguns segundos, de uma das faces cortadas do fruto, previamente tratada com solução de cloreto férrico (FeCl₃) a 5%, após isso foram atribuídas notas, sendo 1 = fruto considerado não taninoso; 2 = fruto ligeiramente taninoso; 3 = fruto medianamente taninoso; 4 = fruto taninoso; e 5 = fruto muito taninoso. Os taninos solúveis reagem com o cloreto férrico, tornando-se escurecidos. Após isso, o índice de adstringência dos frutos foi determinado com o auxílio da escala de notas proposta por Gazit & Levy (1963) e modificado por Vitti (2009).



Figura 1. Escala de comparação do grau de adstringência dos frutos determinado através de solução de cloreto férrico FeCl₃ a 5%, sendo 1 = não taninoso e 5 = muito taninoso. Gazit & Levy (1963), adaptado de Vitti (2009).

Taninos oligoméricos, poliméricos e dímeros: foi determinado espectrofotometricamente utilizando o reagente *Folin-Ciocalteu* pelo método proposto por (REICHER, 1981). Para o preparo dos extratos, foi triturado 1g de polpa dos frutos e adicionado 50 ml do líquido extrator: metanol absoluto, metanol 50%, ou água destilada para a extração dos taninos dímeros, oligoméricos e poliméricos, respectivamente. Para a extração dos taninos poliméricos, as amostras foram colocadas em banho-maria a 60°C, durante 15 minutos. Para os outros tipos, o material foi submetido a refluxo por 15 minutos.

Após a extração, todas as amostras foram agitadas por 15 minutos e, em seguida, filtradas a vácuo. O filtrado foi, então, evaporado até o volume aproximado de 5 ml e diluído para 50 ml. Desta, foram retiradas alíquotas variando de 0,5 a 1 ml para o doseamento. Os resultados foram expressos em $\text{g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ de taninos, determinados através das leituras em espectrofotômetro 50 UV-Vis (Varian Cary®, Mulgrave, Austrália), no comprimento de onda de 720 nm. Foi utilizada, como padrão, uma solução de ácido tânico ($0,1 \text{ g L}^{-1}$).

Taninos totais (TT): obtidos através da soma dos taninos oligoméricos, poliméricos e dímeros.

Análise sensorial: o trabalho da análise foi aprovado pelo comitê de ética da Universidade Federal do Vale do São Francisco sob o protocolo de nº 85018717.6.0000.5196. As amostras de caqui foram avaliadas sensorialmente com equipe composta por 55 provadores não treinados entre 18 e 60 anos de ambos os sexos. O teste de aceitação foi realizado com nove amostras de caquis medindo aproximadamente $2 \times 2 \text{ cm}$ e homogêneos adequadamente. As amostras foram oferecidas aos provadores de forma monádica, em copos plásticos brancos codificados com algarismos de três dígitos, acompanhados de biscoitos tipo água e sal e água para a lavagem do palato e a ordem de apresentação das amostras aos provadores foi balanceada com o objetivo de minimizar o efeito da ordem de apresentação nos julgamentos. A disposição dos provadores foi feita de forma aleatória, em cabines individuais. Os indivíduos receberam um questionário contendo questões sobre os dados pessoais (nome, idade, sexo, escolaridade), e para avaliação dos atributos doçura, acidez, e adstringência foi utilizada uma escala linear de 9 cm que expressavam a intensidade, escritos nas extremidades “pouco intensa” e “muito intensa”, para a aceitação do produto foi utilizada escala hedônica de nove pontos, com os seguintes níveis: 1 – desgostei extremamente; 2 – desgostei muito; 3 – desgostei regularmente; 4 – desgostei ligeiramente; 5 – indiferente; 6 – gostei ligeiramente; 7 – gostei regularmente; 8 – gostei muito e 9 – gostei extremamente. O teste de aceitação foi realizado no Laboratório de Enologia na sala de degustação da Embrapa Semiárido, Petrolina - PE.

Análise estatística

O delineamento foi inteiramente casualizado, em fatorial 3 x 3 (gases x tempo). Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey (5%) e regressão. As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do pacote *ExpDes.pt* (FERREIRA; NOGUEIRA; ALVES, 2013), a partir do software R versão 3.2.5 (R CORE TEAM, 2016).

Resultados e Discussão

De acordo com os resultados obtidos após a análise de variância foi constatada interação significativa entre os fatores para os seguintes parâmetros: cor da epiderme ($^{\circ}$ h), SS, relação SS/AT, taxa respiratória dos frutos, taninos poliméricos, oligoméricos, dímeros e totais e análise sensorial, desta forma analisou-se o efeito da interação, para as variáveis que não apresentaram interação significativa (firmeza, L^* , AT e pH) analisou-se o efeito dos fatores isoladamente.

No momento da colheita, os frutos apresentaram valor de firmeza 50,7 N, sendo que o uso do CO_2 diminuiu a firmeza de polpa dos frutos para 36,0 N, já os frutos tratados com N_2 foram estatisticamente iguais aos frutos do controle apresentando uma perda menos acentuada com valores de 48,3 N e 47,7 N, respectivamente. Gardin et. al. (2012) verificaram o amolecimento da polpa de caquis 'Rama Forte' expostos a atmosfera de CO_2 (70%) por 48 horas e Edagi et al. (2009) verificaram aumento temporário na respiração e na produção de etileno em caquis 'Rama Forte' expostos a atmosfera de CO_2 (70%) por 12 e 18h, logo o amolecimento da polpa de caquis expostos a 100 % de CO_2 (Tabela 1) neste trabalho pode ser explicado pelo aumento da taxa respiratória e metabolismo do fruto, acelerando o processo de amadurecimento com a síntese de enzimas pectonolíticas e conseqüentemente a degradação das paredes celulares (BLUM et al., 2008). Os frutos tratados com N_2 (100%) preservaram a firmeza dos frutos. A manutenção da firmeza dos frutos 'Rama Forte' após o processo de destanização é um aspecto importante a ser considerado devido à necessidade de frutos firmes durante o período de

comercialização (VITTI, 2009). Os tempos de exposição aos quais os frutos foram submetidos não promoveu redução significativa da firmeza da polpa.

Tabela 1. Firmeza da polpa (N), cor da epiderme (L*) acidez titulável (AT) e pH de caquis 'Rama Forte' submetidos à exposição de CO₂ e N₂ durante 16, 24 e 32 horas e armazenados durante sete dias a 0°C e 80-90% de umidade relativa.

Tratamento	Firmeza (N)	Cor da epiderme (L*)	AT (% de ácido málico)	pH
Controle	48,3 a	53,9 ns	0,3 a	5,4 ns
CO₂	36,0 b	54,4 ns	0,2 b	5,2 ns
N₂	47,7 a	54,0 ns	0,1 b	5,6 ns
16 horas	45,8 ns	54,0 ns	0,2 ns	5,5 ns
24 horas	43,2 ns	54,4 ns	0,2 ns	5,4 ns
32 horas	43,2 ns	53,9 ns	0,2 ns	5,5 ns
CV (%)	19,1	2,9	18,1	2,28

* As médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. *ns = diferença estatística não significativa.

A variável relacionada à cor da epiderme (L*) (Tabela 1) não apresentou diferença significativa entre os fatores avaliados. No momento da colheita, o valor de L* foi de 54,6 permanecendo igual após a aplicação dos tratamentos, isso nos mostra que o uso dos gases não influenciou o escurecimento da epiderme dos frutos. Para os parâmetros croma (C*) e ângulo *hue* (h°) houve interação significativa dos fatores gases e tempo de tratamento.

No momento da colheita os frutos apresentavam uma intensidade de cor amarela (C*) de 32,9, enquanto que após a aplicação dos tratamentos observou-se um aumento acentuado da intensidade de cor laranja nos frutos de todos os tratamentos (Figura 1). Os maiores valores de croma foram observados em todos os tratamentos quando aplicados por 32hs (Figura 2). Os frutos expostos a CO₂ por 24 horas apresentaram diferença significativa quando comparados aos frutos não tratados, apresentando valores de croma de 36,1 e 42,9, respectivamente. A cromaticidade representa a pureza da cor dos frutos, altos valores de croma indicam que ocorreu escurecimento e um aumento na intensidade da cor laranja nos frutos. Essa mudança de coloração é comum na maturação, e está relacionada a degradação nos níveis de clorofila pelas clorofilases e aumento na biossíntese de carotenóides (VARGAS et al., 2017). O caqui 'Rama-forte' tende a intensificar a coloração alaranjada com o avanço do amadurecimento, conseqüentemente, o valor de croma tende a aumentar (MARTINELLI. 2014).

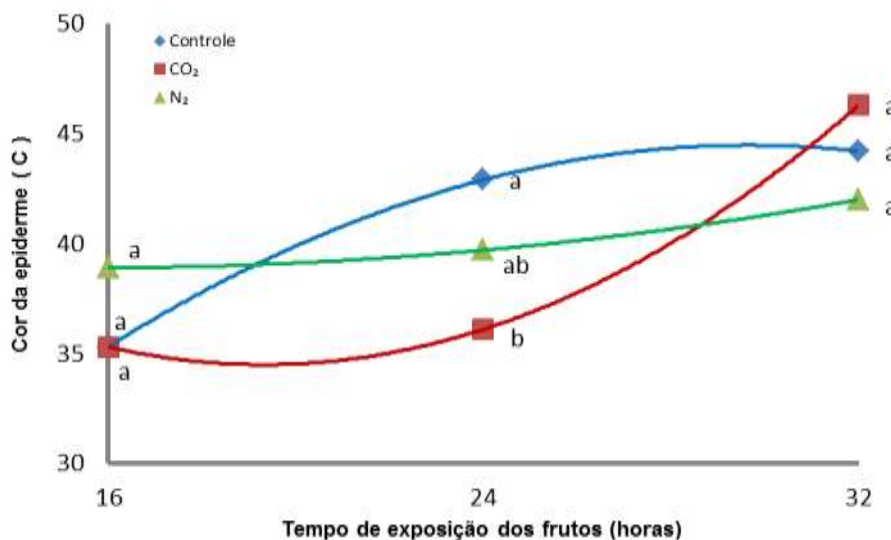


Figura 2. Cromo da epiderme (C*) caquis 'Rama Forte' submetidos à exposição de CO₂ e N₂ durante 16, 24 e 32 horas e armazenados durante sete dias a 0°C e 80-90% de umidade relativa. Controle, $y = 0,5550x + 27,541$, $R^2=0,85$; N₂, $y = 0,0117x^2 - 0,3600x + 41,8$, $R^2=1$; CO₂, $y = 0,6888x - 22,7622$, $R^2=0,80$.

Para o ângulo hue (h°) (Figura 3), houve ajuste da equação quadrática para todos os tratamentos. Os frutos do tratamento controle e N₂ aplicados por 24 horas apresentaram valor de h° = 76,9 diferindo estatisticamente do tratamento com CO₂ que apresentou redução nos valores de h° para 68,4 no mesmo tempo aplicação. De modo geral, os frutos permaneceram com valores de h° próximos a 60° o que indica que a coloração está entre as cores laranja e amarelo. O tratamento controle apresentou redução no ângulo hue (h° = 68,2) com tempo de aplicação de 32 horas, sendo estatisticamente diferente dos frutos que foram tratados com gases que apresentaram valores de 75,8 e 74,2 para os tratamentos com CO₂ e N₂, respectivamente. Estes resultados indicam que os frutos não tratados com gases tiveram a mudança de cor mais acelerada, comparados com os frutos tratados, sendo que esse decréscimo no valor de h° é indicativo de uma coloração mais alaranjada.

Os SS apresentaram interação significativa em relação aos gases e tempo de exposição dos frutos, com ajuste de modelo quadrático para o controle e N₂ e modelo linear para CO₂ (Figura 4). Quando os frutos foram expostos aos gases por 16 horas houve diferença significativa entre os tratamentos, frutos do tratamento controle apresentaram maiores teores de SS e frutos tratados com CO₂ apresentaram menores valores SS (Figura 4). Com o aumento do tempo de exposição houve um incremento dos SS nos frutos

tratados com CO₂ atingindo os maiores valores máximos com 32hs de exposição.

