

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA (UNEB)**

**Pró-Reitoria de Pesquisa e Ensino de Pós-Graduação (PPG)**

**Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais (DTCS)**

**Programa de Pós-graduação em Horticultura Irrigada- PPGHI**

**LUNA LOPES VARJÃO**

**MÉTODOS PARA A REMOÇÃO DA ADSTRINGÊNCIA E MANUTENÇÃO DA  
QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE CAQUIS PRODUZIDOS NO VALE DO SÃO  
FRANCISCO**

**JUAZEIRO - BA**

**2018**

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA (UNEB)**

**Pró-Reitoria de Pesquisa e Ensino de Pós-Graduação (PPG)**

**Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais (DTCS)**

**Programa de Pós-graduação em Horticultura Irrigada- PPGHI**

**LUNA LOPES VARJÃO**

**MÉTODOS PARA A REMOÇÃO DA ADSTRINGÊNCIA E MANUTENÇÃO DA  
QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE CAQUIS PRODUZIDOS NO VALE DO SÃO  
FRANCISCO**

Dissertação apresentada junto ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia: Horticultura Irrigada da Universidade do Estado da Bahia (PPGHI -UNEB/DTCS), como requisito para a obtenção do título de Mestre em Agronomia, Área de Concentração: Horticultura Irrigada, Linha de pesquisa: Fisiologia Pós-colheita.

**Orientador:** Joston Simão de Assis

**Coorientador:** Sérgio Tonetto de Freitas

JUAZEIRO – BA

2018

---

Varjão, Luna Lopes  
V313m Métodos para remoção da adstringência e manutenção da qualidade pós-colheita de caquis produzidos no Vale do São Francisco./  
Luna Lopes Varjão. -- Juazeiro, 2108.  
85 f.

Orientador: Joston Simão de Assis  
Dissertação (Mestrado) - Universidade do Estado da Bahia. Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais. Campus III, 2018.

#### Bibliografia

1. Caqui - cultivo 2. Caqui - pós-colheita 3. Embalagens I. Assis, Joston Simão de II. Universidade do Estado da Bahia. Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais Campus III, 2018.

CDD 634.45

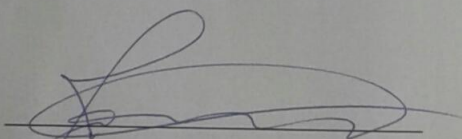
---

UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA (UNEB)  
Pró-Reitoria de Pesquisa e Ensino de Pós-Graduação (PPG)  
Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais (DTCS)  
Programa de Pós-Graduação em Agronomia: Horticultura Irrigada (PPGHI)

LUNA LOPES VARJÃO

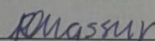
MÉTODOS PARA A REMOÇÃO DA ADSTRINGÊNCIA E MANUTENÇÃO DA  
QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE CAQUIS PRODUZIDOS NO VALE DO SÃO  
FRANCISCO

Aprovada em 09/04/2018



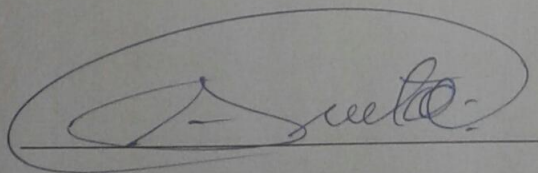
Dr. Joston Simão de Assis

(Orientador – Universidade do Estado da Bahia – DTCS III)



Dr.ª Rita de Cássia Mirela Resende Nassur

(Universidade do Estado da Bahia – DTCS III)



Dr. Acácio Figuiêredo Neto

(Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF)

## DEDICATÓRIA

*A Deus e aos meus pais, **Letícia e Gilmar**,  
pelo amor, apoio, carinho, compreensão e, sobretudo,  
exemplo de vida, que me possibilitaram vencer.*

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus pela sua imensa bondade, por tantas bênçãos derramadas sobre mim e lições vividas ao longo da minha vida.

Agradeço aos meus pais, Letícia e Gilmar, pelo amor e por sempre lutarem com muito esforço para que eu pudesse concretizar esse sonho e por me ajudarem em tudo que preciso, meu obrigada por tudo.

À minha família, tios (as), madrinha/padrinho, primos, avós (deste último apenas minha avó materna encontra-se entre nós) que de alguma forma me ajudaram, através de incentivo e palavras de entusiasmo.

Aos amigos pelo apoio, preocupação e cuidado que sempre estiveram comigo.

Ao meu orientador Dr. Joston Simão de Assis pela orientação profissional e atenção durante o mestrado.

Ao meu coorientador Dr. Sérgio Tonetto de Freitas pela fundamental colaboração na execução do projeto.

Agradeço aos Professores do Programa de Pós-graduação em Agronomia – Horticultura Irrigada da UNEB pelos ensinamentos adquiridos.

Aos colegas da turma de 2016 pela amizade e parceria.

Aos colegas e equipe do Laboratório de Fisiologia Pós-colheita da Embrapa Semiárido: Maria Aparecida, Nadiane, Joanaylla, Taís, Taise, Danyelle e Arlete por toda ajuda no desempenho das atividades e amizade. A Cristina, Dirliane, José Augusto, Bruna pelos bons momentos e parceria dentro e fora do laboratório.

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

À Capes, pela concessão da bolsa de mestrado.

E a todos que contribuíram, de alguma forma, para a realização deste trabalho.

## LISTA DE FIGURAS

<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	5
<b>Figura 1.</b> Estrutura química de taninos condensados .....	9
<b>Figura 2.</b> Estrutura química de taninos hidrolisáveis .....	10
<b>Figura 3.</b> Rota de síntese dos taninos condensados e hidrolisáveis .....	10
<b>CAPÍTULO I</b> .....	22
<b>Figura 1.</b> Frutos de caqui ‘Giombo’ durante o tratamento com vapor de etanol para a remoção de adstringência .....	26
<b>Figura 2.</b> Índice de adstringência de caqui ‘Rama Forte’(a) e ‘Giombo’(b) tratados com diferentes concentrações de etanol por 12, 24, ou 48hs para remoção a adstringência. ....	30
<b>Figura3.</b> Teores de sólidos solúveis (SS) de caqui ‘Rama Forte’(a) e ‘Giombo’(b) tratados com diferentes concentrações de etanol por 12, 24, ou 48hs para remoção a adstringência.....	31
<b>Figura 4.</b> Teores de acidez titulável (AT) de caqui ‘Rama Forte’ (a) e ‘Giombo’ (b) tratados com diferentes concentrações de etanol por 12, 24, ou 48hs para remoção a adstringência..	32
<b>Figura 5.</b> Firmeza de polpa de caqui ‘Giombo’ (a) tratado com diferentes concentrações de etanol por 12, 24, ou 48hs para remoção a adstringência..	33
<b>Figura 6.</b> Relação SS/AT de caqui ‘Rama Forte’ (a) e ‘Giombo’ (b) tratados com diferentes concentrações de etanol por 12, 24, ou 48hs para remoção a adstringência.....	34
<b>Figura 7.</b> Taxa respiratória de caqui ‘Rama Forte’ (a) e ‘Giombo’ (b) tratados com diferentes concentrações de etanol por 12, 24, ou 48hs para remoção a adstringência. ....	35
<b>Figura 8.</b> Cor da casca (L*) de caqui ‘Rama Forte’(a) tratado com diferentes concentrações de etanol por 12, 24, ou 48hs para remoção a adstringência.....	35
<b>Figura 9.</b> Cor da casca (C*) de caqui ‘Rama Forte’ (a) e ‘Giombo’ (b) tratados com diferentes concentrações de etanol por 12, 24, ou 48hs para remoção a adstringência.....	36
<b>Figura 10.</b> Cor da casca (h) de caqui ‘Rama Forte’ (a) e ‘Giombo’ (b) tratados com diferentes concentrações de etanol por 12, 24, ou 48hs para remoção a adstringência.....	37
<b>Figura 11.</b> Taninos dímeros de caqui ‘Rama Forte’ (a) e ‘Giombo’ (b) tratados com diferentes concentrações de etanol por 12, 24, ou 48hs para remoção a adstringência. ....	38

<b>Figura 12.</b> Taninos oligoméricos de caqui ‘Rama Forte’ (a) e ‘Giombo’ (b) tratados com diferentes concentrações de etanol por 12, 24, ou 48hs para remoção a adstringência.....	39
<b>Figura 13.</b> Taninos poliméricos de caqui ‘Rama Forte’ (a) e ‘Giombo’ (b) tratados com diferentes concentrações de etanol por 12, 24, ou 48hs para remoção a adstringência. ....	40
<b>Figura 14.</b> Taninos totais de caqui ‘Rama Forte’ (a) e ‘Giombo’ (b) tratados com diferentes concentrações de etanol por 12, 24, ou 48hs para remoção a adstringência. ....	41

## CAPÍTULO II ..... 53

<b>Figura 1.</b> Seladora a vácuo Inovac 100 (Inovac, São Paulo, Brasil) utilizada para embalar os frutos (A). Frutos de caqui após serem embalados a vácuo com filme polinyon (B).....	56
<b>Figura 2.</b> Índice de adstringência de caqui ‘Rama Forte’ sem embalagem (Ar) ou embalado a vácuo para remoção da adstringência e armazenamento refrigerado. ....	60
<b>Figura 3.</b> Sólidos Solúveis (SS) de caqui ‘Rama Forte’ sem embalagem (Ar) ou embalado a vácuo para remoção da adstringência e armazenamento refrigerado. ....	60
<b>Figura 4.</b> Acidez Titulável (AT) de caqui ‘Rama Forte’ sem embalagem (Ar) ou embalado a vácuo para remoção da adstringência e armazenamento refrigerado. ....	61
<b>Figura 5</b> Potencial Hidrogeniônico (pH) de caqui ‘Rama Forte’ sem embalagem (Ar) ou embalado a vácuo para remoção da adstringência e armazenamento refrigerado.. ....	62
<b>Figura 6.</b> Firmeza de polpa de caqui ‘Rama Forte’ sem embalagem (Ar) ou embalado a vácuo para remoção da adstringência e armazenamento refrigerado. ....	62
<b>Figura 7.</b> Relação SS/AT de caqui ‘Rama Forte’ sem embalagem (Ar) ou embalado a vácuo para remoção da adstringência e armazenamento refrigerado. ....	63
<b>Figura 8.</b> Taxa respiratória de caqui ‘Rama Forte’ sem embalagem (Ar) ou embalado a vácuo para remoção da adstringência e armazenamento refrigerado. ....	64
<b>Figura 9.</b> Cor da casca (L*) de caqui ‘Rama Forte’ sem embalagem (Ar) ou embalado a vácuo para remoção da adstringência e armazenamento refrigerado. ....	65
<b>Figura 10.</b> Cor da casca (C*) de caqui ‘Rama Forte’ sem embalagem (Ar) ou embalado a vácuo para remoção da adstringência e armazenamento refrigerado. ....	66



<b>Figura 11.</b> Cor da casca (h) de caqui ‘Rama Forte’ sem embalagem (Ar) ou embalado a vácuo para remoção da adstringência e armazenamento refrigerado. ....	66
<b>Figura 12.</b> Taninos dímeros de caqui ‘Rama Forte’ sem embalagem (Ar) ou embalado a vácuo para remoção da adstringência e armazenamento refrigerado. ....	67
<b>Figura 13:.</b> Taninos oligoméricos de caqui ‘Rama Forte’ sem embalagem (Ar) ou embalado a vácuo para remoção da adstringência e armazenamento refrigerado.. ....	67
<b>Figura 14.</b> Taninos poliméricos de caqui ‘Rama Forte’ sem embalagem (Ar) ou embalado a vácuo para remoção da adstringência e armazenamento refrigerado. ....	68
<b>Figura 15.</b> Taninos totais de caqui ‘Rama Forte’ sem embalagem (Ar) ou embalado a vácuo para remoção da adstringência e armazenamento refrigerado. ....	69

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO I..... 22

**Tabela 1:** Índice de adstringência, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), potencial hidrogeniônico (pH), firmeza de polpa, relação SS/AT, taxa respiratória, cor da casca (L\*, C\*, h), taninos dímeros, oligoméricos, poliméricos e totais de caquis ‘Rama Forte’ e ‘Giombo’ logo após a colheita. .... 29