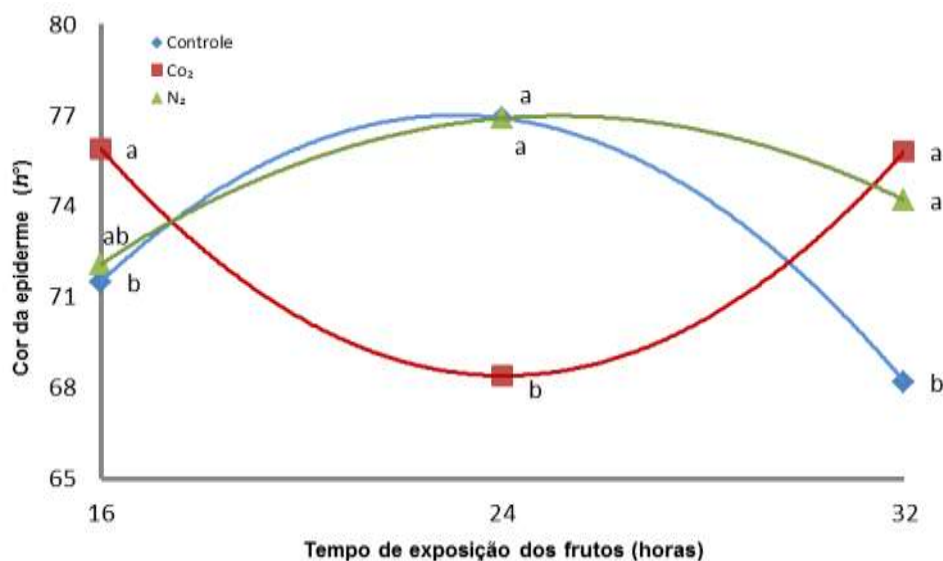


Figura 3. Cor da epiderme (h°) de caquis 'Rama Forte' submetidos à exposição de CO₂ e N₂ durante 16, 24 e 32 horas e armazenados durante sete dias a 0°C e 80-90% de umidade relativa. Controle $y = 0,1097x^2 + 5,0619x$, $R^2=1$; N₂ $y = -0,0575x^2 + 2,8904x + 40,6$, $R^2=1$; CO₂ $y = 0,1165x^2 + 5,5995x + 135,7$, $R^2=1$

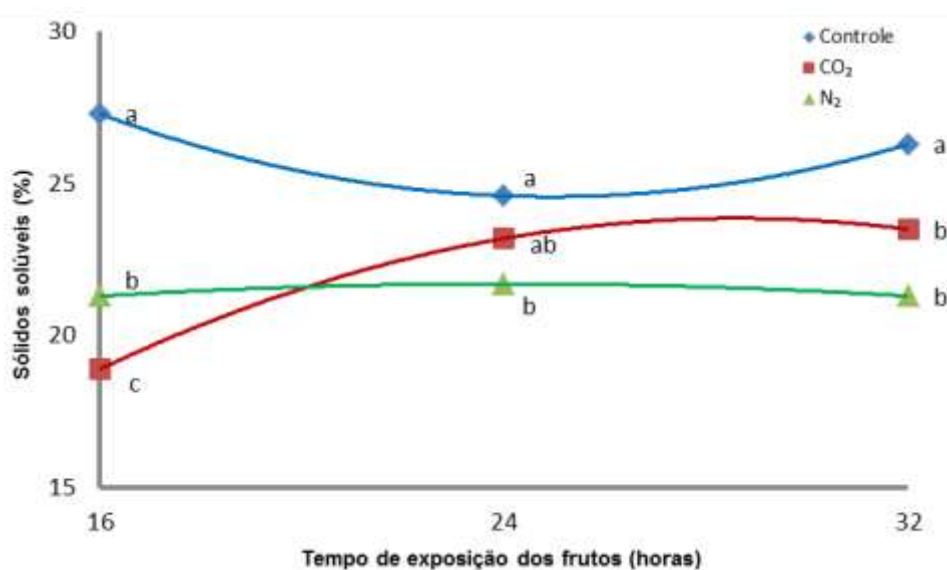


Figura 4. Sólidos solúveis (%) de caquis 'Rama Forte' submetidos à exposição de CO₂ e N₂ durante 16, 24 e 32 horas e armazenados durante sete dias a 0°C e 80-90% de umidade relativa. Controle $y = 0,0345x^2 + 1,7234x + 46,1$, $R^2=1$; N₂ $y = 0,0062x^2 + 0,3x + 18,1$, $R^2=1$; CO₂ $y = -0,2859x^2 + 15,07$, $R^2=0,79$.

Os frutos que foram tratados com N₂ apresentaram valores constantes em todos os tempos de tratamento. O tratamento controle apresentou maiores valores de SS em todos os tempos de exposição, diminuindo com o aumento do tempo de tratamento, o que pode ter ocorrido devido ao consumo de açúcares no metabolismo respiratório dos frutos. Blum et al. (2008) observaram

um decréscimo no teor SS em caquis 'Giombo' tratados com etanol, Varjão (2018) obteve a mesma resposta verificando diferentes doses de etanol e tempos de exposição para remoção de adstringência de caquis 'Rama forte' e 'Giombo' produzidos em condições semiárida. De modo geral, os tratamentos para remoção da adstringência diminuíram os teores de SS nos frutos (VARJÃO, 2018).

Acidez titulável (AT) e potencial hidrogeniônico (pH) (Tabela 1) não apresentaram efeito significativo entre os gases e o tempo de exposição em que os frutos foram submetidos, desta forma foi analisado o efeito isolado dos fatores. O tempo de aplicação dos gases não influenciou a AT dos frutos, no entanto os gases apresentaram efeito significativo sobre a AT, onde o tratamento controle apresentou maior valor sendo 0,3 e N₂ o menor valor sendo 0,1. Valores de 0,11 - 0,14% de acidez titulável foram encontrados para a mesma cultivar produzida na região Mogi das Cruzes (SP) (MAXIMINO, et al, 2010; VIEITES et al, 2012). É conhecido que ácidos orgânicos são utilizados como substratos na atividade respiratória dos frutos ou convertidos em açúcares após a colheita (CHITARRA; CHITARRA, 2005), no entanto os altos teores de AT nos frutos não tratados confirmam que caquis produzidos no semiárido apresentam maiores valores de AT (SILVA-MATOS, 2015).

O efeito da interação dos fatores gases e tempo de tratamento apresentaram efeito significativo para a relação SS/AT (Figura 5). A relação SS/AT é uma das formas mais utilizadas para avaliação do sabor dos frutos, sendo mais representativa do que a medição isolada de açúcares ou acidez. Essa relação dá uma boa indicação do equilíbrio entre os dois componentes, devendo especificar o teor mínimo de sólidos e o máximo de acidez (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Os frutos tratados com CO₂ e N₂ apresentaram maiores valores de SS/AT nos três tempos de exposição e ambos foram superiores aos frutos do tratamento controle no tempo de exposição 24 horas. Os frutos tratados com N₂ apresentaram pouca variação nos três tempos de exposição, resultando em maior valor após 32hs de tratamento. Uma maior relação SS/AT é desejável, pois sugere uma melhor qualidade de consumo dos frutos com o amadurecimento (VARJÃO, 2018; MALGARIM et al., 2007).

O efeito da interação entre os fatores foi significativo para a taxa respiratória dos frutos (Figura 6).

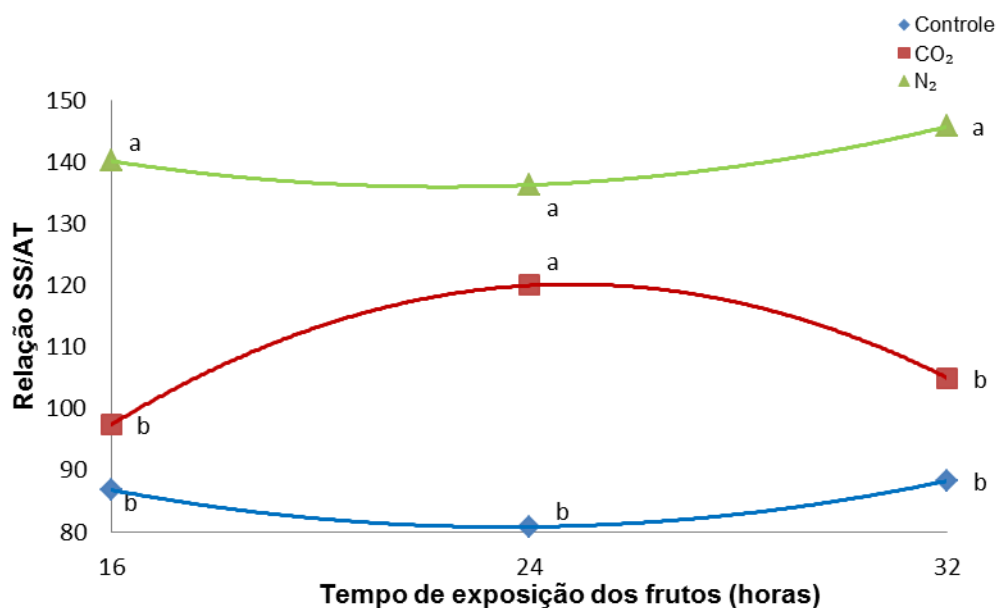


Figura 5. Relação SS/AT de caquis 'Rama Forte' submetidos à exposição de CO₂ e N₂ durante 16, 24 e 32 horas e armazenados durante sete dias a 0°C e 80-90% de umidade relativa. Controle $y = 0,1055x^2 - 4,9688x + 139,3$ $R^2=1$; N₂ $y = 0,1047x^2 - 4,675x + 188,2$, $R^2=1$; CO₂ $y = 0,1055x^2 - 4,9688x + 139,3$ $R^2=1$.

Frutos tratados com CO₂ tiveram um aumento na taxa respiratória à medida que aumentou o tempo de exposição, enquanto que os frutos tratados com N₂ (100%) apresentaram redução na taxa respiratória à medida que aumentou o tempo de exposição, e os frutos do tratamento controle apresentaram pouca variação ao longo do experimento. A velocidade da respiração reflete a taxa metabólica geral do fruto e, juntamente com a produção de etileno, é responsável por acelerar o processo de amadurecimento, ocasionando mudanças, como ativação das enzimas de degradação da parede celular, causando aumento do amaciamento do fruto e rápida mudança na cor da epiderme (BESADA et al., 2010).

A exposição de caquis a altas concentrações de CO₂ por períodos curtos 6hs, diminui a taxa respiratória e a produção de etileno (SOUZA-MUÑOZ, 2002), fazendo com que o fruto se mantenha firme. Neste trabalho, observou-se que o uso do CO₂ aumentou a taxa respiratória dos frutos com o aumento do tempo de tratamento. Edagi et al. (2009) verificaram aumento temporário na respiração e na produção de etileno em caquis 'Rama Forte' após a exposição dos frutos a atmosfera com 70% de CO₂ por 12 e 18h. É possível que esse efeito seja uma resposta à inibição da respiração durante a exposição dos frutos a elevada concentração de CO₂. Neste contexto, uma maior inibição da respiração com o aumento do tempo tratamento resultou em uma maior

atividade respiratória após o tratamento. Esse efeito possivelmente foi aumentado pelo fato da cultivar Rama Forte ser um genótipo tardio e apresentar alta taxa respiratória (MARTINELLI, 2014).

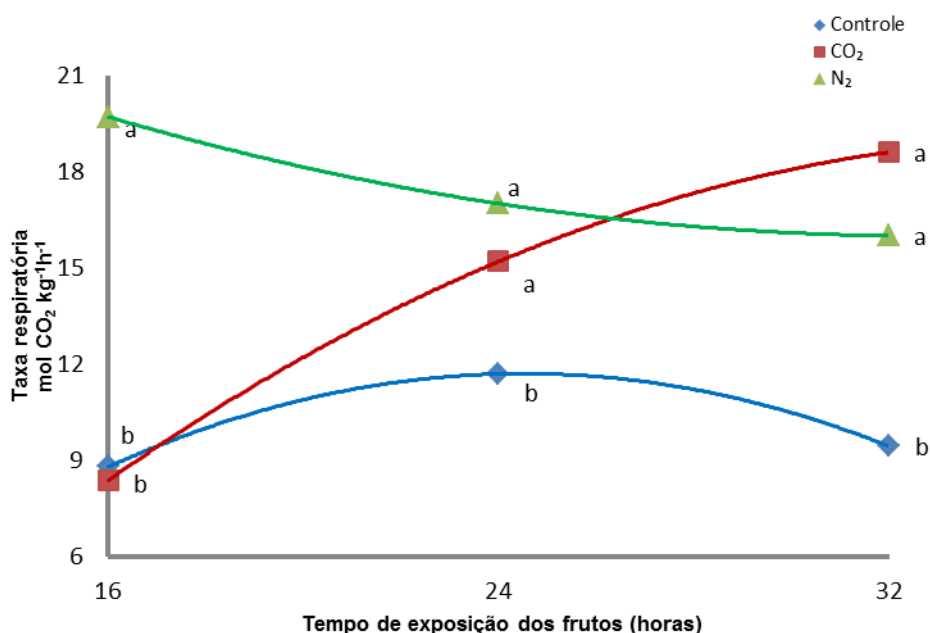


Figura 6. Taxa respiratória de caquis 'Rama Forte' submetidos à exposição de CO₂ e N₂ durante 16, 24 e 32 horas e armazenados durante sete dias a 0°C e 80-90% de umidade relativa. Controle $y = -0,0402x^2 + 1,9675x - 12,39$; N₂ $y = -0,0231x^2 + 23,16x$, R²=0,93; CO₂ $y = -0,641x - 1,273$ R²=0,96.

O efeito da interação entre os fatores foi significativo para o índice de adstringência (Figura 7). No momento da colheita os frutos apresentaram índice de adstringência 5 (muito taninoso), após 16hs da aplicação de CO₂ e N₂, os frutos apresentaram índice de adstringência 3 (ligeiramente taninoso). Em 24 horas de exposição os frutos tratados com CO₂ apresentaram índice 3 e frutos tratados com N₂ apresentaram índice 2, medianamente e ligeiramente taninoso, respectivamente. Após 32hs de exposição, ambos os tratamentos apresentaram índice 2 (ligeiramente taninoso). O uso dos gases proporcionou a formação de uma atmosfera com baixas concentrações de O₂, resultando em uma condição de anaerobiose, que provocou a descarboxilação do piruvato e produção de acetaldeído, o qual reagiu com taninos solúveis, provocando a destanização, com consequente redução do índice de adstringência (EDAGI, et al., 2009) de caquis 'Rama Forte' produzidos nas condições ambientais do Vale do São Francisco. Frutos próprios para o consumo devem apresentar índice de adstringência inferior a 2 (ROMBALDI, 2012), neste estudo os frutos

apresentaram-se aptos para o consumo, no entanto, os frutos do controle apresentaram índice de adstringência 5 (muito taninoso) ao longo do experimento, sendo impróprios para consumo. Gardin (2012) verificou que três dias após a destanização e armazenados a 23°C, sob exposição de 70% de CO₂ foi eficaz para a redução da adstringência de caquis ‘Rama Forte’ apresentando nota 2. Já os frutos destanizados com 70% de CO₂ durante 16 horas atingiram o mesmo valor de adstringência da polpa aos 5 dias após destanização (AMORIM et al., 2017).

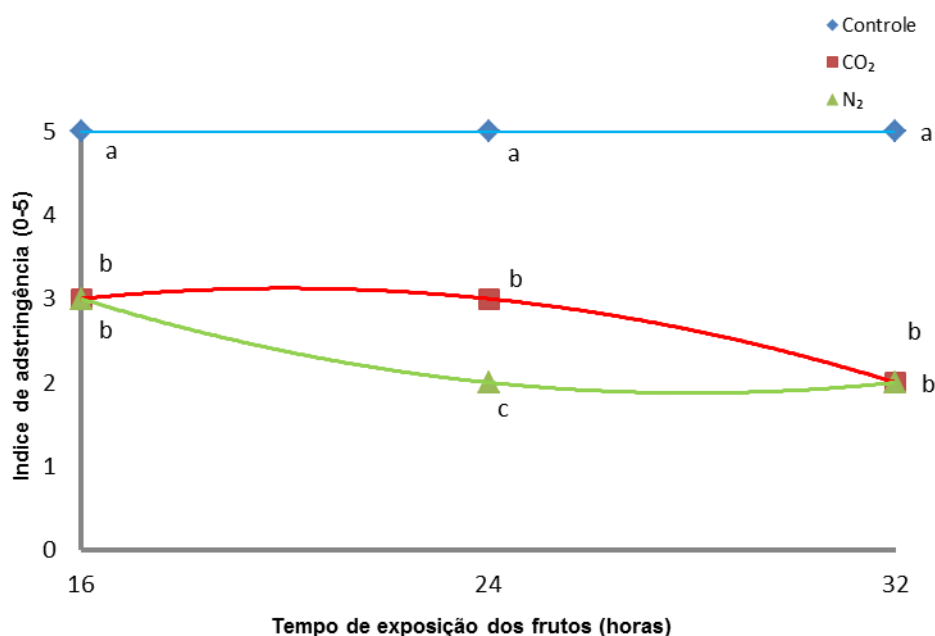


Figura 7. Índice de adstringência de caquis ‘Rama Forte’ submetidos à exposição de CO₂ e N₂ durante 16, 24 e 32 horas e armazenados durante sete dias a 0°C e 80-90% de umidade relativa. Controle, $y = 5$, $R^2 = 1$; N₂ $y = 0,06x + 4,19$, $R^2 = 0,75$; CO₂ $y = -0,06x + 3,85$, $R^2 = 0,75$;

A concentração e o tempo de exposição em que os frutos foram submetidos para apresentar – se não adstringentes e aptos para o consumo foi maior do que em outras regiões produtoras de caquis pelo fato de que os caquis produzidos no semiárido apresentam diferenças de qualidade físico-química e maior teor de taninos solúveis conforme descrito por Silva-Matos (2015). As plantas em condições semiáridas reagem fisiologicamente ao estresse e como mecanismo de defesa aumenta a produção e concentração de compostos fenólicos (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O efeito da interação entre os fatores foi significativo para os taninos poliméricos (Figura 8) apresentando ajuste da equação linear para o tratamento controle. No momento da colheita, os frutos apresentaram 1,72 g.100 g⁻¹ de taninos poliméricos, após a destanização os frutos apresentaram redução nos

valores sendo $0,14 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ quando tratados com CO_2 e $0,06 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ quando tratados com N_2 durante 16 horas (Figura 8). Os tempos de exposição aos quais os frutos foram submetidos não promoveu redução significativa dos taninos poliméricos. Os frutos do controle mostraram redução no teor de taninos condensados (poliméricos) à medida que aumentou o tempo de tratamento, esse resultado é esperado, pois com o amadurecimento dos frutos existe uma redução nos teores de taninos, sendo esta uma alteração química que ocorre no amadurecimento (TESSMER, 2014). Os taninos são compostos fenólicos provenientes do metabolismo secundário e responsáveis pela adstringência de muitos frutos, sendo divididos em dois grandes grupos, taninos solúveis e taninos condensados (poliméricos), sendo que os últimos pouco contribuem para a adstringência (YONEMORI; SUZUKI 2008). A redução na concentração de taninos poliméricos sugere que estes podem ter sido degradados (ZAVRTANIK et al., 1999) ou utilizados como substrato no processo respiratório, entretanto estudos mais aprofundados são necessários para elucidar este processo (VARJAO, 2018).

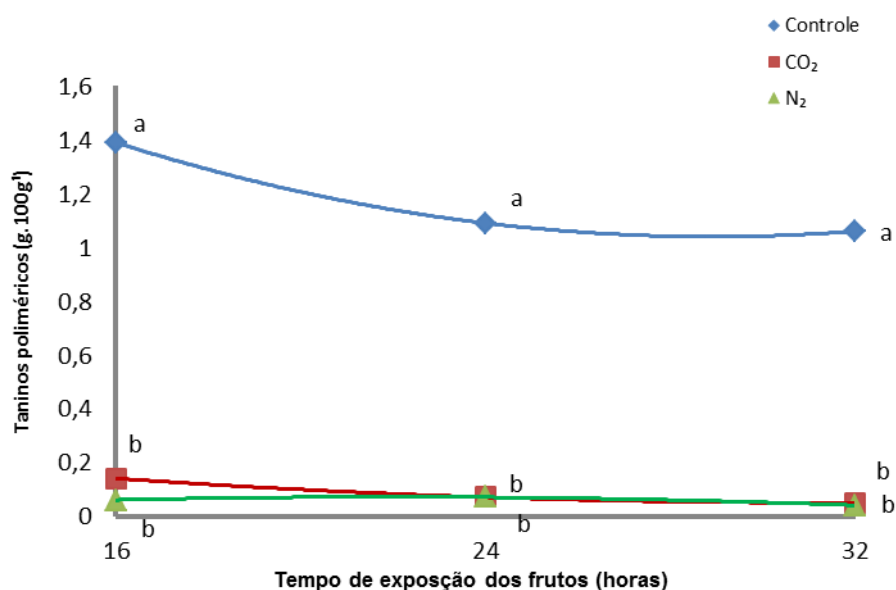


Figura 8. Taninos poliméricos de caquis 'Rama Forte' submetidos à exposição de CO_2 e N_2 durante 16, 24 e 32 horas e armazenados durante sete dias a 0°C e 80-90% de umidade relativa. Controle $y = 0,02x + 0,69$, $R^2=0,81$; N_2 $y = -0,003x^2 - 0,08$, $R^2=1$; CO_2 $y = 0,0004x^2 - 0,0244x + 0,43$, $R^2 = 1$.

O efeito da interação entre os fatores foi significativo para os taninos oligoméricos (Figura 9) e dímeros (Figura 10). No momento da colheita os frutos apresentaram teores de taninos oligoméricos $2,03 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ e dímeros

1,93 g.100 g⁻¹. O uso de CO₂ e N₂ resultou na redução significativa dos teores de taninos solúveis (oligoméricos e dímeros) nos frutos. Durante 16hs de tratamento dos frutos já foi possível observar uma redução acentuada nos valores de taninos dímeros para 0,13 g.100 g⁻¹ e oligoméricos para 0,43 g.100 g⁻¹ quando expostos ao CO₂. Quando expostos ao N₂ por 16hs essa redução foi para 0,04 e 0,31 g.100 g⁻¹ de taninos dímeros e oligoméricos, respectivamente. O método de destanização com gases consiste em submeter o fruto à condição de anaerobiose (KAZUHIRO EDAGI; KLUGE, 2009), onde o piruvato proveniente da glicólise é descarboxilado gerando etanol e acetaldeído (VITTI, 2009), esse último envolvido na polimerização de taninos solúveis (SALVADOR et al., 2008) formando um composto insolúvel e não adstringente. Aplicação de elevadas concentrações, tanto de nitrogênio quanto de gás carbônico, é capaz de remover a adstringência de caqui, porém o dióxido de carbono apresenta uma maior eficiência e um maior acúmulo de acetaldeído (PESIS; BEN-ARIE, 1986; ARNAL; DEL RÍO, 2003; EDAGI; KLUGE, 2009).

Gardin (2012) verificou que a exposição dos caquis 'Rama Forte' ao alto CO₂ (70%) acelerou o processo de destanização nos frutos tratados durante 24 ou 48h. Vitti (2009) verificou que a cultivar Rama Forte exposta em atmosfera com 70-80% de CO₂ durante 12hs foi o suficiente para remover a adstringência preservando a firmeza dos frutos. No presente trabalho o uso do CO₂ (100%) por 16 horas de exposição foi suficiente para remover a adstringência dos frutos, no entanto conduziu a perda acelerada da firmeza.

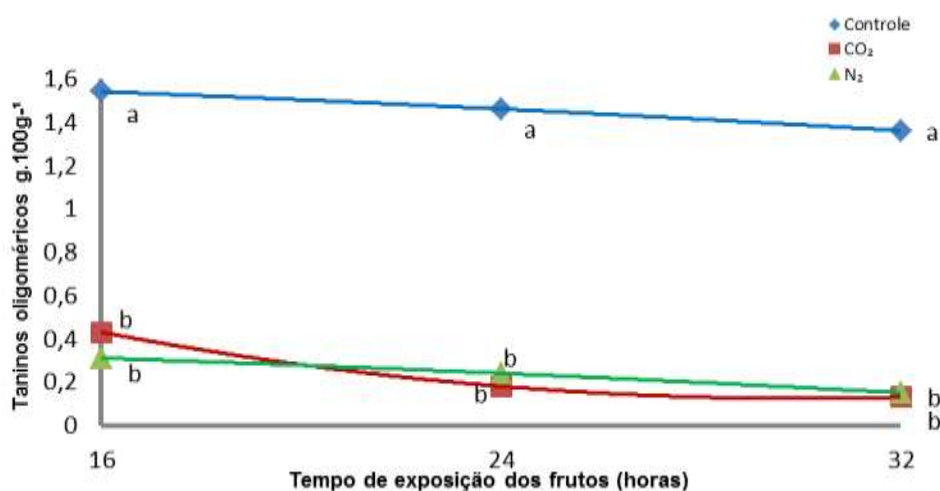


Figura 9. Média geral de taninos oligoméricos de caquis 'Rama Forte', submetidos à exposição de CO₂ e N₂ durante 16, 24 e 32 horas e armazenados durante sete dias a 0°C e 80-90% de umidade relativa. Controle $y = 0,0002x^2 - 0,0038x + 1,64$, $R^2=1$; N₂ $y = 0,0016x^2 - 0,0937x + 1,53$, $R^2=1$; CO₂ $y = 0,0002x^2 - 0,002x^2 + 0,39$, $R^2=1$.