**Tabela 2:** Sabor global de caqui, intensidade da doçura, acidez e adstringência de caqui ‘Rama Forte’ tratado com diferentes concentrações de etanol por 12, 24, ou 48hs para remoção a adstringência. .... 42

**Tabela 3:** Sabor global de caqui, intensidade da doçura, acidez e adstringência de caqui ‘Giombo’ tratado com diferentes concentrações de etanol por 12, 24, ou 48hs para remoção a adstringência. .... 44

### CAPÍTULO II ..... 53

**Tabela 1:** Índice de adstringência, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), potencial hidrogeniônico (pH), firmeza de polpa, relação SS/AT, taxa respiratória, cor da casca (L\*, C\*, h), taninos dímeros, oligoméricos, poliméricos e totais de caqui ‘Rama Forte’ logo após a colheita. .... 59

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	1
<b>ABSTRACT</b> .....	2
<b>1. INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	3
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	5
2.1 Aspectos gerais da cultura .....	5
2.2 Cultivares estudadas .....	6
2.3 Produção de caqui e importância econômica .....	7
2.4 Fisiologia pós-colheita de caqui .....	7
2.5 Adstringência e Taninos .....	8
2.6 Remoção artificial da adstringência .....	11
2.6.1 Destanização com etanol .....	12
2.6.2 Destanização com o uso de embalagem a vácuo .....	13
<b>3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	15
<b>CAPÍTULO I – USO DE DIFERENTES DOSES E TEMPOS DE EXPOSIÇÃO AO ETANOL EM CAQUIS ‘RAMA FORTE’ E ‘GIOMBO’ VISANDO REMOÇÃO DA ADSTRINGÊNCIA</b> .....	22
1.1 Resumo .....	22
1.2 Abstract .....	23
1.3 Introdução .....	24
1.4 Material e Métodos .....	25
1.5 Resultados .....	29
1.6 Discussão .....	44

1.7 Conclusões .....	48
1.8 Referências Bibliográficas .....	49
<b>CAPÍTULO II - USO DE EMBALAGEM PLÁSTICA PARA REMOÇÃO DA ADSTRINGÊNCIA E ARMAZENAMENTO REFRIGERADO DE CAQUIS ‘ RAMA FORTE’ E ‘GIOMBO’ .....</b>	<b>53</b>
2.1 Resumo .....	53
2.2 Abstract .....	54
2.3 Introdução .....	55
2.4 Material e Métodos .....	56
2.5 Resultados .....	59
2.6 Discussão .....	69
2.7 Conclusões .....	72
2.8 Referências Bibliográficas .....	73

## RESUMO GERAL

O cultivo de caquis no Vale do São Francisco ainda é pequeno, resumindo-se a áreas experimentais e observações de adaptação e produtividade da cultura na região. Diante disso, para incentivar a produção no Vale do São Francisco o presente estudo teve como objetivo identificar a combinação mais eficiente entre dose e tempo de tratamento com vapor de etanol e o efeito de embalagem a vácuo para a remoção da adstringência e armazenamento refrigerado de caquis ‘Rama Forte’ e ‘Giombo’ produzidos no Vale do São Francisco. Foram utilizados caquis ‘Rama Forte’ e ‘Giombo’ adquiridos na área experimental da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA Semiárido, localizada na cidade de Petrolina. Após a colheita, foram realizados dois experimentos: no experimento 1 os frutos foram tratados com quatro diferentes doses de etanol (0; 2,5; 5,0 e 10,0 ml.kg<sup>-1</sup> de fruto) durante três tempos de exposição (12, 24 e 48 horas); no experimento 2 os frutos de caqui ‘Rama Forte’ foram submetidos a embalagem a vácuo em filme de polínylon 12µm e 18µm e sem vácuo (controle) a uma pressão de vácuo de 700 mm.Hg<sup>-1</sup> e armazenados a temperatura de 0°C por um período de 150 dias. De acordo com os resultados obtidos no experimento 1, frutos ‘Rama Forte’ e ‘Giombo’ expostos as doses de etanol mostraram-se medianamente e ligeiramente taninosos, respectivamente, com redução nos valores de acidez titulável, teor de sólidos solúveis e aumento do pH. A aplicação de doses e o do tempo de exposição ao etanol promoveu a redução da firmeza de polpa dos frutos ‘Giombo’; contudo, para os frutos ‘Rama Forte’, as doses e os tempos de exposição ao etanol não promoveram redução significativa na firmeza de polpa. No experimento 2, o uso da embalagem de polínylon 12µm e 18µm mostrou-se eficiente na remoção da adstringência e manutenção da firmeza de polpa, além de retardar o processo de senescência dos frutos de caqui ‘Rama Forte’. Desta forma, recomenda-se o uso de 10,0 ml.kg<sup>-1</sup> de fruto de etanol por 48 horas e embalagem de polínylon para a remoção da adstringência de caquis ‘Rama Forte’ e ‘Giombo’ produzidos no Vale do São Francisco.

**Palavras-chave:** *Diospyros kaki*; adstringência; etanol; embalagem a vácuo

## ABSTRACT

The cultivation of persimmons in the São Francisco Valley is still small, mostly limited to experimental areas used to evaluate adaptation and productivity of the species in the region. In order to encourage production in the São Francisco Valley, the present study aimed to identify the most efficient combination between dose and time of treatment with ethanol vapor and the effect of vacuum packaging for the removal of astringency and refrigerated storage of persimmons 'Rama Forte' and 'Giombo' produced in the São Francisco Valley. 'Rama Forte' and 'Giombo' persimmons were obtained from the experimental area of the Brazilian Agricultural Research Corporation - EMBRAPA Semiarido, located in the city of Petrolina, PE. After the harvest, two experiments were carried out: in experiment 1, fruits were treated with four different doses of ethanol (0, 2.5, 5.0 and 10.0 ml.kg<sup>-1</sup> of fruit) during three exposure times (12, 24 and 48 hours); in experiment 2, 'Rama Forte' persimmons were vacuum packed in 12µm and 18µm polynylon film and without vacuum (control) at a vacuum pressure of 700 mm.Hg<sup>-1</sup> and stored at 0 °C for 150 days. According to the results obtained in experiment 1, 'Rama Forte' and 'Giombo' fruits exposed to ethanol vapor were shown to be medium and slightly tannin, respectively, with a reduction in the values of titratable acidity, soluble solids content and pH increase. The application of doses and the time of exposure to ethanol promoted the reduction of pulp firmness of the 'Giombo' fruit; however, for 'Rama Forte' fruit, the doses and times of exposure to ethanol did not promote a significant reduction in pulp firmness. In experiment 2, the use of the 12µm and 18µm polynylon package was efficient in removing astringency and maintenance of pulp firmness, as well as delaying the senescence process of 'Rama Forte' persimmon fruit. Therefore, it is recommended to use 10.0 ml.kg<sup>-1</sup> of ethanol fruit for 48 hours and polynylon pack for the astringency removal of 'Rama Forte' and 'Giombo' persimmons produced in the São Francisco Valley.

**Keywords:** Diospyros kaki; astringency; ethanol; vacuum packaging

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de frutas, ficando atrás somente da China e Índia. Dentre as frutas que merecem destaque no país, encontra-se o caqui, que é bastante cultivado nas regiões Sul e Sudeste. O Estado de São Paulo é o maior produtor, responsável por 58% da produção nacional, atendendo ao mercado interno e externo. Na Região Nordeste apenas o Estado da Bahia apresenta área com o cultivo de caqui, com produção de 111 toneladas em 2015, contribuindo com 0,05% da produção nacional (IBGE, 2015).

O caqui, pertencente à família *Ebenaceae*, e possui quatro espécies de importância comercial, dentre elas a *Diospyros kaki* que se destaca como a mais importante. As cultivares de caqui podem ser divididas em dois grandes grupos: frutos que não mudam a coloração da polpa quando polinizados e aqueles que apresentam polpa escura quando com sementes. Além disso, podem ser ainda classificados como adstringentes e não adstringentes (BENATO et al. 2005).

Apesar de ser um fruto muito apreciado pelo sabor, o caqui apresenta alguns problemas em pós-colheita. Um dos mais relevantes é a permanência da adstringência após a colheita quando sem sementes, mesmo quando amadurecidos, necessitando, de um processo artificial para a remoção desta, denominado destanização (EDAGI; KLUGE, 2009).

Adstringência é uma sensação de secura no palato, causada pelos taninos presentes em alguns alimentos. Na boca, os taninos precipitam as proteínas presentes na saliva, principalmente a amilase, que diminui sua ação lubrificante. A remoção da adstringência em frutas com alto teor de taninos envolve a polimerização das moléculas de taninos solúveis, tornando-as insolúveis e incapazes de reagir com as enzimas presentes na saliva (BESADA et al., 2013). Alguns métodos de remoção de adstringência já são utilizados, dentre eles: o uso de altas concentrações de dióxido de carbono (70 a 90% de CO<sub>2</sub>) ou baixas concentrações de oxigênio; aplicação de carbureto de cálcio e exposição dos frutos à vapores de etanol (PIO, 2014).

O método de remoção de adstringência com o uso de etanol consiste na entrada do vapor de etanol pela epiderme do fruto, que, com ação da enzima álcool desidrogenase, é transformado em acetaldeído. O acúmulo de acetaldeído no interior do fruto é então utilizado no processo bioquímico de polimerização das moléculas de taninos, causando, assim, a

remoção da adstringência (OSHIDA et al., 1996). Porém, uma desvantagem da utilização de etanol é a aceleração da perda de firmeza da polpa, o que pode limitar a vida pós-colheita e a comercialização dos frutos.

Outro método de remoção de adstringência de caqui, ainda pouco empregado, é a atmosfera modificada utilizando embalagens plásticas. Com o uso das embalagens pode-se atingir uma condição de anaerobiose, com altas concentrações de dióxido de carbono e baixas de oxigênio. A anaerobiose promove a formação e acúmulo de acetaldeído, responsável por polimerizar as moléculas de taninos, destanizando os frutos (PESIS, et al., 1986). Entretanto, as combinações de tempo, temperatura de armazenamento, tipo de embalagem, genótipo, entre outros fatores devem ser cuidadosamente estudados para evitar excesso de fermentação e danos irreversíveis aos frutos.

Diante disso, o presente estudo teve como objetivo identificar a combinação mais eficiente entre dose e tempo de tratamento com vapor de etanol e o efeito de embalagem a vácuo para a remoção da adstringência e armazenamento refrigerado de caquis ‘Rama Forte’ e ‘Giombo’ produzidos no Vale do São Francisco



## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Aspectos gerais da cultura

O caquizeiro (*Diospyros kaki* L.) é uma frutífera originária da Ásia, mais precisamente das montanhas da região central da China e Japão (CAMPOS et al., 2015), de onde se expandiu para outras regiões do mundo de clima temperado ou subtropical (FILHO et al., 2003). A sua introdução nos países ocidentais com condições climáticas e edáficas semelhantes, ocorreu no século XIX, inicialmente, nos Estados Unidos, seguindo para a França, Espanha e Itália. Com o passar dos anos, espalhou-se pelos cinco continentes (PARK, et al., 2004). No Brasil, foi introduzido pela primeira vez em São Paulo em meados do ano de 1880, mas a expansão da cultura só ocorreu a partir de 1920, com a chegada dos fruticultores japoneses, que trouxeram outras variedades e o domínio da produção (SATO; ASSUMPCÃO, 2002).

O caqui pertence à família botânica *Ebanaceae*, e gênero *Diospyros* o qual apresenta várias espécies de importância comercial e diferentes finalidades, como espécies para fins madeireiros (*Diospyros ebenum*), paisagísticos (*Diospyros incostans* e *Diospyros rhombifolia*), extração de taninos (*Diospyros oleifera*) e frutíferas (*Diospyros kaki*), ao qual pertence às cultivares comerciais, denominada de alimento dos deuses (dois = Deus, piro = alimento) (NISSAN; NAMBOUR, 2011).

As cultivares de caquizeiro podem ser divididas em dois grandes grupos: aquelas que não mudam a cor da polpa quando polinizados, PC; aquelas que possuem a polpa clara quando sem sementes (não polinizados) e, escura, quando com semente (polinizado) PV. Cada um desses grupos pode ainda ser dividido em adstringente, A; e não adstringente, NA (BENATO et al. 2005). Quanto ao teor de taninos, os caquizeiros podem ser divididos em três tipos básicos: primeiro é denominado “sibugaki”, que compreende frutos de polpa sempre taninosa, cujas variedades são: Taubaté, Pomelo, Hachiya, Mikado e Coração de boi. O segundo é o “amagaki” e apresenta frutos com polpa sempre não taninosa, cujas variedades são: Fuyu, Jiro, Hanagosho e Fuyuhana. O terceiro é denominado “variável”, caracterizado por abranger frutos com polpa taninosa e não taninosa, parcial ou totalmente, tendo como principais variedades o Rama Forte, o Giombo e o Kaoru (CAMPO-DALL’ORTO et al., 1996) (EDAGI & KLUGE, 2009).

## 2.2 Cultivares estudadas

Os caquizeiros ‘Rama Forte’, ‘Giombo’ e ‘Fuyu’ são as principais cultivares produzidas no Brasil, sendo a cultivar Rama Forte bastante apreciada pelo mercado interno (PERREIRA; KAVATE, 2011) e em plena expansão no país. O nome desta cultivar foi dado por possuir ramos vigorosos, surgindo a partir de uma mutação espontânea na cidade de Mogi das Cruzes, São Paulo (BUENO et al., 2014; PIO, 2014). Caracteriza-se por apresentar alta produtividade, com frutos de tamanho médio (130g), com formato achatado, taninosos na maioria das vezes, de sabor agradável e consistente mesmo depois do processo de destanização, conservando-se bem por até 10 dias; a polpa pode ser amarela, quando os frutos não apresentam sementes, ou de cor escura, para os frutos com sementes, sendo, neste caso, chamado popularmente de “chocolate” (PARK et al., 2004; BUENO et al., 2014; PIO, 2014).

A cultivar ‘Giombo’ possui plantas vigorosas e muito produtivas, fazendo-se necessário a técnica de raleio para que haja uma produção de frutos de maior calibre. Possui frutos de tamanho médio (140g) e formato oblongo-ovalado. A cor da polpa é amarela e bastante taninosa quando sem semente, e não taninosa quando com algumas sementes. Permanecem firmes quando destanizados com álcool. É uma cultivar de maturação tardia, com produção entre os meses de março e maio (PIO, 2014).

A cultivar ‘Fuyu’ é a cultivar tipo doce mais cultivada. Suas plantas são de porte médio, produção inferior em relação às demais cultivares, exigente em clima ameno e tratos culturais específicos, para uma frutificação regular e com qualidade superior. Seus frutos são grandes (180 a 250 g), de excelente qualidade e boa conservação, achatados quando sem sementes e globosos na presença de semente, polpa alaranjada, de consistência firme, resistente ao transporte e epiderme de cor amarelo alaranjada ao vermelho. A maturação se dá entre os meses de abril a junho, dependendo da região e do manejo cultural empregado. É a planta que alcança as maiores cotações no mercado (PIO, 2014).

### **2.3 Produção de caqui e importância econômica**

A produção mundial de caqui em 2013 foi de 4.637.357 toneladas, onde os três maiores produtores estão situados na Ásia (China, Coreia do Sul, Japão) e o quarto maior produtor é o Brasil (FAO, 2015).

O caqui é uma espécie frutífera de grande expressão econômica para o Brasil, sendo exportado para diversos países (IBRAF, 2013). O Estado de São Paulo é o maior produtor, atendendo ao mercado interno e externo, produzindo 58% da produção nacional. Em segundo lugar está o Rio Grande do Sul com 37.160 toneladas, e Minas Gerais em terceiro com 15.131 toneladas, e cerca de 27.000 toneladas produzidas pelos estados de Rio de Janeiro, Paraná e Santa Catarina (IBGE, 2015). Na Região Nordeste, mais especificamente no Estado da Bahia, a produção de caqui foi de 111 toneladas, contribuindo apenas com 0,05% da produção nacional de 192.327 toneladas (IBGE, 2015).

Apesar do caquizeiro ainda não encontrar-se em uma posição de destaque em termos de produção e área cultivada, seu cultivo apresentou um crescimento muito significativo nos últimos vinte e quatro anos. De 1991 a 2015 sua produção passou de 47,662 toneladas para 192.00 toneladas (crescimento de 274,8%) e sua área colhida evoluiu de 4.059 hectares para 8.600 hectares (crescimento de 110,6%), com produtividade por área de 22.340 kg ha<sup>-1</sup> (FIORAVANÇO; PAIVA, 2007; 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.

### **2.4 Fisiologia pós-colheita do caqui**

O mais importante e complexo processo na fase de desenvolvimento do fruto é o amadurecimento, que pode ser dividido em duas fases: a fase de maturação fisiológica e maturação organoléptica. Na literatura esses processos são chamados de "maturação" e "amadurecimento", respectivamente (KADER, 2002). A primeira geralmente começa antes do fim do crescimento celular e extremidades, quando o fruto tem sementes, prontos para a produção de novas plantas. O crescimento e maturação fisiológica só se completam adequadamente na planta-mãe. Já a maturação organoléptica refere-se ao processo pelo qual os frutos adquirem as características sensoriais que os definem como comestíveis. Portanto, é um

processo que transforma um tecido fisiologicamente maduro, mas não comestível, noutro visual, olfativa e gustativamente atraente (KADER, 2002).

Uma das principais mudanças durante o amadurecimento é a perda de firmeza dos frutos de caquizeiro. Na parede celular, os teores de pectina e hemicelulose diminuem durante o amadurecimento, causando uma grande perda de firmeza no mesocarpo do fruto (CUTILLA-SUTURRALDE et al., 1993). A diminuição desses dois carboidratos na matriz da parede celular tem como principal consequência à separação da lamela média. Essa região da parede celular é considerada rica em substâncias pécnicas, predominantemente, pectato de cálcio (MUÑOZ, 2002). Posteriormente, observa-se uma diminuição da celulose, que forma o esqueleto de microfibrilas da parede celular. Após este ponto o fruto se apresenta totalmente mole (BEN-ARIE, 1996). Além disso, as modificações de coloração dos caquis durante o amadurecimento estão relacionadas à degradação da clorofila e ao aumento do conteúdo de pigmentos carotenóides, como a criptoxantina, zeaxantina e licopeno (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

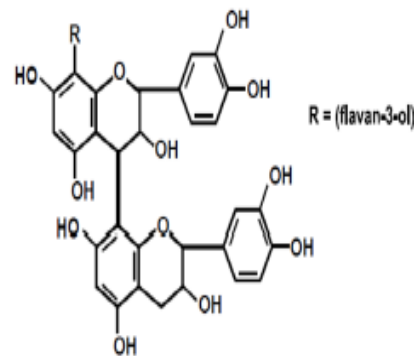
Quando maduro, o caqui apresenta-se como uma importante fonte nutricional, rico em carotenóides, como o  $\beta$ -caroteno,  $\beta$ -criptoxantina, zeaxantina, luteína e licopeno (ANCOS et al., 2000). Além do exposto, é considerado fonte de polifenóis como ácido gálico e ácido cumárico (GORISTEIN et al., 2000).

As perdas pós-colheita que ocorrem durante o armazenamento de caquis se devem, em maior importância, ao excesso de maturação, perda de firmeza, podridões e à incidência de escurecimento da casca dos frutos (SILVA et al., 2011).

## **2.5 Adstringência e Taninos**

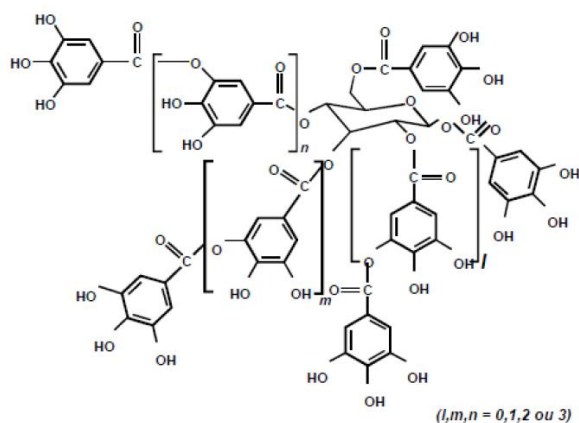
Adstringência é uma sensação gustativa provocada pelos taninos presentes em alguns alimentos. Na boca, os taninos precipitam as proteínas presentes na saliva, principalmente a amilase, a qual, uma vez ligada aos receptores de sabor causa uma sensação de secura no palato (BESADA et al., 2013). Os taninos são definidos funcionalmente como compostos fenólicos hidrossolúveis, e tem a capacidade de precipitar alcalóides, gelatina e outras proteínas (FENEMMA et. al., 2010; HASSANPOUR et al., 2011). Costumam ser classificados em dois grupos:

- Proantocianidinas, também chamados de “taninos condensados”: são polímeros de flavan-3-ol e/ou flavan-3,4-diol, produtos do metabolismo do fenilpropanol (Figura 1) (HEIL et al., 2002). Podem conter de duas a cinquenta unidades flavanóides ligados entre si por ligações entre C4 - C6 ou C4 - C8 conferindo estrutura complexa (BATTESTIN et al., 2004). As proantocianidinas são assim denominadas pelo fato de apresentarem pigmentos avermelhados da classe das antocianidinas, como cianidina e delphinidina. As moléculas têm grande variação estrutural, resultante de padrões de substituições entre unidades flavânicas, diversidade de posições das ligações e a estereoquímica (MELLO & SANTOS, 2001). A análise de proantocianidinas nos alimentos torna-se difícil pela variedade de estruturas existentes e à escassez de técnicas analíticas que permitam a sua separação, identificação e quantificação. Apesar de os polímeros constituírem a maioria dos polifenóis das plantas, a análise química se limita, normalmente, a monômeros, dímeros e alguns trímeros (CHEYNIER, 2005).



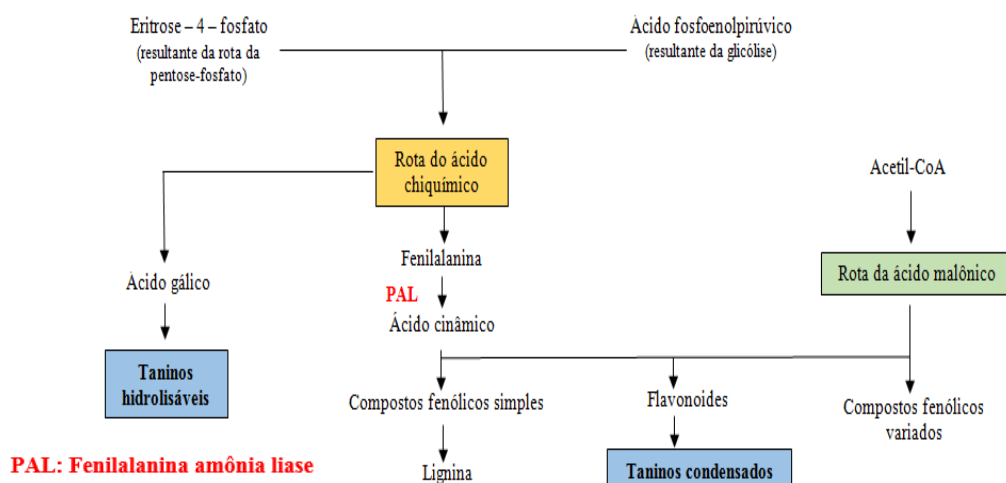
**Figura 1.** Estrutura química de taninos condensados (LEKHA & LONSANE, 1997).

- Taninos hidrolisáveis: são poliésteres de glicose com ácido gálico, de ácidos hexa-hidroxifenil (galotaninos e elagitaninos) (Figura 2) (KHANBABAE E REE, 2001). São unidos por ligações éster-carboxila, sendo prontamente hidrolisáveis em condições ácidas ou básicas (BATTESTIN et al., 2004).