Estudos anteriores mostram que o uso de N_2 proporciona aumento no teor de acetaldeído, diminuição nos teores de taninos solúveis e da adstringência, além de melhores resultados em relação à manutenção da firmeza dos frutos (Severo et al., 2010).

A concentração de taninos totais diminuiu entre a colheita e a avaliação final dos frutos após os tratamentos (Figura 11), passando de $5,68 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ no momento da colheita para $0,7 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ quando os frutos foram tratados com CO_2 e $0,41 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ quando os frutos foram tratados com N_2 durante 16hs. Frutos tratados com ar ambiente (controle) não sofreram redução significativa nos teores de taninos totais, apresentando-se superiores aos demais tratamentos em todos os tempos de exposição, evidenciando a eficácia do tratamento para remoção da adstringência com o uso de CO_2 e N_2 independente do tempo de exposição aos gases. Frutos cultivados nas condições ambientais do Vale do São Francisco possuem características de qualidade diferentes, apresentam altos teores de taninos totais e taninos solúveis (SILVA-MATOS, 2016). Estudos com caquis 'Rama Forte' cultivados em Petrolina (PE) apresentaram teores de taninos totais $6,83 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ quando não submetidos ao processo de remoção de adstringência (VARJÃO, 2018), corroborando com os dados encontrados neste estudo. As plantas em condições semiáridas reagem fisiologicamente ao estresse e como mecanismo de defesa aumenta a produção e concentração de compostos fenólicos (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

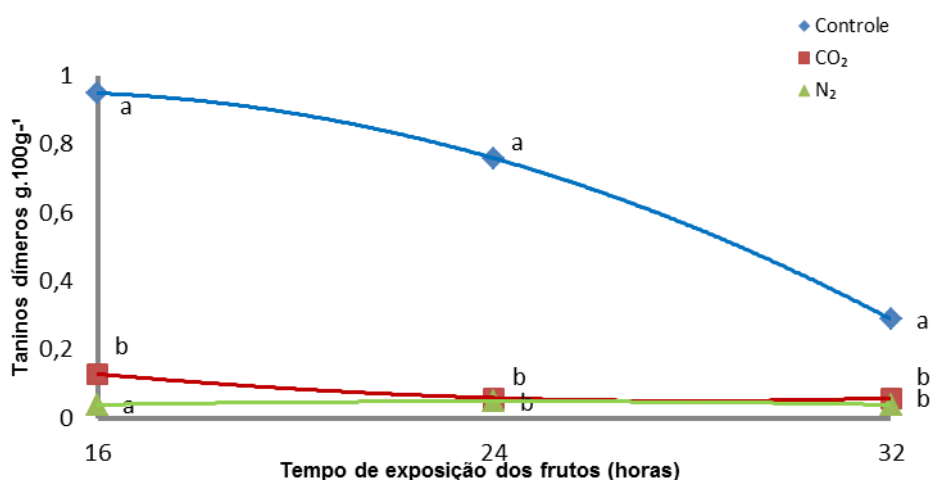


Figura 10. Taninos dímeros de caquis 'Rama Forte', submetidos à exposição de CO_2 e N_2 durante 16, 24 e 32 horas e armazenados durante sete dias a 0°C e 80-90% de umidade relativa. Controle $y = -0,01x^2 + 0,624x - 6,51$ $R^2=1$; N_2 $y = -0,0002x^2 + 0,0075x - 0,04$, $R^2=1$; CO_2 $y = 0,0005x^2 - 0,0306x + 0,4$, $R^2=1$.

Os resultados obtidos na análise sensorial (Figura 12) confirmam que o uso de CO₂ e N₂ foi eficiente na destanização de caquis 'Rama Forte', possivelmente devido à polimerização e degradação dos taninos presentes nos frutos. Os frutos submetidos aos tratamentos de destanização receberam maiores notas de doçura. No tratamento com CO₂ a maior nota foi 5,14 no tempo de exposição 32hs e no tratamento com N₂ a maior nota foi 5,45 para o tempo de exposição de 16hs, no entanto os frutos apresentaram medias estatisticamente iguais em todos os tempos de exposição. Em relação à adstringência, os frutos não tratados (controle) apresentaram maiores valores, sendo o maior valor 7,07 com 24hs de exposição, já os frutos tratados apresentaram menores valores quando expostos aos gases por 32hs. Quando os frutos tornaram-se não adstringentes, os consumidores notaram maior intensidade de doçura nos frutos. Os frutos não tratados receberam maior nota de acidez. Em relação ao sabor global, os frutos destanizados receberam as maiores médias, 6,7 e 6,8 quando tratados com CO₂ e N₂, respectivamente. Na avaliação do sabor global, os frutos não tratados apresentaram a menor média 4,1, mostrando rejeição dos consumidores quando os frutos ainda apresentavam-se adstringentes.

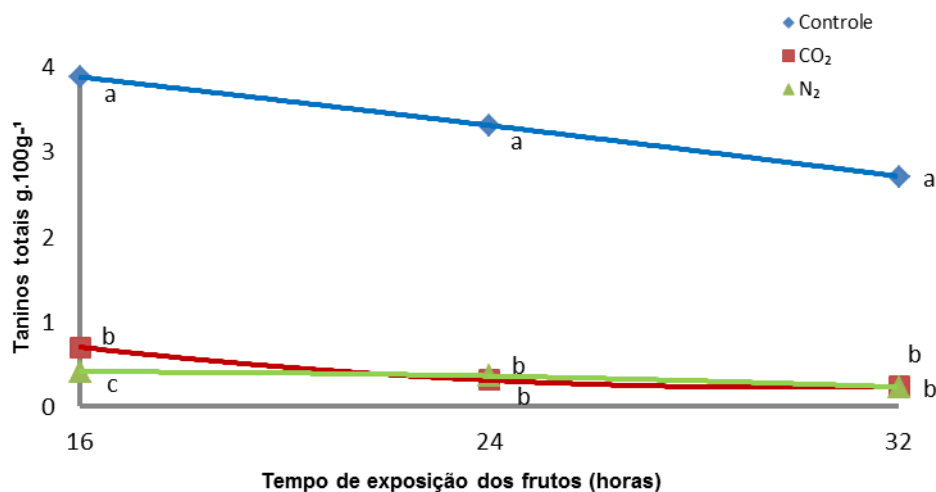


Figura 11. Taninos totais de caquis 'Rama Forte', submetidos à exposição de CO₂ e N₂ durante 16, 24 e 32 horas e armazenados durante sete dias a 0°C e 80-90% de umidade relativa. Controle $y = 0,05x + 2,12$, $R^2=0,68$; N₂ $y = -0,006x^2 + 0,0188x + 0,27$ $R^2=1$; CO₂ $y = 0,0025x^2 - 0,1488x + 2,44$, $R^2=1$.

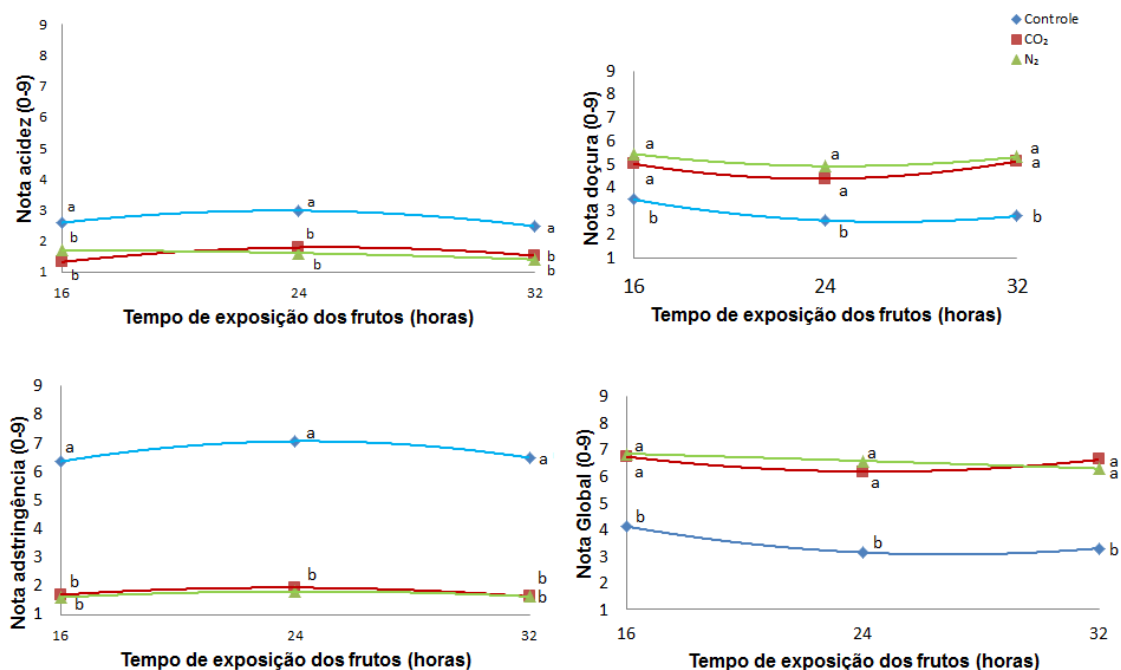


Figura 12. Notas hedônicas para acidez, doçura, adstringência e sabor global de caquis 'Rama Forte' submetidos a exposição de CO₂ e N₂ durante 16, 24 e 32 horas de armazenados durante sete dias a 0°C e 80-90% de umidade relativa.

Conclusões

O uso do fluxo de CO₂ (100%) e N₂ (100%) por 16hs foi eficiente na remoção da adstringência de caquis 'Rama Forte' produzidos no Vale do São Francisco.

A aplicação de N₂ (100%) manteve uma maior firmeza de polpa de caquis 'Rama Forte' produzidos no Vale do São Francisco após o processo de destanização dos frutos.

O tratamento com CO₂ (100%) e N₂ (100%) resultou na degradação de taninos nos frutos.

Referências bibliográficas

AMORIM, C. SANTANA, V. GUGLIELMIN, M. ROSS, L. FERREIRA, W. CORRÊA, O. GARRUTI, D. CZERMAINSK, A. B. ANTONIOLLI, L. **Análise Descritiva Quantitativa de caquis 'Rama Forte' destanizados com etanol e CO₂**. Encontro de Iniciação Científica, 15., e Encontro de Pós-graduandos da Embrapa Uva e Vinho, 11. Bento Gonçalves, p. 29, 2017

ARNAL, L.; DEL RÍO, M. A. Removing Astringency by Carbon Dioxide and Nitrogen-Enriched Atmospheres in Persimmon Fruit cv. "Rojo brillante", **Journal of Food Science**, v. 68, n. 4, p. 1516-1518, 2003

- BESADA, C. et al. Response of “Fuyu” persimmons to ethylene exposure before and during storage. **Postharvest Biology and Technology**, v.57, p.124-131, 2010.
- BLUM, J., HOFFMANN, F.B., AYUB, R.A., PRADO, P.V.B., MALGARIM, M.B. Destanização do caqui ‘Giombo’ com etanol e ethephon. **Revista Ceres** v. 55, p. 54-59, 2008
- BLUM, J.; AYUB, R. A.; MALGARIM, M. B. Época de colheita e qualidade pós-colheita do caqui cv. Fuyu com a aplicação pré-colheita de ácido giberélico e aminoetoxivinilglicina. **Revista Biotemas**, Ponta Grossa, v 21, p. 15-19, 2008.
- BRACKMANN, A. et al. Controle da maturação de caqui ‘Fuyu’ com aplicação de Aminoetoxivinilglicina e 1-Metilciclopropeno. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 4, p. 953-961, 2013.
- CASTELLANOS, D. A.; HERRERA, A. O. Mathematical models for the representation of some physiological and quality changes during fruit storage. **Journal of Post-Harvest Technology**, v. 3, p. 18–35, 2015.
- CHITARRA, M.I.F., CHITARRA, A.B., 2005. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Segunda ed. UFLA, Minas Gerai, 2005.
- CORSATO, C. E.; FILHO, J. A. S.; VERDIAL, M.F. Fenologia do caquizeiro “Rama forte” em clima tropical. **Bragantia**, Campinas, v.64, n.3, p.323-329, 2005
- EDAGI, F. K.; KLUGE, R. A. Remoção de adstringência de caqui: um enfoque bioquímico, fisiológico e tecnológico. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.2, p.585-594, 2009.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Coleção Plantar: Acerola**. Brasília, DF, 2012. 150p.
- FACHINELLO, J. C.; PASA, M. D. S.; SCHMTIZ, J. D., BETEMPS, D. L. Situação e perspectivas da fruticultura de clima temperado no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v 33, n. S1, p. 109-120, 2011.
- FERREIRA, E. B.; NOGUEIRA, P. P.; ALVES, C. D. ExpDes.pt: **Experimental Designs package**, 2013. Disponível em: <<http://cran.r-project.org/package=ExpDes.pt>>. Acesso em: 16 mar. 2018.
- GARDIN, J.P.P., ARGENTA, L.C., SOUZA, E.L., ROMBALDI, C.V., ZOUZA, A.L.K., 2012. **Qualidade de caqui ‘Rama Forte’ após armazenamento refrigerado, influenciada pelos tratamentos 1-MCP e/ou CO2**. *Revista Brasileira de Fruticultura* v. 34, p.1043-1050, 2012
- GAZIT, S.; LEVY, Y. Adstringency and removal in persimmon. **Israel Journal of Agricultural Research**, Rehovot, v. 13, n. 3, p. 125-132, 1963.
- ITTAH, Y. Sugar content changes in persimmon fruits (*Diospyros kaki* L.) during artificial ripening with CO₂: a possible connection to deastringency mechanisms. **Food Chemistry**, v.48, n.1, p.25-29, 1993

KAZUHIRO EDAGI, F.; KLUGE, R. A. Remoção de adstringência de caqui: um enfoque bioquímico, fisiológico e tecnológico. **Ciência Rural**, vol. 39, núm. 2, p. 585-594, 2009.