**Figura 2.** Estrutura química de taninos hidrolisáveis (NAKAMURA et al., 2003).

O caqui é uma fonte de compostos fenólicos, consistindo principalmente de taninos condensados (proantocianidinas do grupo B) (VÁSQUEZ-GUTIÉRREZ. et al., 2011). Estes compostos têm a capacidade de formarem complexos estáveis com metais e proteínas e são responsáveis pela adstringência dos frutos (ZHANG et al., 2011). Os compostos fenólicos, também chamados de polifenóis, são formados a partir do ácido chiquímico, cuja síntese ocorre com intermediação da fenilalanina, da fenilalanina amônia liase (PAL) e do ácido cinâmico (Figura 3) (KAYS, 1991). Estes compostos podem ser divididos em quatro grandes grupos, em função do número de anéis de fenol e dos elementos estruturais que ligam os anéis uns aos outros: ácidos fenólicos, flavonoides, estilbenos e lignanos (MANACH et. al., 2004).



**Figura 3.** Rota de síntese dos taninos condensados e hidrolisáveis  
(Fonte: [www.fisiologiavegetal.ufc.br/Aulas%20em%20PDF%20PG/Unidade%20X.pdf](http://www.fisiologiavegetal.ufc.br/Aulas%20em%20PDF%20PG/Unidade%20X.pdf)).

Os frutos de caqui apresentam como característica altos teores de taninos solúveis e proantocianidinas solúveis acumuladas no início do desenvolvimento (AKAGI et al., 2009). Os taninos estão localizados em ibioblastos, também chamadas de células taníferas, que se diferenciam em estágios iniciais de desenvolvimentos dos primórdios foliares e do ovário das flores (YONEMORI et. al., 1997). Nos frutos em crescimento e maturação, as células taníferas estão distribuídas no mesocarpo, com diferentes tamanhos e formas, atingindo longos comprimentos (YANG et. al., 2005).

Nos frutos de caqui os taninos solúveis conferem adstringência, mesmo naqueles maduros. Estudos com caquis das cultivares ‘Rama Forte’ e ‘Giombo’ cultivados em Petrolina (PE), mostraram concentrações de taninos solúveis de  $1,18\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$  e  $1,32\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ , respectivamente (SANTOS, et al., 2013). A eliminação natural ou artificial da adstringência deve-se à coagulação, condensação ou polimerização dos taninos presentes no fruto, tornando-os insolúveis e, portanto, incapazes de formarem complexos com outras substâncias (AWAD, 1993).

A perda natural da adstringência envolve possivelmente dois mecanismos, sendo que um deles é dependente da produção de etanol e, presumivelmente, acetaldeído, pelas sementes durante o desenvolvimento dos frutos, estando associado aos tipos PVNA, PVA e PCA (OSHIDA et. al., 1996). Por outro lado, supõe-se que o segundo mecanismo, constatado em frutos das cultivares do tipo PCNA, esteja relacionado ao menor tamanho das moléculas de tanino, de baixo peso molecular e menor reatividade (TAYLOR, 1993).

O acetaldeído é o composto responsável pela polimerização das moléculas de tanino (PESIS, 2005; EDAGI & KLUGE, 2009). Estudos realizados demonstraram, *in vitro*, que o acetaldeído reage com o tanino dos caquis formando um gel insolúvel. Isso comprova a hipótese de que o tanino solúvel de frutos adstringentes é polimerizado pelo acetaldeído para formar um complexo insolúvel, não adstringente. Para os mesmos autores, o acetaldeído está envolvido tanto no processo natural quanto artificial da remoção da adstringência (PESIS & BEN-AIRE, 1984).

## **2.6 Remoção artificial da adstringência**

O processo artificial para a remoção da adstringência é denominado destanização (VIEITES et al., 2012). Este processo consiste em induzir a polimerização das moléculas de tanino, tornando-as insolúveis e, conseqüentemente, incapazes de reagir com as enzimas

presentes na saliva (EDAGI & KLUGE, 2009). A remoção artificial pode ser realizada com aplicação de etileno exógeno ou através da indução do processo respiratório anaeróbico. O etileno induz a formação de compostos responsáveis pelo aroma do fruto como o acetaldeído e o etanol, que polimerizam os taninos solúveis.

O metabolismo de destanização é dividido em duas etapas: a primeira consiste no acúmulo de acetaldeído, e a segunda, na polimerização das moléculas de tanino. Caso alguma das etapas não seja corretamente concluída, existe a possibilidade dos taninos insolubilizados tornarem-se novamente solúveis, inviabilizando o consumo do fruto (ITAMURA & FUKUSHIMA, 1989). Esse processo é denominado de recuperação da adstringência (EDAGI et al., 2009). Vários são os fatores que afetam a eficiência do processo de destanização, entre eles, destacam-se: cultivares, estágio de maturação na colheita e temperatura durante o processo de destanização (EDAGI & KLUGE, 2009).

Um dos fatores que afetam a eficiência do processo de remoção da adstringência é o estágio de maturação dos frutos, que ocorre mais rapidamente em frutos antes de atingirem o estágio de desenvolvimento maduro, quando comparado com frutos em estágio de maturação mais avançado, possivelmente em função de uma conversão mais eficiente do etanol em acetaldeído nos frutos em estádios de desenvolvimento menos avançados (TAYLOR, 1993). Outro fator é a temperatura durante o processo de destanização dos frutos. Temperaturas elevadas favorecem o acúmulo de acetaldeído acelerando a polimerização das moléculas de tanino e a remoção da adstringência. (EDAGI & KLUGE, 2009).

### **2.6.1 Destanização com etanol**

A solução mais econômica e eficiente para a destanização de caquis tem sido a aplicação de vapores de álcool etílico (EDAGI et al., 2009). Esta técnica consiste no armazenamento dos frutos em câmaras sob condições que propiciem sua vaporização. O álcool etílico, ao evaporar, penetra no fruto, principalmente, através da superfície da casca e aumenta, proporcionalmente, em função da sua concentração na atmosfera circundante (KATO, 1984). Uma vez absorvido, o etanol é transformado em acetaldeído através da ação da enzima álcool desidrogenase, e o acetaldeído formado reage com os taninos solúveis causando sua polimerização e tornando-os insolúveis (ITO, 1971).

Estudos mostraram que utilizando concentrações de 1,75 e 3,5 mL de álcool etílico por kg de caqui 'Giombo', expostos durante 12 e 24h, foi possível remover a adstringência dos



frutos após 6 dias, a 22°C e 90% de UR (TERRA et al., 2006; CHIOU et al., 2007). A exposição de caquis ‘Rama Forte’ à concentração de 1,70mL de álcool etílico por kg de fruto, durante 6 e 12h, resultou na perda da adstringência e na manutenção da firmeza dos frutos por um período de 8 dias, sob condições de 25°C e 90% UR. Frutos expostos durante 18 e 24h tornaram-se não adstringentes, mas houve uma significativa perda de firmeza no 4º dia de armazenamento (MUÑOZ, 2002). Utilizando a mesma concentração de álcool etílico, durante 6 e 12h, outros autores observaram remoção da adstringência de caqui ‘Rama Forte’, após 4 dias, a 22°C, sendo que os frutos se mantiveram aptos ao consumo durante 16 dias (MAIA et al., 2006; PUPIN et al., 2006; VITTI et al., 2007).

Embora seja um tratamento bastante eficiente para destanização, resulta em frutos excessivamente moles, com menor vida pós-colheita e potencial de armazenamento. Além disso, invariavelmente, ocorrem manchas na casca dos frutos. Um dos fatores que tornam o álcool etílico um agente destanizador de grande potencial é o fato de que o tratamento com o mesmo resulta em frutos contendo, aproximadamente, 13 vezes mais substâncias insolúveis que os frutos não tratados (TAYLOR, 1993). Entretanto, o tratamento apresenta como desvantagem o possível amolecimento da polpa do fruto, dependendo do tempo de exposição ao vapor (ITTAH, 1993).

## **2.6.2 Destanização com o uso de embalagem a vácuo**

O uso de embalagens a vácuo é uma alternativa desenvolvida que permite destanizar os frutos e ao mesmo tempo manter a firmeza de polpa (MONTEIRO, 2011). Entretanto, para que a técnica seja eficiente há a necessidade de usar também a refrigeração. Se os frutos embalados a vácuo forem armazenados em temperatura ambiente haverá rápida perda de firmeza e desenvolvimento de sabores desagradáveis (EDAGI et al., 2009).

A embalagem a vácuo faz com que o oxigênio seja reduzido a quase zero resultando em formação de uma condição anaeróbica. A ausência de oxigênio provoca a descarboxilação do piruvato, elevando a produção de CO<sub>2</sub> que irá estimular a produção de acetaldeído que irá reagir com os taninos solúveis, provocando a destanização. Esta condição também permite reduzir o metabolismo dos frutos, dentre eles a produção de etileno, e os efeitos a ele associados. Desta forma, com o uso da embalagem a vácuo é possível destanizar os e conservar os frutos por mais tempo.

Um dos materiais que se mostra promissor para realizar a embalagem a vácuo é o polinyon. O uso dessa embalagem mostrou-se eficiente na remoção da adstringência, com redução do índice de adstringência e taninos solúveis na polpa, e manutenção da firmeza dos frutos de caqui 'Giombo', após 90 dias de armazenamento (MONTEIRO, 2011).

### 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKAGI, T.; IKEGAMI, A.; TSUJIMOTO, T.; KOBAYASHI, S.; SATO, A.; KONO, A.; YONEMORI, K. DkMyb4 is a Myb transcription factor involved in proanthocyanidin biosynthesis in persimmon fruit. **Plant Physiology**, Rockville, v. 151, p. 2018-20145, 2009.

ANCOS, B.; GONZALEZ, E.; PILAR CANO, M, Effect of high-pressure treatment on the carotenoide composition and the radical scavenging activity of persimmon fruit purees. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v.48, p. 3542-3548, 2000.

AWAD, M. **Fisiologia pós-coleita de frutos**. São Paulo: Nobel, 1993. 114 p.

BATTESTIN, V.; MATSUDA, L. K.; MACEDO, G. A. Fontes e aplicações de taninos e tanases em alimentos. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 15, n. 1, p. 63-72, 2004.

BEN-AREIE, R.; SAKS, Y.; SONEGO, L.; FRANK, A. Cell wall metabolism in gibberellin treated persimmon fruits. **Plant Growth Regulation**, New York, v. 19, p. 25-33, 1996.

BENATO, E. A.; SIGRIST, J. M. M.; ROCHA, P. **Manuseio, aspectos fitossanitários e logística de caqui pós colheita**. 2005. (Boletim Técnico).

BESADA, C.; SANCHEZ, G.; SALVADOR, A.; GRANELL, A., 2013. **Volatile compounds associated to the loss of astringency in persimmon fruit revealed by untargeted GC – MS analysis**. *Metabolomics* 9, 157-172.

BUENO, S.C.S.; PIO, R.; WIECHMANN, C. J. S. Cultivo do caquizeiro. In.: PIO, R. **Cultivo de fruteiras de clima temperado em regiões subtropicais e tropicais**. 1, ed. Lavras: MG, 2014. p. 250-295.

CAMPO-DALL'ORTO, F. A. et al. Novo processo de avaliação da adstringência dos frutos no melhoramento do caquizeiro. **Bragantia**, Campinas, v. 55, n. 2, p. 237-243, 1996.

CAMPOS, S. S. de; WITTMANN, M. T.S.; SCHWARZ, S. F.; VEIT, P. A. Biologia floral e viabilidade de polén em cultivares de caqui ( *Diospyros kaki* L.) e *Diospyros virginiana* L. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 37, n. 3, p. 685-691, 2015.

CHEYNIER, V. Polyphenols in foods are more complex than often thought. **The American Journal of Clinical Nutrition** [online], v.81, supl 1, p. 223S-229S, 2005. Disponível em: <http://www.biomedexperts.com/Abstract.bme/15640485/Abstract.bme>. Acesso em: 11 jul. 2017.

CHIOU, D.G. et al. Remoção da adstringência de caqui ‘Giombo’ em função da concentração de etanol, tempo de exposição e temperaturas de destanização. In: WORKSHOP INTERNACIONAL DE PÓS-COLHEITA DE FRUTAS, 2., 2007, Campinas, SP. **Anais...** Campinas, SP, 2007.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/FAEPE, 2005. 320. p.

CUTILLAS-SUTURRALDE, A.; ZARRA, I.; LORENCES, E. P. Metabolismo f 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.

EDAGI, F.K.; KLUGE, R.A. Remoção de adstringência de caqui: um enfoque bioquímico, fisiológico e tecnológico. **Ciência Rural**, v.39, n.2, p. 585 – 584, 2009.

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

FAO. 2015. Disponível em <<http://www.fao.org/inicio.htm>> Acesso em: 11 jul. 2017.

FENEMMA, O.R.; DAMODARAN, S.; PARKIN, K.L., 2010. **Química de alimentos de Fenemma**, quarta ed. ArtMed, Rio Grande do Sul.

FILHO, W.P.C. et al. Mercado de caqui: variedades, estacionalidade e preços. **Informações Econômicas**, v.33, n.10, p. 81–87, 2003.

FIORAVANÇO, J. C.; PAIVA, M. C. Cultura do caquizeiro no Brasil e no Rio Grande do Sul: situação, potencialidade e entraves para o seu desenvolvimento. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 37, n. 4, p. 43-51, 2007.

GORINSTEIN. S.; KULASEK, G. W.; BARTNIKOWSKA, E.; LEONTOWICZ, M.; ZEMSER, M.; MORAWIEC, M.; TRAKHTENBERG, S. The effects of diets, supplemented with either whole persimmon or phenol-free persimmon, on rats fed cholesterol. **Food Chemistry**, London, v. 70, p. 303-308, 2000.

HASSANPOUR, S., MAHERI-SIS, N., ESHRATKHAH, B., MEHMANDAR, F.B., 2011. **Plants and secondary metabolites (Tannins): A review**. Int. J. Forest, Soil and Erosion 1, 47-53.

HEIL, M.; BAUMANN, B.; ANDARY, C.; LINSENMAIR, K. E; MCKEY, D. Extraction and quantification of “condensed tannins” as a measure of plant anti-herbivore defence? Revisiting an old problem. **Naturwissenschaften**. v.89. p. 519-524, 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE, 2015. **Sidra: Produção Agrícola Municipal (PAM)**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 11 jul. 2017

INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS – IBRAF, 2013. **Bancos de dados sobre fruticultura**. Disponível em: <<http://www.ibraf.org.br>>. Acesso em: 11 jul. 2016.

ITAMURA, H.; FUKUSHIMA, T., 1989. **Effects of several treatments on the behavior of tannin in Japanese persimmon fruits**. Bull. Yamagata Univ. Agric. Sci. 10, 917-922.

ITO, S., 1971. **The persimmon**, in: Hulme, A.C. (Ed.), The biochemistry of fruits and their products, segunda ed. Academic, Londres, pp. 281-301.

ITTAH, Y. Sugar content changes in persimmon fruits (*Diospyros kaki* L.) during artificial ripening with CO<sub>2</sub>: a possible connection to destringency mechanisms. **Food Chemistry**, v.48, n.1, p.25-29, 1993.

KADER, A. A. Biochemical and physiological basis for effects of controlled and modified atmosphere on fruits and vegetables. **Food Technology**, Chicago, v. 40, n. 5, p. 99- 103, 1989.

KADER, A.A. 2002. Postharvest Technology of Horticultural Crops. Ed. Kader, A.A. 2<sup>nd</sup> ed. **Division of Agriculture and Natural Resources**. University of California. 535 pp.

KATO, K., 1984. Astringency removal and ripening as related to ethanol concentration in persimmon fruits. *J. JPN Soc. Hortic. Sci.* 53, 278-289.

KAYS, S.J. **Postharvest physiology of perishable plant products**. New York: Van Nostrand Reinhold,. 532 p. 1991.

KHANBABAEE, K., REE, T.V., 2001. **Tannins: classification and definition**. *Nat. Prod. Rep.* 18, 641-649.

LEKHA, P. K.; LONSANE, B. K. Production and application of Tannic Acyl Hydrolase: State of the art. **Advances in Applied Microbiology**, v. 44, 1997.

MAIA, F.A. et al. Análise da firmeza e índice de podridão em caquis cv. 'Rama-Forte' em diferentes épocas de colheita destanzados com dióxido de carbono. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA USP, 14., 2006, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba, SP, 2006.

MANACH, C.; SCALBERT, A.; MORAND, C.; RÉMÉSY, C.; JIMÉNEZ, L. Polyphenols : food sources and bioavailability. **American Journal of Clinical and Nutrition**, Bethesda, v. 79, p. 727-747, 2004.

MELLO, J. C.P.; SANTOS, S. C. Taninos. In: SIMÕES, C.M.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C.P.; MENTZ, L.A.; PETROVICK, P.R. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 3 ed. Porto Alegre: Ed.UFGRS/Ed.UFSC, 2001. cap. 24, p.517-543.

MONTEIRO, M. F. Técnicas de remoção da adstringência e refrigeração em caqui 'Giombo'. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2011.

MUÑOZ, V.R.S., 2002. **Destanização do caqui (*Diospyros kaki* L.) 'Rama Forte'**, Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

NAKAMURA, Y.; TSUJI, S.; TONOGAI, Y. Method for analysis of tannic acid and its metabolites in biological samples: Application to tannic acid metabolism in the rat. **Journal of Agricultural and Food Chemistry** [online], v.51, n.1, p.331-339, 2003. Disponível em: <http://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/jf020847%2B> Acesso em 2 set. 2017.

NISSAN, R. J; NAMBOUR, O. History, origin and classification of persimmon cultivars in Australia and Vietnam. **Persimmon Press**, Australia, v. 52, p. 12-15, 2011.

OSHIDA, M., YONEMORI, K., SUGIURA, A., 1996. On the nature of coagulated tannins in astringent-type persimmon fruit after an artificial treatment of astringency removal. **Postharvest Biol. Tech.** 8, 317-327.

PARK, K. J. et al. Estudo da secagem de caqui 'Giombo' com encolhimento e sem encolhimento. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 6, n.1, p. 71 – 86, 2004.

PERREIRA, F. M.; KAVATE, R. Contribuição da pesquisa científica brasileira no desenvolvimento de algumas frutíferas de clima subtropical. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n.1 – Edição especial, p. 92-108, 2011.

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

PESIS, E., BEN-ARIE, R. Involvement of acetaldehyde and ethanol accumulation during induced deastringency of persimmon fruits. **J. Food Sci.** 49, 896-899, 1984.

PESIS, E. et al. Deastringency of persimmon Fruits by creating a modified atmosphere in polyethylene bags. **Journal of Food Science**, v.51, n.4, p.1014-1017, 1986.

PIO, R. **Cultivo de fruteiras de clima temperado em regiões subtropicais e tropicais**. 1, ed. Lavras: MG, 2014. 652-655 p

PUPIN, F. et al. Análise da perda de massa e índice de adstringência em caquis ‘Rama-Forte’ em diferentes épocas de colheita destanzados com dióxido de carbono. In: **Simpósio Internacional de Iniciação Científica da USP**, 14., 2006, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba, SP, 2006.

SANTOS, A.C.B.; ASSIS, J.S.; SILVA, S.A.B.; LOPES, P.R.C. Destanização de caquis “Giombo” e “Rama Forte” por exposição a vapores de álcool etílico, 2013.

SATO, G, S.; ASSUMPCÃO, R. Mapeamento e análise de produção do caqui no Estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 32, n. 6, p. 47-54, 2002.

SILVA, M. C. et al. Qualidade pós colheita de caqui ‘Fuyu’ com utilização de diferentes concentrações de cobertura comestível. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 1, p. 144-151, fev. 2011.

TAYLOR, J.E., 1993. **Exotics**, in: Seymour, G.B.; Taylor, J.E.; Tucker, G.A. Biochemistry of fruit ripening. Chapman & Hall, London. pp. 151-186.

TERRA, F.A.M. et al. Destanização de caquis cv. Giombo em diferentes temperaturas e tempos de exposição. In: SIICUSP – SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA USP, 14., 2006, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba, SP, 2006.

TESSMER, M. A. Estudos anatômicos e fisiológicos de frutos de caquizeiro (*Diospyros kaki* L) quanto ao acúmulo de taninos e as processos de destanização. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura ‘Luiz de Queiroz’. Piracicaba, 2014.



VÁSQUEZ-GUTIÉRREZ, J.L., QUILES, A., HERNANDO, I., PÉREZ-MUNUERA, I., 2011. **Changes in the microstructure and location of some bioactive compounds in persimmons treated by high hydrostatic pressure.** *Postharvest Biol. Tech.* 61, 137–144.

VIEITES, R.L., PICANÇO, N.F.M.; DAIUTO, É.R., 2012. **Radiação gama na conservação de caqui ‘Giombo’, destanizado e frigoarmazenado.** *Rev. Bras. Frutic.* 34, 719-726.

VITTI, D.C.C. et al. Efeito da época de colheita e de agentes destanizadores sobre a quantidade de acetaldeído e etanol em caquis ‘Rama-Forte’. In: WORKSHOP INTERNACIONAL DE PÓS-COLHEITA DE FRUTAS, 2., 2007, Campinas, SP. **Anais...** Campinas, SP, 2007.

ZHANG, T., LI, G., MO, H., ZHI, C., 2011. **Persimmon tannin composition and function.** In: *Internacional Conference on Agricultural and Biochemistry Engineering*, pp. 389-392.

YANG, Y.; RUAN, X.; WANG, R.; LI, G. Morphological characteristics under optical microscope of tannin cells in persimmon fruit. **Acta Horticulturae**, Jinju, n. 685, p. 135-141, 2005.

YONEMORI, K; OSHIDA, M; SUGIURA, A. Fine structure of tannin cells in fruit and callus tissues of persimmon. **Acta Horticulturae**, Chang Mai, n. 436, p. 403-416, 1997.

## CAPÍTULO I

### DOSES E TEMPOS DE EXPOSIÇÃO AO VAPOR DE ETANOL EFICIENTES NA REMOÇÃO DA ADSTRINGÊNCIA DE CAQUIS ‘RAMA FORTE’ E ‘GIOMBO’

#### 1.1 RESUMO

O caqui é uma espécie frutífera de grande expressão econômica para o Brasil, sendo exportado para diversos países. A produção de caqui no Vale do São Francisco é recente, sendo necessários vários estudos para garantir a alta qualidade dos frutos ofertados no mercado, entre eles, a definição de métodos eficientes para a remoção da adstringência. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi identificar a combinação entre dose e tempo de tratamento com vapor de etanol mais eficiente na remoção da adstringência de caquis ‘Rama Forte’ e ‘Giombo’ produzidos no Vale do São Francisco. Caquis ‘Rama Forte’ e ‘Giombo’ foram colhidos na maturação fisiológica e submetidos a quatro doses de etanol (0; 2,5; 5,0 e 10,0 ml.kg<sup>-1</sup> de fruto) e três tempos de exposição (12, 24 e 48 horas), no delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4x3 (dose x tempo). Frutos da cultivar Rama Forte e Giombo expostos as doses de etanol mostraram-se medianamente e ligeiramente taninosos, respectivamente, com redução significativa nos valores de acidez titulável, teor de sólidos solúveis e um leve aumento do pH. O aumento das doses e tempo de exposição ao etanol promoveu a redução da firmeza de polpa da cultivar Giombo; contudo, para a cultivar Rama Forte, as doses e os tempos de exposição ao etanol não promoveram redução significativa na firmeza de polpa. Houve um aumento gradual da relação SS/AT à medida que se aumentou a dose e o tempo de exposição ao etanol na cultivar ‘Rama Forte’; já a cultivar ‘Giombo’ essa variável teve resposta contrária, ou seja, redução no valor da relação SS/AT com o aumento da dose e tempo de exposição ao etanol. Observou-se o aumento da taxa respiratória em resposta à exposição dos frutos de caqui ‘Rama Forte’ e ‘Giombo’ às doses e tempos de exposição ao etanol. Com relação aos taninos, percebeu-se que os tratamentos utilizados foram eficazes na redução dos taninos dímeros, oligoméricos, poliméricos e totais. De acordo com os resultados obtidos, recomenda-se o uso de 10 ml.kg<sup>-1</sup> de fruto de etanol por 48 horas para remoção da adstringência de caquis ‘Rama Forte’ e ‘Giombo’ produzidos no Vale do São Francisco.