LOPES, P. R. C.; OLIVEIRA, I. V. M.; OLIVEIRA, J. E. M. de.; ASSIS, J. S. de. **Circular Técnica 107: Cultivo do Caquizeiro no Vale do São Francisco**, Embrapa Semiárido, Petrolina, ISSN 1808-9976, 2014.

MALGARIM, M. B. et al. Estádio de maturação e variação da temperatura na qualidade pós-colheita de ameixas cv. Reubennel. **Revista brasileira de Agrociência**, v. 13, n. 1, p. 61-67, 2007.

MARTINELLI, M. **Estudo de uma nova opção de embalagem para transporte e comercialização de caquis (*Diospyrus kaki*, L.) cv. Mikado e Rama-Forte**. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) 2014. 177f. Universidade Federal do Rio de Janeiro/Instituto de Química, Rio de Janeiro, 2014.

MAXIMINO, C., MARQUES DE BRITO, T., DIAS, C.A., GOUVEIA, A. J; MORATO, S. Scototaxis as anxiety-like behavior in fish. **Nature Protocols**. n. 5, v. 2 p. 209-216, 2010

MINOLTA CORPORATION. Precise color communication: color control from feeling to instrumentation. **Minolta**, 1994.

MUNÕZ, V.R.S. **Destanização do caqui (*Diospyrus kaki* L.) 'Rama Forte'**. 2002. 164 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

PESIS, E.; BEN-ARIE, R. Carbon dioxide assimilation during postharvest removal of astringency from persimmon fruit. **Physiologia Plantarum**, v.67, p.644-648, 1986.

PESIS, E. The role of the anaerobic metabolites, acetaldehyde and ethanol, in fruit ripening, enhancement of fruit quality and fruit deterioration. **Postharvest Biology and Technology**, v.37, p.1-19, 2005

PIO, R. **Cultivo de fruteiras de clima temperado em regiões subtropicais e tropicais**, Lavras: Ed. UFLA, 652 p. 2014

R CORE TEAM. R: **A Language and Environment for Statistical Computing**. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2016. Disponível em: <<https://www.r-project.org/>>. Acesso em: 16 mar. 2018.

REICHER, F.; SIERAKOWSKI, M.R.; CORRÊA, J.B.C. Determinação espectrofotométrica de taninos pelo reativo, fosfotúngstico-fosfomolibdico. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, v.24, n.4, p.401-411, 1981.
ROMBALDI, C. V. Armazenamento de caqui. **Jornal da Fruta**, Lages, n.232, p.4, 1999.

ROMBALDI, C. V. et al. Efeito do 1-metilciclopropeno em maçãs 'Fuji' armazenadas em atmosfera refrigerada e atmosfera controlada. **Current Agricultural Science and Echnology**, v. 11, n. 1, 2012.

SALVADOR, A. et al. Reduced effectiveness of the treatment for removing astringency in persimmon fruit when stored at 15 °C: Physiological and microstructural study. **Postharvest Biology and Technology**, v.49, p.340-347, 2008.

SEVERO, J. SANTOS, R.S.dos., CASARIL, J. TIECHER, A. SILVA, J.A. ROMBALDI, C.V. Destanização e conservação de frutos de jambolão. **Revista Ciência Rural** (online), ISSN 0103-8478, Santa Maria, 2010.

SILVA-MATOS, R. R. S. da. **Quebra de dormência e métodos de destanização de caquizeiro ‘Rama Forte’ no Vale do São Francisco**. 2016. 57 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2016.

SOUZA-MUÑOZ, V, R, de. **Destanização do caqui (*Diospyrus kaki* L.) ‘Rama Forte’**. 2002. 184 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Universidade Estadual de Campinas – Faculdade de Engenharia Agrícola, Campinas, 2002.

TAIRA, S. ONO, M. MATSUMOTO, N. Reduction of persimmon astringency by complex formation between pectin and tannins. **Postharvest Biology and Technology**, v.12, n. 13, p. 265-271,1997.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2003. 720p.

TERRA, F. de A.M. **Métodos combinados para destanização e conservação pós-colheita de caquis ‘Giombo’**. 2010. 60 p. Dissertação (Mestrado em Ciências). Escola Superior de Agricultura ‘Luiz de Queiroz’ ESALQ/USP, Piracicaba, 2010.

TESSMER, M. A. **Estudos anatômicos e fisiológicos de frutos de caquizeiro (*Diospyros kaki* L.) quanto ao acúmulo de taninos e processos de destanização**. 2014. 113 p. Tese (Doutorado em Ciências). Escola Superior de Agricultura ‘Luiz de Queiroz’ ESALQ/USP, Piracicaba, 2014.

VARGAS, A. S.; JUÁREZ-LÓPEZ, P.; LÓPEZ-MARTÍNEZ, V.; FLORES, L. J. P., SÁNCHEZ, D. G.; ALIA-TEJACAL, I. Botânica e fisiologia/botany and physiology antioxidant activity and physicochemical parameters in ‘cuernavaqueña’ mexican plum (*Spondias purpurea* L.) at different ripening stages. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 39, n. 4, 2017.

VARJÃO, L.L. **métodos para a remoção da adstringência e manutenção da qualidade pós-colheita de caquis produzidos no Vale do São Francisco**. 2018. 86 f. Dissertação (Mestrado em horticultura irrigada) – Universidade do Estado da Bahia. Juazeiro, 2018.

VIEITES, R.L., PICANÇO, N.F.M.; DAIUTO, É. R. Radiação gama na conservação de caqui ‘Giombo’, destanizado e frigoarmazenado. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v.34, p. 719-726, 2012.

VITTI, D.C.C. **Destanização e armazenamento refrigerado de caqui ‘Rama Forte’ em função da época de colheita**. Tese (Doutorado em Ciências).

2009. 123 p. Universidade de São Paulo – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2009.

YONEMORI, K.; SUZUKI, Y. Differences in three-dimensional distribution of tannin cells in flesh tissue between astringent and non-astringent type persimmon, **Acta Horticulturae** v. 833 p. 119–124, 2008.

ZAVRTANIK, M.; HRIBAR, J.; VIDRIH, R. Effect of short anoxia exposure on metabolic changes of persimmon fruits (*Diospyros kaki* L.). **Acta Horticulturae**, Wageningen, n.485, p.405-411, 1999.

CAPITULO III

6. USO DE COBERTURAS PÓS-COLHEITA PARA CONSERVAÇÃO DA QUALIDADE DE CAQUIS ‘RAMA FORTE’ E ‘COSTATA’ PRODUZIDOS NO VALE DO SÃO FRANCISCO

Joanaylla Gomes de Albuquerque^a, Sergio Tonetto de Freitas^b

^aLaboratório 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: joanaylla2@hotmail.com

^bLaboratório de Fisiologia Pós-colheita, Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semiárido, Embrapa Semiárido, 56302-970, Petrolina, PE, Brasil. E-mail: sergio.freitas@embrapa.br

RESUMO

O caquizeiro (*Diospyros kaki* L.) é uma espécie de clima temperado que vem mostrando grande potencial de cultivo em condições irrigadas no Vale do São Francisco. No entanto, o manejo pós-colheita dos frutos necessita ser estudado para garantir a alta qualidade dos frutos destinados ao mercado. Desta forma, o objetivo desse trabalho foi avaliar efeito de diferentes tipos de coberturas pós-colheita sobre a qualidade de caquis ‘Rama Forte’ e ‘Costata’ produzidos no Vale do São Francisco. Após a colheita, caquis das cultivares Rama Forte e Costata foram imersos em soluções contendo água destilada (controle), cera de carnaúba (20%), cloreto de cálcio (2%), ácido giberélico (500 $\mu\text{l.L}^{-1}$), ou quitosana (0,2%). Após a aplicação dos tratamentos, os frutos foram armazenados a 0°C e avaliados aos 30, 60, 90 e 120 dias. Os resultados obtidos após a aplicação dos tratamentos mostram que os frutos da cultivar Costata apresentaram pouca variação nos valores de h^0 , redução nos valores de C^* , bem como maiores teores de SS e menores teores de AT, acompanhado de maior perda de massa e perda de firmeza. Enquanto que a cultivar ‘Rama Forte’ apresentou pouca variação nos valores de h^0 , maiores valores de firmeza e AT, e menor perda de massa. Desta forma, concluiu-se que o uso das coberturas foi ineficiente na conservação da qualidade pós-colheita de caquis ‘Rama Forte’ e ‘Costata’ produzidos no Vale do São Francisco.

Palavras-chave: *Diospyros kaki* L.; cera de carnaúba; quitosana; giberelina; cloreto de cálcio.

Introdução

A região do Vale do São Francisco é um polo de fruticultura irrigada importante para o Brasil, principalmente na produção de manga e uva. Recentemente, a Embrapa Semiárido vem mostrando através de estudos a possibilidade da diversificação de culturas na região com a possibilidade de produção de frutíferas como o caquizeiro (*Diospyros kaki* L.). Neste caso, a produção e colheita de caqui pode ser programada para qualquer época do ano, suprindo o mercado interno no período de baixa oferta do produto, o que conseqüentemente proporcionará melhores preços para os produtores (LOPES et al., 2011). As variedades de caqui mais promissoras na região necessitam passar por tratamentos de remoção da adstringência, o que geralmente está associado à aceleração do amadurecimento, perda de firmeza da polpa, mudanças na cor, aroma e outros atributos bioquímicos e fisiológicos nos frutos (PINTO, 2009; TESSMER, 2014). Para auxiliar no atraso da maturação e conseqüentemente retardar os processos fisiológicos envolvidos no amadurecimento dos frutos o armazenamento refrigerado, integrado ao uso de tecnologias de conservação são importantes para prolongar a qualidade pós-colheita dos frutos (PORFIRIO-DA-SILVA, 2011).

O uso de cobertura pós-colheita é uma alternativa que pode auxiliar na conservação da qualidade dos frutos, pois alguns compostos geram uma barreira física na superfície dos frutos modificando as trocas gasosas e de vapor d'água entre o frutos e o ambiente, inibindo as perdas relacionadas a atividade metabólica e desidratação (MARTÍNEZ-ROMERO et al., 2006; MAQBOOL et al., 2013). Dentre as coberturas comestíveis podemos citar a quitosana, cera de carnaúba, cloreto de cálcio, bem como hormônios vegetais inibidores do amadurecimento como o ácido giberélico (QUIRÓS-SAUCEDA et al., 2014; PANIGRAHI et al, 2017).

A quitosana é um polissacarídeo catiônico que possui a capacidade de formar uma barreira ao redor do fruto modificando as trocas gasosas e diminuindo a taxa respiratória (CIA et al., 2010), dessa forma aplicada como cobertura em frutos é uma alternativa viável para manter a qualidade de caquis após a colheita (SOUZA et al., 2011), além de possuir propriedades antifúngicas, diminuindo a incidência de doenças em caquis nas concentrações de 1,5 % (Cia et al., 2010).