**Palavras-chave:** *Diospyros kaki* L; álcool etílico; destanização.

## 1.2 ABSTRACT

The persimmon is a fruitful species of great economic expression in Brazil, being exported to several countries. The production of persimmon in the São Francisco Valley is recent and several studies are required to ensure the high quality of the fruits offered in the market, including the definition of efficient methods for the removal of astringency. In this way, the objective of this work was to identify the combination between dose and time of treatment with ethanol vapor more efficient in the removal of the astringency of 'Rama Forte' and 'Giombo' persimmons produced in the São Francisco Valley. 'Rama Forte' and 'Giombo' persimmons were harvested at physiological maturity and submitted to four ethanol doses (0, 2.5, 5.0 and 10.0 ml.kg<sup>-1</sup> of fruit) and three exposure times (12, 24 and 48 hours), in a completely randomized design, in a factorial 4x3 (dose x storage) design. Fruits of the cultivar Rama Forte and Giombo exposed to the doses of ethanol showed to be medium and slightly tannin, respectively, with a significant reduction in titratable acidity, soluble solids content and a slight increase in pH. The increase of the doses and time of exposure to ethanol promoted the reduction of pulp firmness of 'Giombo' fruit; however, for the 'Rama Forte' fruit, the doses and times of exposure to ethanol did not promote a significant reduction in pulp firmness. There was a gradual increase in the SS/AT ratio as the dose and time of exposure to ethanol in the 'Rama Forte' fruit increased. However 'Giombo' fruit showed opposite response, that is, a reduction in the SS/AT ratio with increasing dose and time of exposure to ethanol. Increase in respiration rate was observed in response to the exposure of 'Rama Forte' and 'Giombo' persimmon fruits to ethanol. All treatments used were effective in reducing dimeric, oligomeric, polymeric and total tannin content. According to the results, ethanol treatment at 10 ml.kg<sup>-1</sup> for 48 hours was efficient to remove the astringency of 'Rama Forte' and 'Giombo' persimmons produced in the São Francisco Valley, Brazil.

**Keywords:** *Diospyros kaki* L; ethyl alcohol; destanização.

### 1.3 INTRODUÇÃO

O Brasil ocupa a posição de quarto maior produtor mundial de caquis, com produção de 192.000 toneladas em uma área plantada de 8.600 hectares (IBGE, 2015). No estado da Bahia, a produção de caqui foi de 111 toneladas, contribuindo com 0,05% da produção nacional (IBGE, 2015). Dentre as cultivares mais produzidas pode-se citar a ‘Rama Forte’ e ‘Giombo’, que pertencem ao grupo que possuem a polpa clara quando sem sementes (não polinizados) e, escura, quando com semente (polinizado) (PV) e adstringentes (A). Logo, é necessário realizar tratamento de remoção da adstringência nos frutos antes de seu consumo.

A adstringência é uma sensação gustativa provocada pelos taninos presentes em alguns alimentos (BESADA et al., 2013). Os taninos são definidos funcionalmente como compostos fenólicos que apresentam habilidade de formar complexos insolúveis com proteínas da mucosa bucal causando a sensação de adstringência (MELLO; SANTOS, 2001; ITTAH, 1993). São classificados em dois grupos: a) Taninos Hidrolisáveis, que são poliésteres de glicose com ácido gálico, de ácidos hexa-hidroxifenil (galotaninos e elagitaninos) (KHANBABAEE E REE, 2001) e b) Taninos Condensados, são polímeros de flavan-3-ol (catequina) e/ou flavan-3,4-diol (leucoantocianinas), produtos do metabolismo do fenilpropanol (HEIL et al., 2002).

A remoção artificial da adstringência deve-se à coagulação, condensação ou polimerização das moléculas de taninos presentes no fruto, tornando-as insolúveis e incapazes de formarem complexos com outras substâncias (AWAD, 1993). A polimerização das moléculas de taninos deve-se a reações dessas com etanol e acetaldeído, que são produzidos por indução da respiração anaeróbica, por meio da aplicação de etanol ou altas concentrações de CO<sub>2</sub> (TESSMER, 2014).

No Brasil, a solução mais econômica e eficiente para a destanização de caquis tem sido a aplicação de vapores de etanol. Embora seja um tratamento bastante eficiente, ele pode provocar consequências indesejáveis, tais como, redução da firmeza da polpa (EDAGI et al., 2009) e alteração do sabor e do aroma dos frutos (PESIS, 2005). Além disso, alguns fatores podem influenciar o processo de destanização como o estágio de maturação, dose do agente destanizador, tempo de exposição e temperatura.

Em estudos realizados com caqui ‘Giombo’ cultivado na região de Mogi das Cruzes (SP), mostraram que frutos expostos a 1,75 ml.kg<sup>-1</sup> de etanol por um período de 12 horas apresentaram remoção total da adstringência (MONTEIRO, 2011). E caqui ‘Rama Forte’

cultivado na região de Guararema (SP), quando expostos a  $1,7 \text{ mL.kg}^{-1}$  de etanol por 12 horas perdem a adstringência e mantêm-se firmes por um período de oito dias à  $25^{\circ}\text{C}$  e 90 % UR (MUÑOZ, 2002).

Contudo, na região do Vale do São Francisco ainda são poucos os estudos sobre destanização com etanol, com isso, o objetivo deste trabalho foi identificar a combinação entre dose e tempo de tratamento com vapor de etanol mais eficiente na remoção da adstringência de caquis ‘Rama Forte’ e ‘Giombo’ produzidos no Vale do São Francisco.

#### 1.4 MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados caquis das cultivares Rama Forte e Giombo adquiridos no campo experimental de Bebedouro da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA Semiárido, localizada na cidade de Petrolina (PE), cujas coordenadas geográficas são: latitude  $09^{\circ}09'S$ , longitude  $40^{\circ}22'W$ . A precipitação pluviométrica média anual é de 500 mm, concentrada no período de janeiro a março. A temperatura média mensal é de  $25,9^{\circ}\text{C}$ , umidade relativa média anual de 66%, insolação média de  $2.800 \text{ horas.ano}^{-1}$ , com evaporação em torno de  $2.000 \text{ mm.ano}^{-1}$  (EMBRAPA, 2012).

Os frutos utilizados foram colhidos manualmente no estágio de maturação considerado como maduro e classificados como pertencentes ao Grupo 3, variável, Subgrupo 2, amarelo-alaranjado e Classe 6, frutos com diâmetro equatorial entre 60 mm e 70 mm (PROGRAMA BRASILEIRO PARA A MODERNIZAÇÃO DA HORTICULTURA, 2000). Após a colheita, os frutos foram acondicionados em caixas plásticas com proteção, visando evitar possíveis danos mecânicos. Em seguida, foram transportados até o Laboratório Fisiologia e Pós-Colheita da Embrapa Semiárido, e submetidos a uma seleção, visando à padronização quanto ao tamanho, formato, ausência de danos mecânicos. Aqueles selecionados foram higienizados com hipoclorito de sódio a 1% por 20 minutos.

Os tratamentos utilizados foram: quatro doses de etanol (0; 2,5; 5,0 e  $10,0 \text{ mL.kg}^{-1}$  de fruto) e três tempos de exposição (12, 24 e 48 horas).

Para aplicação de etanol (100%), foram colocadas placas de Petri na parte inferior dos dessecadores de vidro, de forma a evitar o contato direto com os frutos. Em seguida, os dessecadores foram fechados hermeticamente para promover a mistura gasosa e mantidos a  $22 \pm 1^{\circ}\text{C}$  durante os tratamentos. Os frutos sem etanol também foram fechados hermeticamente nos dessecadores pelos respectivos tempos de tratamento.



**Figura 1:** Frutos de caqui ‘Giombo’ durante o tratamento com vapor de etanol para a remoção de adstringência.

Após cada tratamento, os frutos foram retirados dos recipientes e mantidos a  $22\pm 1^{\circ}\text{C}$ . As análises físico-químicas e de índice de adstringência dos frutos foram realizadas imediatamente após a colheita (caracterização) e ao final de cada tratamento. Porções de 30g foram congeladas para a quantificação de taninos solúveis e totais.

Os tratamentos foram arranjados em esquema fatorial (4 doses de etanol e 3 tempos de exposição) no delineamento inteiramente casualizado, com 12 tratamentos, 4 repetições, tendo 10 frutos por repetição para cada cultivar.

Os seguintes parâmetros foram analisados:

**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 ( $\text{FeCl}_3$ ) 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).

**Cor da casca:** foi analisada com o auxílio de um colorímetro modelo CR-400 (Konica Minolta, Tóquio, Japão). A cor da casca foi medida na região basal do fruto, sendo expressos os valores de  $L^* C^* h$ , conforme a CIE (*Commission Internationale de Eclairage*), onde  $L^*$  expressa valores de luminosidade (0 = preto e 100 = branco),  $C^*$  expressa as coordenadas de croma (pureza ou intensidade da cor) e  $h$  o ângulo de hue (tonalidade, cor propriamente dita).

**Firmeza de polpa:** Foi determinada utilizando-se texturômetro digital Extralab, modelo TA.XT.Plus (Extralab®, São Paulo, Brasil), com ponteira de 8 mm. Foram realizadas duas leituras em lados opostos, na região equatorial do fruto, onde, previamente se retirou uma pequena porção da epiderme.

**Teor de Sólidos Solúveis (SS):** foi determinado a partir de uma gota do suco de caqui sobre o prisma de um refratômetro digital portátil PAL-1 (Atago, São Paulo, Brasil).

**Acidez Titulável (AT):** foi determinada por diluição de 5 ml de suco em 50 ml de água destilada, titulando-se com solução de NaOH 0,1N até pH 8,1, em titulador Titrino Plus (Metrohm, São Paulo, Brasil). Os resultados foram expressos em porcentagem de ácido málico.

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

**Taxa Respiratória:** foi determinada medindo a concentração de  $CO_2$  em uma atmosfera gerada por frutos que permaneceram em potes hermeticamente fechados por um período de 2 horas. As concentrações de  $CO_2$  foram medidas com auxílio de um analisador de gases modelo PA 7.0 (Witt, Alcochete, Portugal). Os valores de taxa respiratória foram expressos em  $mol. kg^{-1} h^{-1}$  de  $CO_2$ .

**Taninos:** foram determinados após fracionamento, de acordo com a metodologia descrita por Reicher et. al. (1981). Para cada fração, pesou-se 1,0 g de polpa, e adicionou-se 50 ml da substância extratora: metanol absoluto, metanol 50% e água, para extração de 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. Alíquotas de 0,4 a 1,5 ml, dependendo do tratamento, foram utilizadas para o doseamento. As leituras foram feitas em espectrofotômetro UV-Vis, a 720 nm. Os valores de taninos foram expressos em g/100g.

**Análise Sensorial:** os frutos foram avaliados por meio de teste de aceitação utilizando 50 potenciais consumidores, entre 18 e 60 anos, de ambos os sexos. As amostras foram obtidas a partir de 20 frutos por tratamento, os quais foram partidos (pedaço de 4x2 cm) e homogeneizados adequadamente. As amostras foram servidas, a temperatura ambiente, em copos plásticos identificados usando códigos de 3 dígitos. Para evitar interferência entre as amostras foram fornecidos água e biscoito água e sal para eliminar a sensação de adstringência. 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), o quanto gostou ou desgostou do sabor e a intensidade de doçura, acidez e adstringência das amostras provadas. A aceitação dos parâmetros foi avaliada empregando a escala hedônica verbal estruturada de nove pontos (1 – desgostei muitíssimo; 2 – desgostei muito; 3 – desgostei regularmente; 4 – desgostei ligeiramente; 5 – indiferente; 6 – gostei ligeiramente; 7 – gostei regularmente; 8 – gostei muito e 9 – gostei muitíssimo) e a escala hedônica verbal não estruturada com dois pontos (pouco intensa e muito intensa), respectivamente. A ordem de apresentação das amostras para os provadores seguiu o delineamento em blocos completo balanceado. O teste de aceitação foi realizado no Laboratório de Análise Sensorial da Embrapa Semiárido, Petrolina - PE.

Essa pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa /UNIVASF, registro nº 85018717.6.0000.5196, atendendo às Resoluções nº 466/2012 e 510/2016.

Os resultados obtidos nas avaliações foram submetidos à análise de variância, e as médias relativas a uma mesma data foram comparadas pelo teste Tukey ( $P < 0,05$ ), e regressão com o auxílio do programa estatístico Assistat.



## 1.5 RESULTADOS

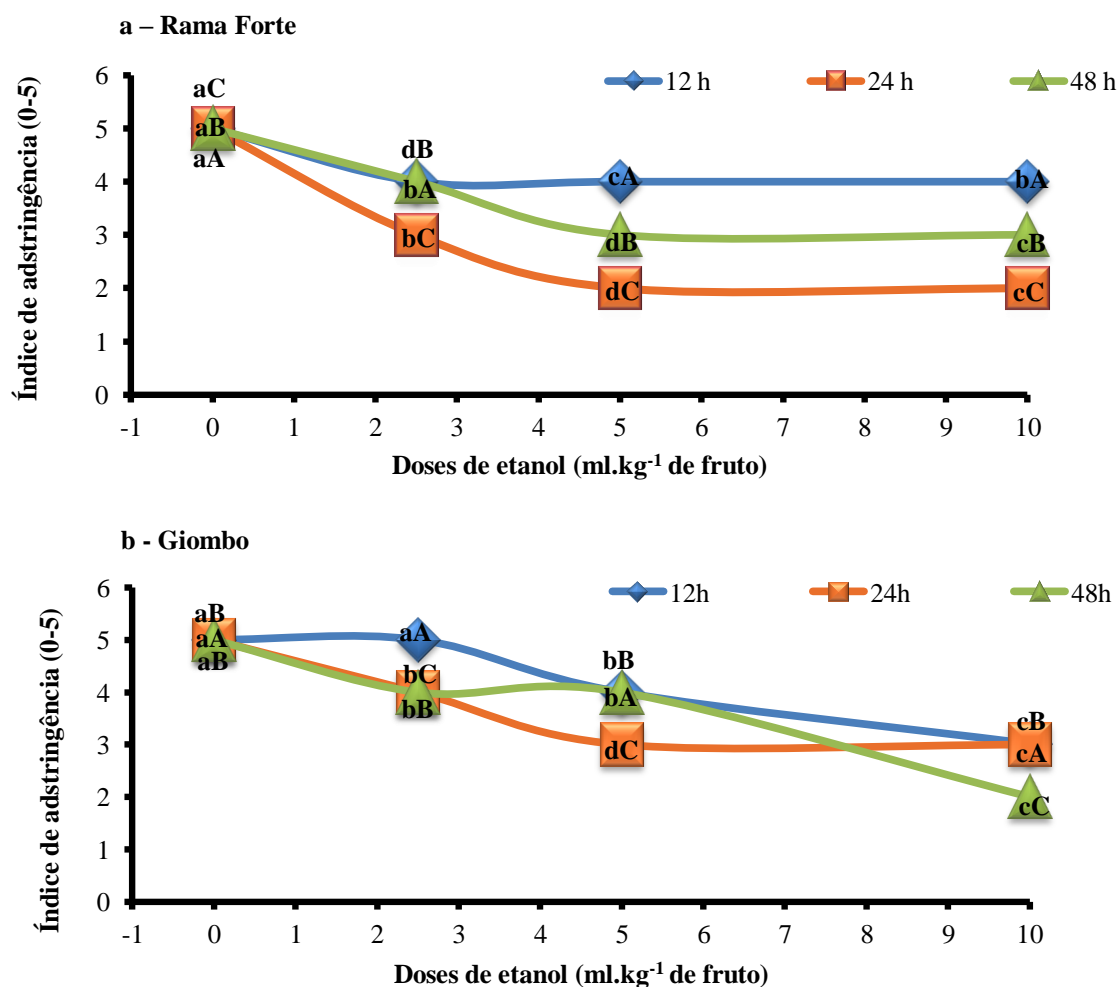
Após a colheita, os frutos de caqui ‘Rama Forte’ e ‘Giombo’ apresentavam as seguintes características, como mostra a Tabela 1.

**Tabela 1:** Índice de adstringência, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), potencial hidrogeniônico (pH), firmeza de polpa, relação SS/AT, taxa respiratória, cor da casca (L\*, C\*, h), taninos dímeros, oligoméricos, poliméricos e totais de caquis ‘Rama Forte’ e ‘Giombo’ logo após a colheita.

	Índ. de adstringência (0-5)	SS (%)	AT (% ác. málico)	pH	Firmeza de polpa (N)	Relação SS/AT	Taxa Respiratória (mol/kg/hora de CO <sub>2</sub> )
<b>Rama Forte</b>	5	23,5	0,18	5,7	64,3	134,9	12,8
<b>Giombo</b>	5	24,1	0,22	5,5	50,2	110,2	7,9
	Cor (L*)	Cor (C*)	Cor (h)	Taninos Dímeros (g/100g)	Taninos Oligoméricos (g/100g)	Taninos Poliméricos (g/100g)	Taninos Totais (g/100g)
<b>Rama Forte</b>	54,3	37,1	73,5	1,95	2,01	1,75	5,7
<b>Giombo</b>	56,4	52,2	65,7	2,42	2,78	1,86	7,0

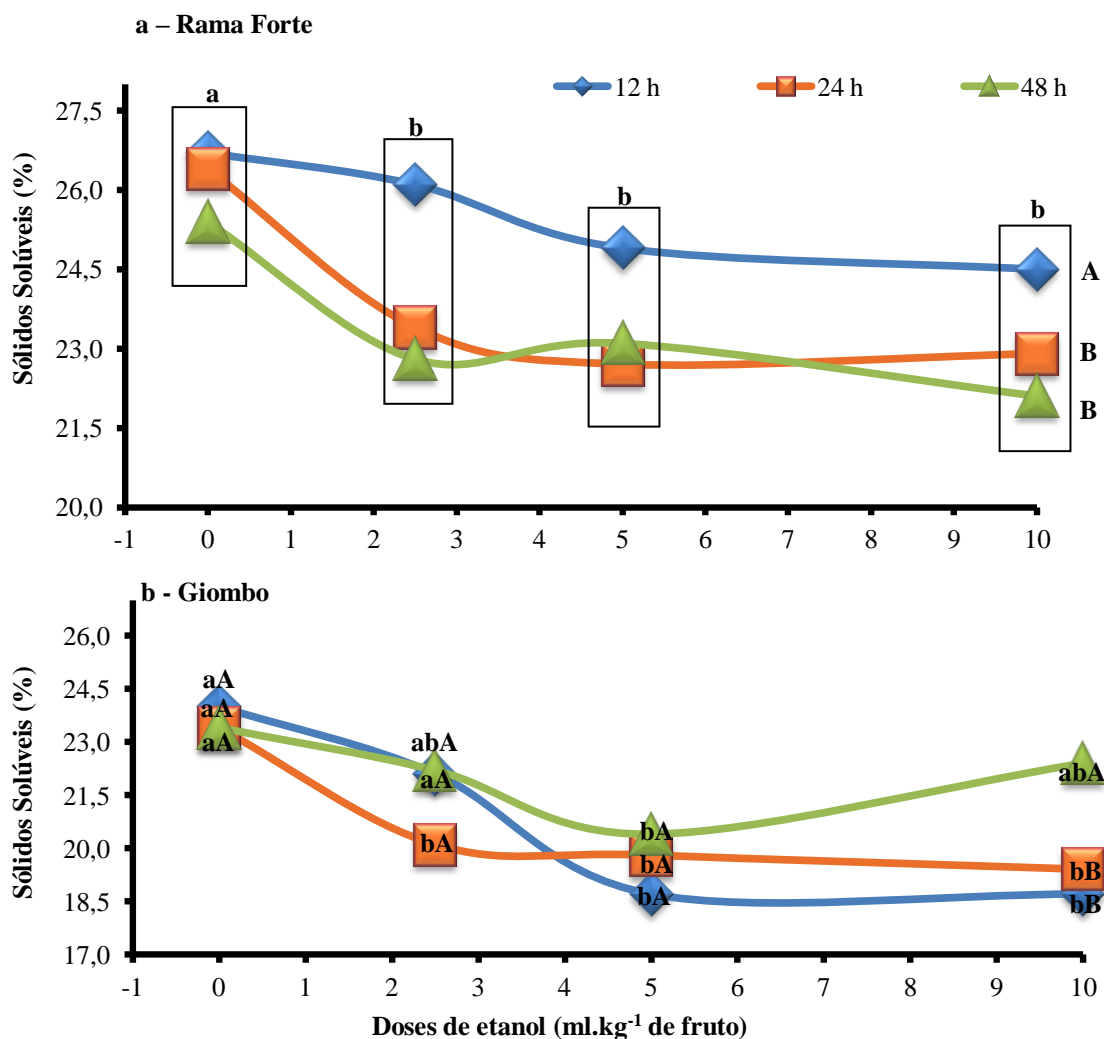
Após a aplicação dos tratamentos nos frutos de caqui ‘Rama Forte’ a análise de variância mostrou diferenças significativas para a interação entre doses e os tempos de exposição ao etanol para os seguintes parâmetros avaliados: índice de adstringência, acidez titulável, relação SS/AT, taxa respiratória, cor da casca (L\* e C\*), taninos dímeros, oligoméricos, poliméricos e totais. Já para os frutos de caqui ‘Giombo’ foi obtida interação entre doses e os tempos de exposição ao etanol para os seguintes parâmetros avaliados: índice de adstringência, sólidos solúveis, acidez titulável, relação SS/AT, taxa respiratória taninos dímeros, oligoméricos e totais.

Para o índice de adstringência pode-se observar que os frutos de caqui ‘Rama Forte’ tratados com 5,0 e 10,0 ml.kg<sup>-1</sup> de etanol durante 24hs e da cultivar Giombo tratados com 10,0 ml.kg<sup>-1</sup> de etanol durante 48hs apresentaram nota 2, ou seja, estavam ligeiramente taninosos; e ambas as cultivares quando tratadas com 0 ml.kg<sup>-1</sup> de etanol durante 12, 24 e 48hs apresentaram nota 5, ou seja, estavam muito taninosos (Figura 2).