Cera de carnaúba é um produto natural, amplamente utilizado como forma de película em frutos com o intuito de aumentar a vida útil e manter a qualidade pós-colheita (KHUYEN et al., 2008), além de conferir brilho, melhorar a cor e a aparências dos frutos preservando as características físico-químicas (FAKHOURI; GROSSO, 2003; RODRIGUES, 2012). Silva et al. (2011) constataram que a aplicação de cera de carnaúba foi eficiente na conservação da qualidade pós-colheita de caquis 'Fuyu' durante o armazenamento, resultando em menor perda de peso, mantendo a coloração verde da epiderme e a polpa mais firme.

O cálcio é um nutriente essencial que possui um papel importante nas atividades celulares, como a inibição de processos relacionados ao amadurecimento e senescência de frutos (TAVARES et al., 2013; FREITAS; NASSUR, 2017).. Desta forma, cálcio tem sido aplicado em pós-colheita visando manter a qualidade de frutos durante o armazenamento. Estudos realizados com maçãs (HUSSAIN et al., 2012), pera (XIAO-HONG et al., 2013) e caquis (BAGHERI et al., 2015) constataram que tratamentos pós-colheita com cloreto de cálcio são eficientes para prolongar a vida útil, mantendo a qualidade dos frutos durante o armazenamento.

As giberelinas (GA_3) são uma classe de hormônios vegetais bastante utilizadas para a regulação do crescimento e amadurecimento de frutos e hortaliças (ZILKA et al., 1997). Estes hormônios atuam impedindo a ação das enzimas clorofilases fazendo com que ocorra uma redução na perda da coloração verde dos frutos, além de inibir a ação do etileno (AQUINO et al., 2016). O uso de GA_3 conservou a coloração verde da casca de frutos de lima ácida Taiti aos 40 dias de armazenamento (SOUZA et al, 2015). Em bananas-maçã a dose de 100 mg L^{-1} de GA_3 é favorável à conservação pós-colheita para as características ângulo hue, teor de clorofila, firmeza e sólidos solúveis (AQUINO, et al., 2016). Apesar de efeitos significativos terem sido observados nos frutos produzidos em outras regiões, estes efeitos e doses ideais devem ser avaliados e identificados para as nossas condições de cultivo.

Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de coberturas pós-colheita sobre a manutenção da qualidade de caquis 'Rama Forte' e 'Costata' produzidos no Vale do São Francisco.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido com caquis das cultivares Rama Forte e Costata produzidos na Estação Experimental de Bebedouro pertencente à Embrapa Semiárido localizada em Petrolina, PE. O município situa-se a 9°09' S, 40°22' W e 365,5 m acima do nível do mar. O clima da região é classificado como tipo BSw_h segundo a classificação de Köppen (1948). O pomar foi implantado em 2010 com espaçamento de plantio de 5,0 x 4,0 m e sistema de irrigação por gotejamento em linhas duplas com irrigação realizada diariamente. A adubação das plantas foi realizada de acordo com a recomendação para caquizeiros (TAKAHASHI, 2010). Os frutos foram colhidos no estágio de maturação caracterizados pelas análises físico-químicas apresentadas da Tabela 1. Após a colheita, os frutos foram encaminhados para o Laboratório de Fisiologia Pós-colheita da Embrapa Semiárido, onde foram selecionados para eliminar frutos apresentando danos mecânicos ou defeitos. Após a seleção, os frutos foram lavados com água clorada, secos e randomizados para comporem as amostras experimentais.

Os tratamentos foram aplicados pela imersão dos frutos em soluções contendo água destilada (controle), cera de carnaúba (20%), cloreto de cálcio (2%), ácido giberélico (500 $\mu\text{L.L}^{-1}$), ou quitosana (0,2%). Todas as soluções continham 0,1% do surfactante Tween® 20. Os frutos ficaram submersos nas soluções por 5 minutos, foram secos a temperatura ambiente, e posteriormente armazenados a 0°C e com umidade relativa de 80-90% por 120 dias. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, onde cada tratamento foi composto por três repetições e cada repetição composta por quatro frutos. As avaliações foram realizadas no momento da colheita, assim como aos 30, 60, 90 e 120 dias de armazenamento, conforme descrito abaixo.

Firmeza da polpa foi determinada com um texturômetro modelo TA.XT. Plus (Extralab®, São Paulo, Brasil) com ponteira de 8 mm, em dois pontos da zona equatorial dos frutos após retirada da epiderme com o auxílio de um cortador doméstico e os resultados forma expressos em Newton (N).

Cor da epiderme foi avaliada na região distal dos frutos utilizando um colorímetro digital modelo CR-400 (Minolta®, Tóquio, Japão), e expressa em luminosidade (L^*) que correspondeu à variação de escuro/opaco (0) ao branco

(100), croma (C^*) que representa a intensidade de cor do 0= cor impura para o 60= cor pura, e ângulo Hue (h°) que indica 0° = vermelho; 90° = amarelo; 180° = verde e 270° = azul (MINOLTA, 1994).

Sólidos Solúveis (SS) foram determinados a partir de uma amostra de suco extraído com o auxílio de uma centrífuga doméstica a partir dos frutos que compõe a amostra experimental, utilizando um refratômetro digital portátil modelo PAL-1 (Atago®, São Paulo, Brasil) e expresso em porcentagem.

Acidez titulável (AT) foi 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 presente no suco.

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

Perda de massa (PM) representada pela porcentagem de perda de massa em relação à inicial dos frutos na colheita.

Taxa respiratória dos frutos (TR) foi determinada por meio da produção de CO_2 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 $0^\circ C$. As concentrações de CO_2 foram medidas com o auxílio de um analisador de gases modelo PA 7.0 (Witt®, Alcochete, Portugal) e a taxa respiratória foi expressa em ($mol CO_2 kg^{-1}$ de fruto h^{-1}).

Análise estatística: O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, em fatorial 2 x 5 (cultivares x coberturas). Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey (5%). As análises estatísticas foram realizadas separadamente para cada tempo de avaliação com auxílio dos pacotes *ExpDes.pt* (FERREIRA;

NOGUEIRA; ALVES, 2013), a partir do software R versão 3.2.5 (R CORE TEAM, 2016).

Resultados e Discussão

De acordo com os resultados obtidos no momento da colheita (Tabela 1), os parâmetros de firmeza, SS, AT, relação SS/AT e taxa respiratória não apresentaram diferenças significativas entre as cultivares. Luminosidade e ângulo *hue*, apresentaram maiores médias nos caquis 'Rama Forte', estando esses frutos um pouco mais acentuados para a colocação esverdeada, enquanto os caquis 'Costata' apresentaram-se mais amarelados. Os valores de croma foram menores nos frutos 'Rama Forte', isso confere aos frutos uma coloração verde menos intensa, enquanto nos frutos dos caquis 'Costata' maiores valores de croma confere aos frutos uma cor alaranjada mais intensa. . Esses resultados são características das próprias cultivares.

Tabela 1. Firmeza da polpa, cor da epiderme, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (% ácido málico) (AT), relação SS/AT, e taxa respiratória (TR) de caqui 'Rama forte' e 'Costata' na colheita.

Cultivares	Firmeza (N)	Cor da epiderme			SS (%)	AT (%)	SS/AT	TR mol CO ₂ kg ⁻¹ h ⁻¹
		L*	C*	h°				
Rama Forte	53,0 ns	54,5 a	33,1 b	73,0 a	22,5 ns	0,24 ns	117,4 ns	17,0 ns
Costata	43,7 ns	46,0 b	50,0 a	45,8 b	19,6 ns	0,15 ns	131,4 ns	17,6 ns
CV (%)	10,2	4,20	4,15	2,63	6,02	24,2	10,6	16,6

*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (5%).

*ns= diferença estatística não significativa.

De acordo com os resultados obtidos na análise de variância aos 30, 60 e 90 dias de armazenamento, não foi constatada interação e efeito significativos dos fatores avaliados, com isso serão apresentados apenas os resultados aos 120 dias de armazenamento.

De acordo com os resultados obtidos na análise de variância aos 120 dias de armazenamento, foi constatada interação significativa entre cultivares e coberturas para a cor da epiderme (h°), AT e relação SS/AT. Desta forma o efeito da interação foi analisado separadamente.

Ao final do armazenamento os caquis 'Rama Forte' apresentaram pouca variação nos valores de (h°) em relação à época da colheita, no entanto os valores de C* apresentaram redução (C*=44,3), conferindo ao fruto uma

coloração laranja menos acentuada (Figura 1). Os tratamentos controle, cera de carnaúba e quitosana apresentaram os maiores valores de (h^0) em frutos da cultivar Rama Forte em relação a Costata (Figura 1).

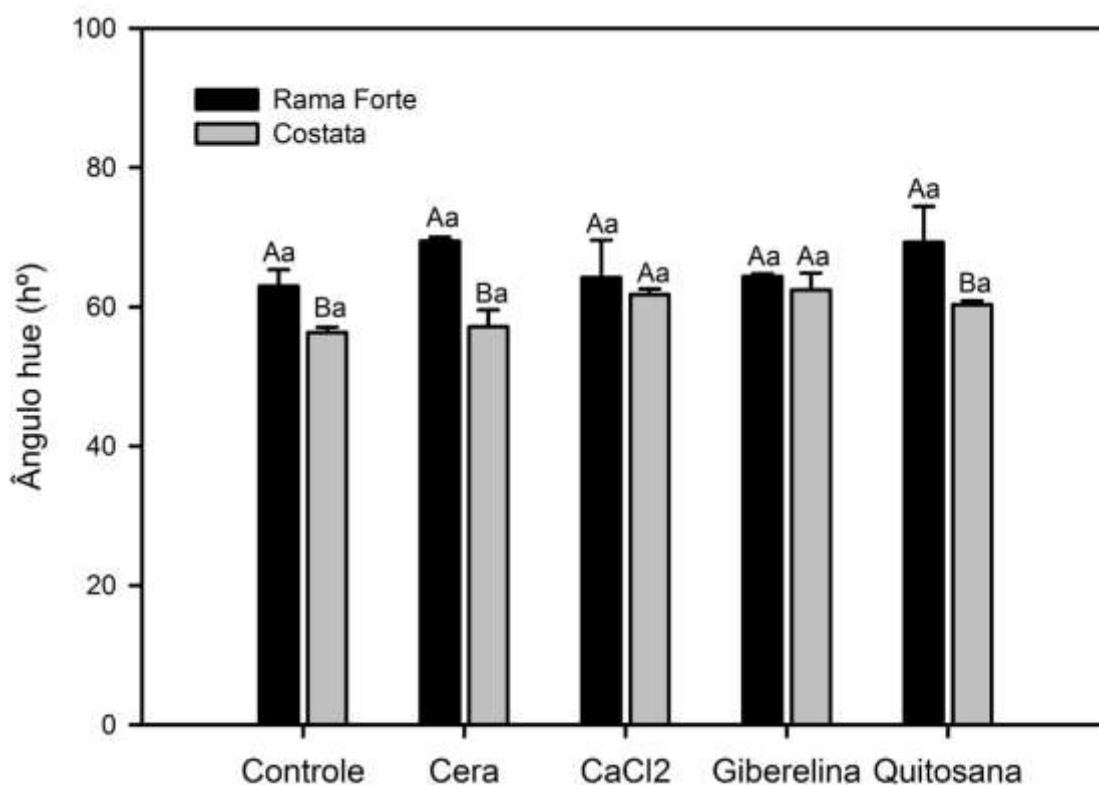


Figura 1: Ângulo hue (h^0) de caquis 'Rama Forte' e 'Costata' aos 120 dias de armazenamento a 0°C . Frutos foram tratados na colheita com água destilada (controle), cera de carnaúba (20%), cloreto de cálcio (2%), ácido giberélico ($500 \mu\text{L}^{-1}$), ou quitosana (0,2%). Letras maiúsculas comparam médias entre as cultivares. Letras minúsculas comparam médias entre coberturas.

Os frutos de caquis 'Costata' apresentaram sintomas de injúria por frio na epiderme o que ocasionou menores valores de h^0 na epiderme, ou seja, coloração mais escura dos frutos. A temperatura ideal para o armazenamento de caquis é 0°C , no entanto pode variar entre as cultivares (TESSMER, 2014), temperaturas inadequadas por períodos prolongados pode causar danos por frio que se manifestam com uma variedade de sintomas tais como lesões superficiais, descoloração do tecido interno, textura aquosa e translúcida, assim como geleificação e aspecto farinhento da polpa (BORRÁS, 2012). Os frutos de ambas as cultivares tratados com cloreto de cálcio e giberelina tiveram maior conservação da cor laranja. Ácido giberélico tem papel no atraso da mudança da cor dos frutos, a degradação da clorofila e a síntese de pigmentos podem ser parcialmente inibidas. Estudos anteriores constataram atraso na mudança da cor da casca de bananas tratadas com giberelina combinados com feniluréia em pós-colheita (HUANG et al., 2014).

Para a variável SS/AT, foi constatada interação significativa entre os fatores (Figura 2).

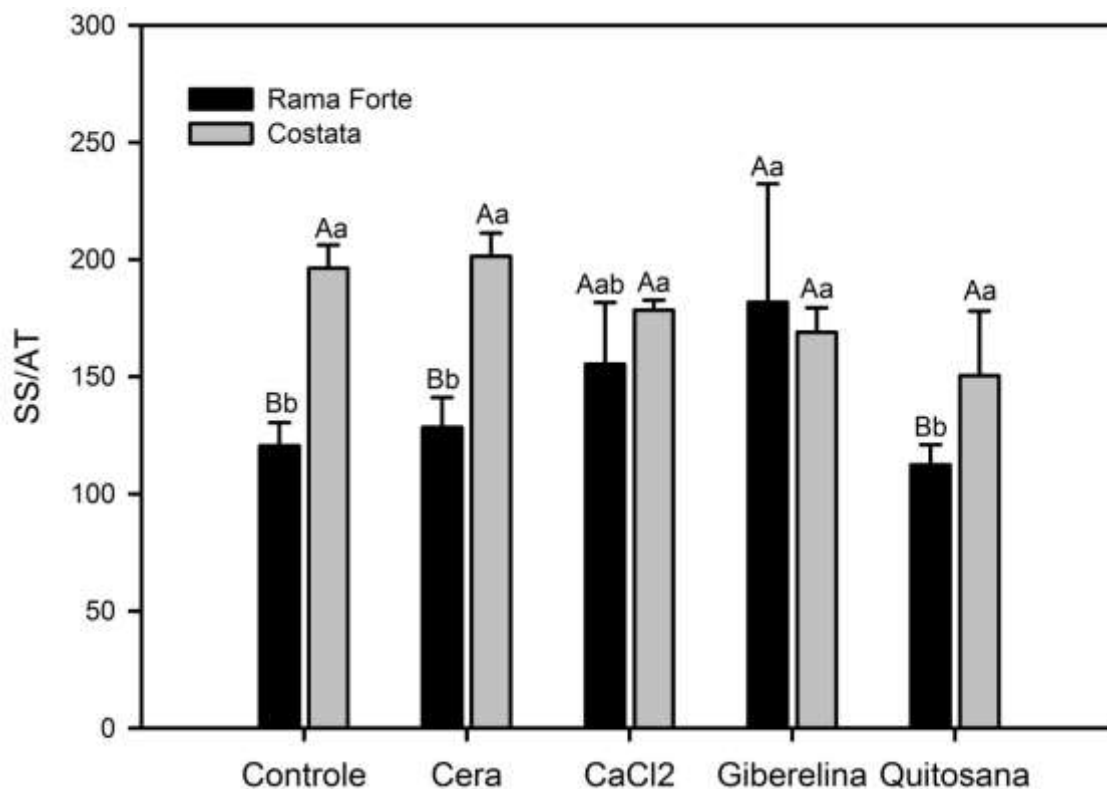


Figura 2: Relação SS/AT de caquis 'Rama Forte' e 'Costata' aos 120 dias de armazenamento a 0°C. Frutos foram tratados na colheita com água destilada (controle), cera de carnaúba (20%), cloreto de cálcio (2%), ácido giberélico (500 $\mu\text{L.L}^{-1}$), ou quitosana (0,2%). Letras maiúsculas comparam médias entre as cultivares. Letras minúsculas comparam médias entre coberturas.

A cultivar Costata no tratamento controle, cera de carnaúba, e quitosana, apresentou maiores valores na relação SS/AT quando comparado com a cultivar Rama Forte (Figura 2). Os valores de AT (Figura 3) foram menores em caquis 'Costata' no tratamento controle e nas coberturas com cera de carnaúba, cloreto de cálcio e quitosana, evidenciando a alta relação SS/AT nesses frutos. Tanto a cultivar Rama Forte como Costata responderam da mesma forma aos tratamentos com cloreto de cálcio e giberelina na relação SS/AT. Com o avanço da maturação ocorre o acúmulo de açúcares solúveis como glicose, frutose e sacarose (CHITARRA; CHITARRA, 2005), indicando que os frutos da cultivar 'Costata' não sofreram mudanças no metabolismo com o uso das coberturas prosseguindo com a maturação e amadurecimento.

AT foi maior na cultivar Rama Forte tanto no controle como com o uso das coberturas. Silva-Matos (2016) relatou que frutos de caqui 'Rama Forte'

cultivados no semiárido apresentam maiores valores de acidez titulável quando comparados com os frutos produzidos em outras regiões.

Observando os demais parâmetros do caqui 'Costata' podemos observar que após 120 dias de armazenamento (Tabela 3) eles apresentaram menor firmeza da polpa (33,9 N), coloração da epiderme mais acentuada para o laranja, menores valores de AT, maior relação SS/AT e maior perda de massa (PM 6,27%), seguindo assim o padrão de maturação normal dos frutos climatéricos que são acompanhados de uma série de mudanças bioquímicas e fisiológicas geneticamente programadas (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

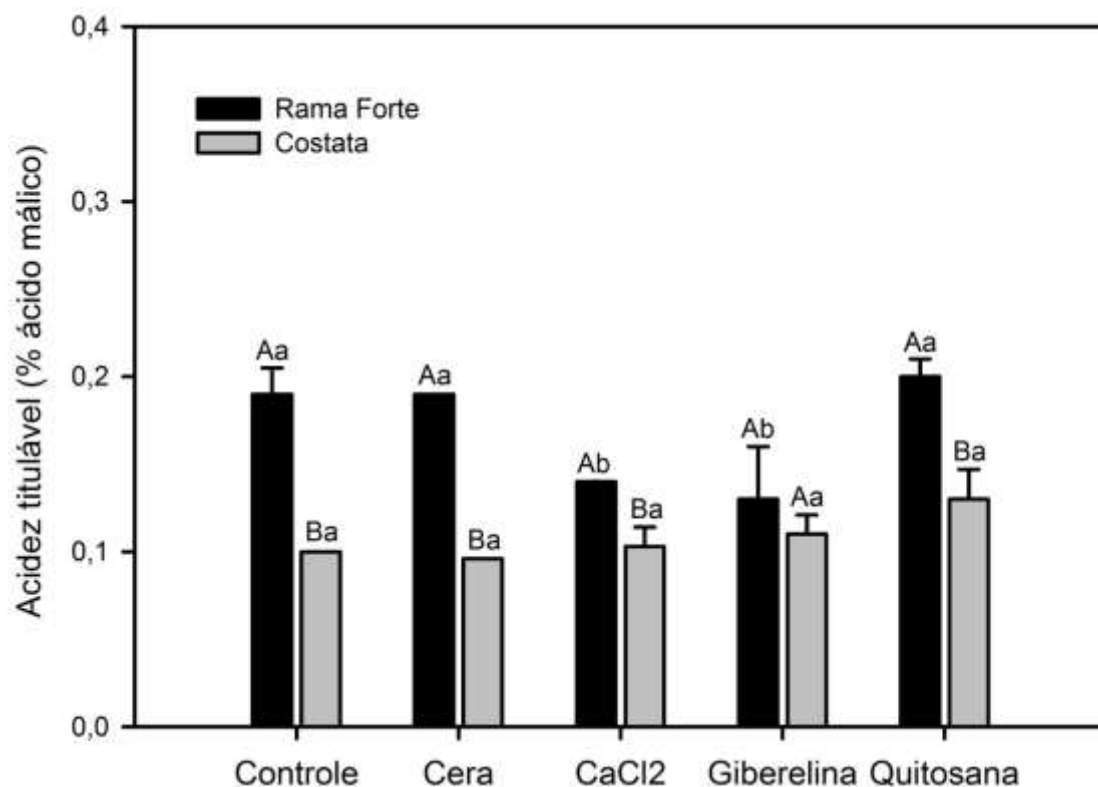


Figura 3: AT de caquis 'Rama Forte' e 'Costata' aos 120 dias de armazenamento a 0 °C. Frutos foram tratados na colheita com água destilada (controle), cera de carnaúba (20%), cloreto de cálcio (2%), ácido giberélico (500 $\mu\text{L.L}^{-1}$), ou quitosana (0,2%). Letras maiúsculas comparam médias entre as cultivares. Letras minúsculas comparam médias entre coberturas.

Para as demais variáveis ainda aos 120 dias de armazenamento, o efeito da interação foi não significativo, dessa forma foi analisado o efeito dos fatores isoladamente.

Para o fator coberturas (Tabela 2) apenas os valores de C^* apresentaram diferenças significativas. Os menores valores foram para os revestimentos cera de carnaúba $C^* = 44,6$ e quitosana $C^* = 45,1$, no entanto eles foram iguais ao controle e o tratamento com cloreto de cálcio. Isso representa escurecimento da epiderme dos frutos, conferindo uma aparência

não desejável ao fruto. Os frutos tratados com giberelina apresentaram maiores valores de $C = 51,8$, sendo estatisticamente diferente dos tratamentos com cera e quitosana, indicando que a giberelina foi o tratamento que melhor conservou a coloração amarelada dos frutos aos 120 dias de armazenamento. Ácido giberélico tem papel no atraso da mudança da cor dos frutos, a degradação da clorofila e síntese de pigmentos pode ser parcialmente inibida. Estudos anteriores constataram atraso na mudança da cor da casca de bananas tratadas com giberelina combinados com feniluréia em pós-colheita (HUANG et al., 2014).

Tabela 2. Médias de firmeza da polpa, cor da epiderme (L^* e C^*), SS, taxa respiratória (TR) e perda de massa (PM) do fator coberturas avaliados aos 120 dias de armazenamento.

Coberturas	Firmeza (N)	Cor da epiderme		SS (%)	TR mol CO ₂ kg ⁻¹ h ⁻¹	PM (%)
		L^*	C^*			
Controle	38,3 ns	45,6 ns	47,7 ab	21,4 ns	6,20 ns	4,11 ns
Cera	35,7 ns	43,3 ns	44,6 b	21,6 ns	5,68 ns	5,76 ns
Cloreto	35,9 ns	46,7 ns	46,4 ab	19,9 ns	5,66 ns	4,08 ns
Giberelina	36,9 ns	47,7 ns	51,8 a	21,1 ns	6,27 ns	4,62 ns
Quitosana	37,2 ns	45,5 ns	45,1 b	20,8 ns	5,75 ns	3,88 ns
CV (%)	19,0	5,58	7,15	5,78	10,4	15,7

*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (5%).

*ns= diferença estatística não significativa.

Em relação às cultivares aos 120 dias de armazenamento (Tabela 3), podemos observar que a cultivar Rama Forte apresentou parâmetros de qualidade físico-química superiores a cultivar Costata. Ficou evidente o atraso nos processos de amadurecimento e senescência dos frutos, o que indica que o uso de coberturas retardou o processo de maturação. A aplicação de coberturas ocorre por meio da formação de uma película protetora sobre o fruto, funcionando como barreira as trocas gasosas, promovendo a redução da respiração transpiração retardando a maturação (FRÁGUAS et al., 2015).

Os caquis 'Costata' apresentaram maior porcentagem de PM = 6,27% e menor firmeza de polpa (33,9 N). Castañeda (2013) acredita que a redução da perda de água esteja diretamente ligada a redução das trocas gasosas com o meio, indicando que ao se formar barreira eficiente sobre a superfície do fruto esta limitação pode ser controlada. As variações dos valores iniciais da perda de massa dos frutos indicam que os tratamentos empregados foram ineficientes quanto à manutenção da massa dos frutos da cultivar Costata. O teor de SS também foi menor em frutos desta cultivar (SS=19,1), ao final do

amadurecimento ocorre redução no teor de sólidos solúveis, indicando que estes estão sendo mais usados na respiração do que produzidos, ou seja, é o início da senescência (MORAES et al., 2013).

Tabela 3. Médias de firmeza da polpa, cor da epiderme, sólidos solúveis (%), taxa respiratória (TR) e perda de massa de caquis 'Rama Forte' e 'Costata' armazenados a 0°C durante 120 dias.

Cultivares	Firmeza (N)	Cor da epiderme		SS (%)	TR mol CO ₂ kg ⁻¹ h ⁻¹	PM (%)
		L*	C*			
Rama Forte	39,7 a	48,2 b	44,3 b	22,8 ns	6,94 a	2,71 b
Costata	33,9 b	43,2 a	49,9 a	19,1 ns	4,89 b	6,27 a
CV (%)	19,0	5,58	7,15	5,78	10,4	15,7

*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (5%).

*ns= diferença estatística não significativa.

Conclusões

O uso das coberturas foi ineficiente na conservação da qualidade pós-colheita de caquis 'Rama Forte' e 'Costata' produzidos no Vale do São Francisco.

Referências bibliográficas

AQUINO, C. F.; SALOMÃO, L. C. C.; AZEVEDO, A. M. Qualidade pós-colheita da banana 'Maçã' tratada com ácido giberélico avaliada por redes neurais artificiais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 51, n.7, p.824-833, jul. 2016.

BAGHERI, M.; ESNA-SHARI, M.; ERSHADI, A. Effect of postharvest calcium chloride treatment on the storage life and quality of persimmon fruits (*Diospyros kaki* Thunb.) cv. 'Karaj'. **International Journal of Horticultural Science and Technology**, v. 2, (1) p. 15-26, 2015.

BORRÁS, P. N. **Caracterización fisiologica durante el crecimiento y maduración del fruto de diferentes variedades de caqui**, 81 p. Trabajo de máster (Master em Calidad y Seguridad Alimentaria). Universidad de Valencia, Valencia, 2012.

CASTAÑEDA, L. M. F. **Avaliação da quitosana e da fécula de mandioca, aplicada em póscolheita no recobrimento de maçãs**. 2013. 130 f. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

CASTELLANOS, D. A.; HERRERA, A. O. Mathematical models for the representation of some physiological and quality changes during fruit storage. **Journal of Post-Harvest Technology**, v. 3, p. 18–35, 2015.

COELHO, S.R.M.; WERNER, S.S.; PONCIO, A.P.; FERREIRA, L.; NÓBREGA, L.H.P. Performance during post-harvest storage of banana cv. 'Prata', 'Maçã' and 'Nanica' exposed to physical and chemical treatments. **Engenharia Agrícola**, v. 31, p.727-734, 2011.

DAGAR, A.; WEKSLER, A.; FRIEDMAN, H.; LURIE, S. Gibberellic acid (GA3) application at the end of pit ripening: effect on ripening and storage of two harvests of 'September Snow' peach. **Scientia Horticulturae**, v.140, p.125-130, 2012.

DANIELI, R.; GIRARD, C. L.; PARUSSOLO, A.; FERRI, V. C.; ROMBALDI, C. V. Efeito da aplicação de ácido giberélico e cloreto de cálcio no retardamento da colheita e na conservabilidade de caqui, fuyu. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 1, p. 044-048, 2002.

FAKHOURI, F.; GROSSO, C. Efeito de coberturas comestíveis na vida útil de goiabas in natura (*Psidium guajava* L.) mantidas sob refrigeração. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v.6, n.2, p. 203-211, 2003.

FERREIRA, E. B.; NOGUEIRA, P. P.; ALVES, C. D. ExpDes.pt: **Experimental Designs package**, 2013. Disponível em: <<http://cran.rproject.org/package=ExpDes.pt>> Acesso em: 16 agosto. 2017.

FRAGUAS, R. M.; SIMÃO, A. A.; FARIA, P.V.; QUEIROZ, E. de R.; JUNIOR, E. R. de O.; ABREU, C. M.P. de. **Preparo e caracterização de filmes comestíveis de quitosana**. Polímeros [online]. vol.25, n.spe, p.48-53, 2015.

FREITAS S.T.; NASSUR, R.C.M.R. **Calcium Treatments**. In: Sunil Pareek. (Org.). *Novel Postharvest Treatments of Fresh Produce*. 1ed. New York: CRC Press, v. 1, p. 49-76, 2017.

HUANG, H.; JING, G.; WANG, H.; DUAN, X.; QU, H.; JIANG, Y. The combined effects of phenylurea and gibberellins on quality maintenance and shelf life extension of banana fruit during storage. **Scientia Horticulture**, v.167, p.36-42, 2014.

HUSSAIN, P. R.; MEENA, R. S.; DAR, M. A.; WANI, A. M. Effect of post-harvest calcium chloride dip treatment and gamma irradiation on storage quality and shelf-life extension of Red delicious apple. **Journal Food Science Technology**. 49 (4) p. 415–426, 2012.

KHUYEN, T.H.D., SINGH, Z., SWINNY, E.E. Edible coating influence fruit ripening, quality and aroma biosynthesis in mango fruit. **J. Agric. Food Chem.** v. 56, p. 1361–1370, 2008.

LOPES, P. R. C.; OLIVEIRA, I. V. M.; OLIVEIRA, J. E. M. de.; ASSIS, J. S. de. **Circular técnica 107: Cultivo do Caquizeiro no Vale do São Francisco**, Embrapa Semiárido, Petrolina, ISSN 1808-9976, 2014.

MCGUIRE, R. G. Reporting of objective color measurements. **Hortscience**, v. 27, n. 12, p. 1254-1255, 1992.

MORAES, K. S. de. **Influência da atmosfera modificada e cobertura comestível na qualidade do Physalis (Physalis peruviana L.) Armazenada em diferentes temperaturas.** 2013. 271 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) Engenharia de Alimentos, Florianópolis, SC, 2013.

PINTO, J. A. V. **Amadurecimento de caqui 'Fuyu' em função da exposição ao frio, atmosfera controlada e 1-mcp.** 2009. 79 p. Dissertação de mestrado em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, Rios Grande do Sul, 2009.

PORFÍRIO-DA-SILVA, L. C.; ALMEIDA, M. M.; BORSATO, A.V.; RAUPP, D.S; Qualidade pós-colheita do caqui 'Fuyu' tratado com a promalina. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 33, n. 3, p. 519-526, 2011.

QUIRÓS-SAUCEDA, A.E., AYALA-ZAVALA, J.F., OLIVAS, G.I., GONZÁLEZ-AGUILAR, G.A. Edible coatings as encapsulating matrices for bioactive compounds: a review. **Journal Food Science. Technology**, v. 51, p. 1674–1685, 2014.

R CORE TEAM. R: **A Language and Environment for Statistical Computing.** Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2016. Disponível em: <<https://www.rproject.org/>>. Acesso em: 16 agosto. 2017.

RODRIGUES, D. da C. **Influência de amido de mandioca e cera de carnaúba sobre as propriedades físicas de filme à base de goma de cajueiro.** Dissertação de mestrado em Engenharia química. Universidade Federal do Ceará, 90 p. Fortaleza, 2012.

PANIGRAHI, J.; GHEEWALA, B.; PATEL, M.; PATEL, N.; GANTAIT, S. Gibberellic acid coating: A novel approach to expand the shelf-life in green chilli (*Capsicum annuum* L.). **Scientia Horticulture**. v. 225 p. 581–588, 2017.

SILVA, C. de S. **Qualidade e conservação do morango tratado em pós-colheita com cloreto de cálcio e do armazenamento em atmosfera modificada ativa.** 2004 96 p. Dissertação (mestrado). Universidade Estadual Paulista- Faculdade de Ciências Agrônômicas, 96 p. Botucatu, 2004.

SILVA-MATOS, R. R. S. da. **Quebra de dormência e métodos de destanização de caquizeiro 'Rama Forte' no Vale do São Francisco.** 2016. 57 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2016.

SOUZA, J. M. A.; ATAÍDE, E. M.; SILVA, M. de S. Conservação pós-colheita de lima ácida 'tahiti' com uso de ácido giberélico, cera de carnaúba e filme plástico em condição refrigerada. **Magistra**, Cruz das Almas – BA, v. 27, n. 1, p. 122-129, 2015.

SOUZA, M. L. de; MORGADO, C. M. A.; MARQUES, K. M., MATTIUZ, C. F. M.; MATTIUZ, B. Pós-colheita de mangas 'Tommy Atkins' recobertas com quitosana. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, Volume Especial, p. 337-343, 2011.

TAKAHASHI, H. W.; FONSECA, I. C. D. B.; TAKAHASHI, A. A extração de nutrientes pelos ramos frutíferos de caquizeiro cultivar Giombo durante um ciclo

de produção. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n.1 p. 197-202, 2010.

TAVARES, J. B.; SILVEIRA, M. V. da; FEHLAUER, T. V.; PEGORARE, A. B.; RODRIGUES, E. T.; ARAÚJO, W. F. Tratamento hidrotérmico e cloreto de cálcio na pós-colheita de maracujá-amarelo. **Científica**, Jaboticabal, v.41, n.2, p.122–129, 2013.

TESSMER, M. A. **Estudos anatômicos e fisiológicos de frutos de caquizeiro (*Diospyros kaki* L.) quanto ao acúmulo de taninos e processos de destanização**. 2014. 113 p. Tese (Doutorado em Ciências). Escola Superior de Agricultura 'Luiz de Queiroz' ESALQ/USP, Piracicaba, 2014.

XIAO-HONG, K.; WEN-IAN, G.; RUN-ZI, G.; XING-YUAN, L.; Zhao-hui, X. Effects of Chitosan, Calcium Chloride, and Pullulan Coating Treatments on Antioxidant Activity in Pear cv. "Huang guan" During Storage. **Food and Bioprocess Technology**, 2013. DOI 10.1007/s11947-013-1085-9

XIAO-HONG, KOU.; SHUANG WANG.; YING ZHANG, RUN-ZI GUO.; MENG-SHI WU.; QIONG CHEN.; ZHAO-HUI XUE. Effects of chitosan and calcium chloride treatments on malic acid-metabolizing enzymes and the related gene expression in post-harvest pear cv. 'Huang guan'. **Science Horticulture**, v. 165, p. 252-259, 2014.

WEKSLER, A.; DAGAR, A.; FRIEDMAN, H.; LURIE, S. The effect of gibberellin on firmness and storage potential of peaches and nectarines. **Acta Horticulturae**, v. 962, p. 591-595, 2012.

ZILKA, S.; LURIE, S.; LAPSKER, Z.; ZUTHI, Y.; DAVID, I.; YESSELSON, Y.; ANTMAN, S.; BEN-ARIE, R. The ripening and storage quality of nectarine fruits in response to preharvest application of gibberellic acid. **Journal Horticulture Science**, v. 72, p. 355–362, 1997.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A diversificação de cultivo para os polos irrigados do Vale do São Francisco não apresenta apenas uma alternativa para a sobrevivência da cultura regional, significa também uma estratégia de mercado que poderá viabilizar ofertas de vários produtos em diferentes épocas do ano, bem como, uma nova opção de cultivo para os produtores atendendo a demanda de novos frutos na região e em todo o país. Por esse motivo o conhecimento sobre as mudanças físico-químicas que ocorrem no amadurecimento, à determinação do ponto de colheita, bem como métodos eficientes na remoção da adstringência dos frutos juntamente com o uso de tecnologias que visem proporcionar maior conservação da qualidade e aumento da vida útil, são extremamente importantes, principalmente pelo fato de caquis produzidos em condições semiáridas apresentam características diferentes de caquis produzidos em regiões mais frias. Para os genótipos promissores na região do Vale do São Francisco, entre eles 'Costata' e principalmente 'Rama Forte' o ponto de colheita em que esses frutos devem ser colhidos são fatores decisivos na conservação da qualidade pós-colheita durante o período de armazenamento, uma vez que, quando colhidos com coloração da epiderme laranja antes da maturação avançada os frutos apresentam boa qualidade por até 90 dias em armazenamento refrigerado. A identificação do método e o tempo ideal para remover a adstringência de caquis também é um fator relevante, uma vez que as cultivares promissoras para a nossa região são adstringentes e necessitam passar pelo processo de destanização antes do consumo e a busca por um método que conserve principalmente a firmeza desses frutos se faz necessário. O uso de CO₂ (100%) e N₂ (100%) por 16hs é eficiente na remoção da adstringência de caquis 'Rama Forte' produzidos no Vale do São Francisco, no entanto a aplicação de N₂ (100%) mantém uma maior firmeza desses frutos.

Além da importância científica, este trabalho apresenta relevância, visto que, são demonstrados registros sobre a injúria por frio de caquis 'Costata' armazenados a 0°C, sendo necessários novos estudos juntando aos resultados da presente dissertação para analisar a temperatura ideal para armazenamento de caquis 'Costata' produzidos no Vale do São Francisco.