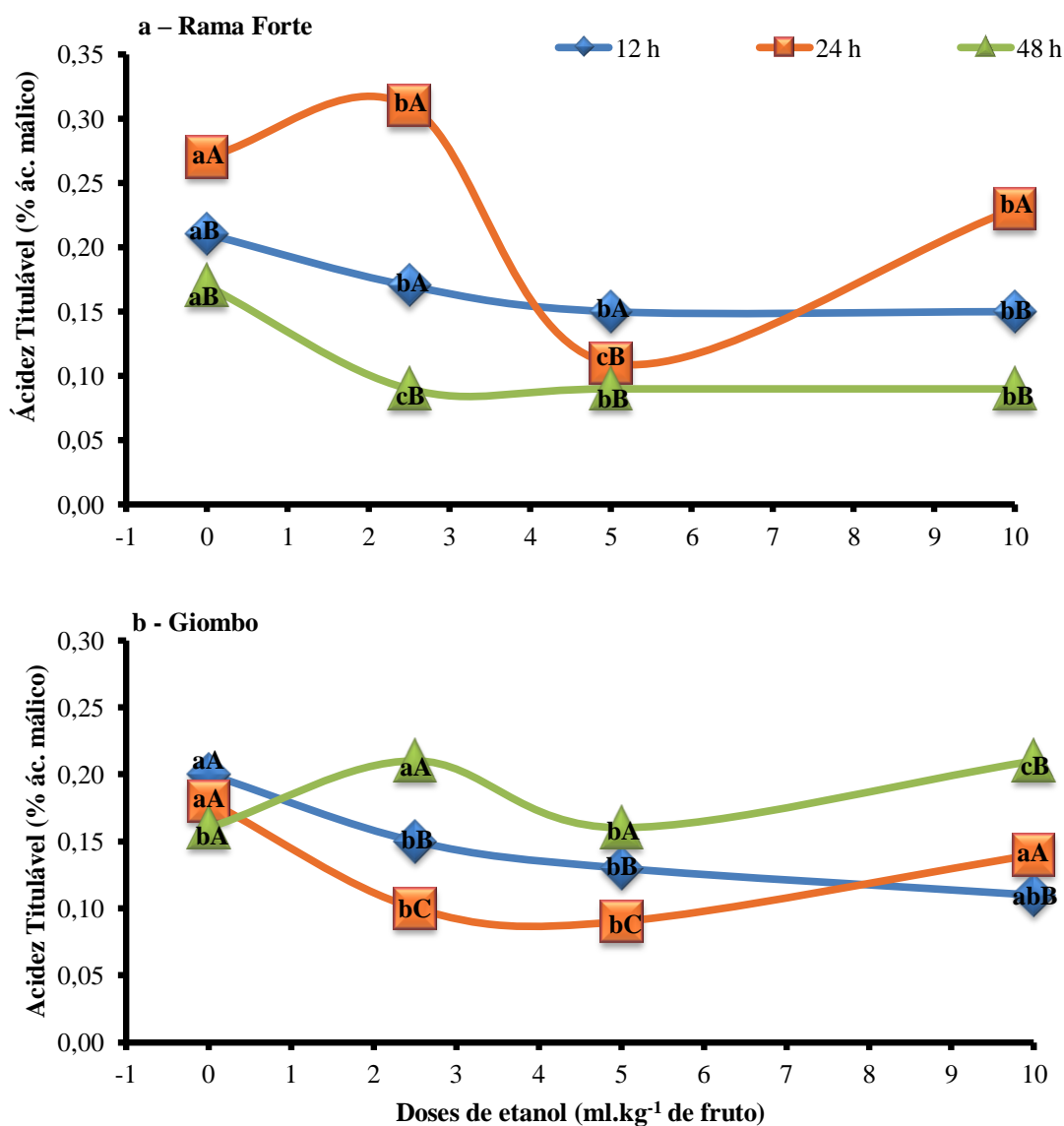
**Figura 2:** Índice de adstringência de caqui ‘Rama Forte’(a) e ‘Giombo’(b) tratados com diferentes concentrações de etanol por 12, 24, ou 48hs para remoção a adstringência.

Observou-se que as doses e os tempos de exposição ao etanol influenciaram isoladamente os teores de sólidos solúveis da cultivar Rama Forte, onde para o fator doses de etanol, os maiores valores de sólidos solúveis foram observados nos frutos que não receberam aplicação etanol e os menores valores naqueles tratados com 2,5; 5,0 e 10,0 ml.kg<sup>-1</sup> de etanol e para o fator tempo de exposição, os maiores valores de sólidos solúveis foram observados nos frutos expostos por 12 horas ao etanol e os menores valores nos frutos expostos por 24 e 48hs. Para a cultivar Giombo, os frutos tratados com 0 ml.kg<sup>-1</sup> de etanol durante 12, 24 e 48 hs apresentaram os maiores teores de sólidos solúveis, enquanto que aqueles tratados com 10,0 ml.kg<sup>-1</sup> de etanol durante 12 e 24 hs apresentaram os menores teores de sólidos solúveis (Figura 3).



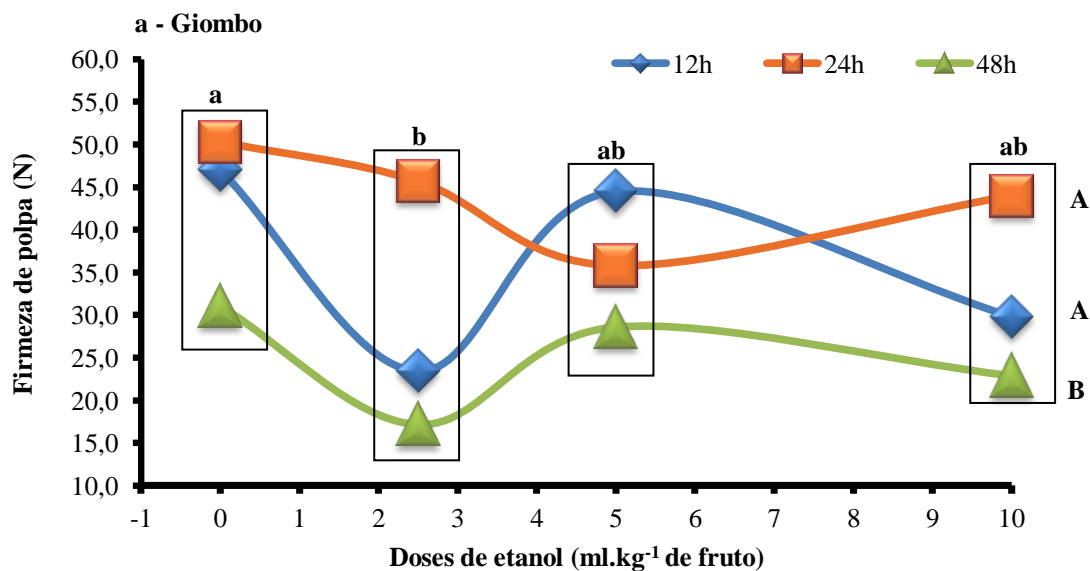
**Figura3:** Sólidos solúveis (SS) de caqui ‘Rama Forte’(a) e ‘Giombo’(b) tratados com diferentes concentrações de etanol por 12, 24, ou 48hs para remoção a adstringência.

Para a acidez titulável da cultivar Rama Forte, os menores valores foram obtidos nos frutos tratados com 2,5; 5,0 e 10,0 ml.kg<sup>-1</sup> de etanol durante 48hs, 10,0 ml.kg<sup>-1</sup> de etanol durante 12 hs e 5,0 ml.kg<sup>-1</sup> de etanol durante 24hs, e os maiores valores em frutos tratados com 2,5 ml.kg<sup>-1</sup> de etanol durante 24hs. Na cultivar Giombo os menores valores de acidez titulável foram obtidos nos frutos tratados com 2,5 e 5,0 ml.kg<sup>-1</sup> de etanol durante 24hs e os maiores valores nos frutos tratados com 0 ml.kg<sup>-1</sup> de etanol durante 12 e 24hs e 2,5 ml.kg<sup>-1</sup> de etanol durante 48hs (Figura 4).



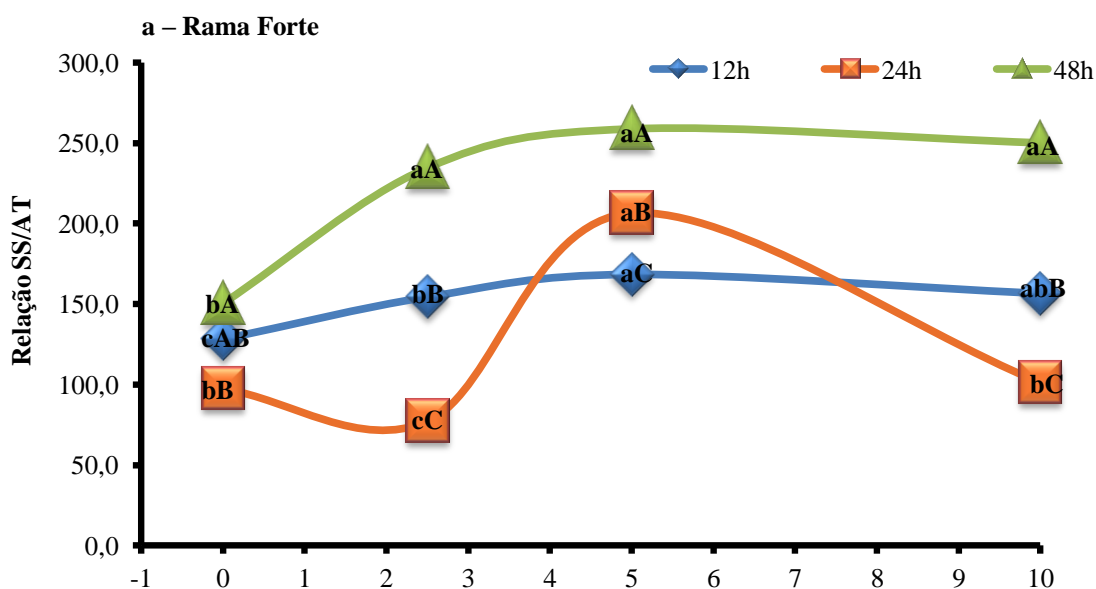
**Figura 4:** Acidez titulável (AT) de caqui ‘Rama Forte’ (a) e ‘Giombo’ (b) tratados com diferentes concentrações de etanol por 12, 24, ou 48hs para remoção a adstringência.

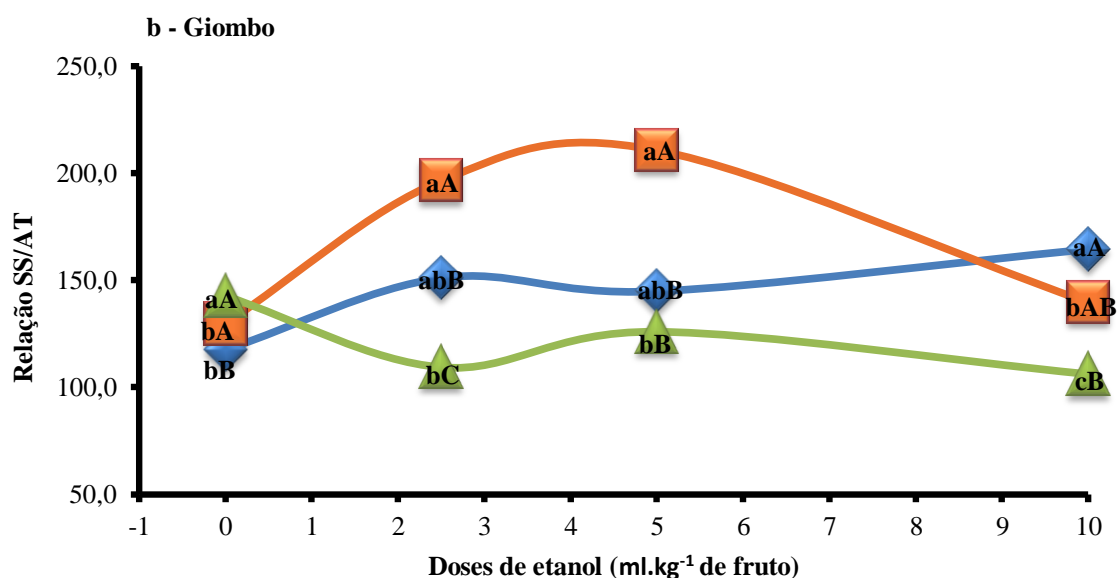
Não houve interação significativa entre doses e tempo para efeitos da firmeza de polpa da cultivar Rama Forte. Para a cultivar Giombo observou-se que as doses e os tempos de exposição ao etanol influenciaram isoladamente esta variável. Para o fator doses de etanol, os maiores valores de firmeza de polpa foram observados nos frutos que não receberam aplicação etanol e os menores valores naqueles tratados com 2,5 ml.kg<sup>-1</sup> de etanol. Para o fator tempo de exposição, os maiores valores de firmeza de polpa foram observados nos frutos expostos por 12 e 24 horas ao etanol e os menores valores nos frutos expostos por 48hs (Figura 5).



**Figura 5:** Firmeza de polpa de caqui ‘Giombo’ (a) tratado com diferentes concentrações de etanol por 12, 24, ou 48hs para remoção a adstringência.

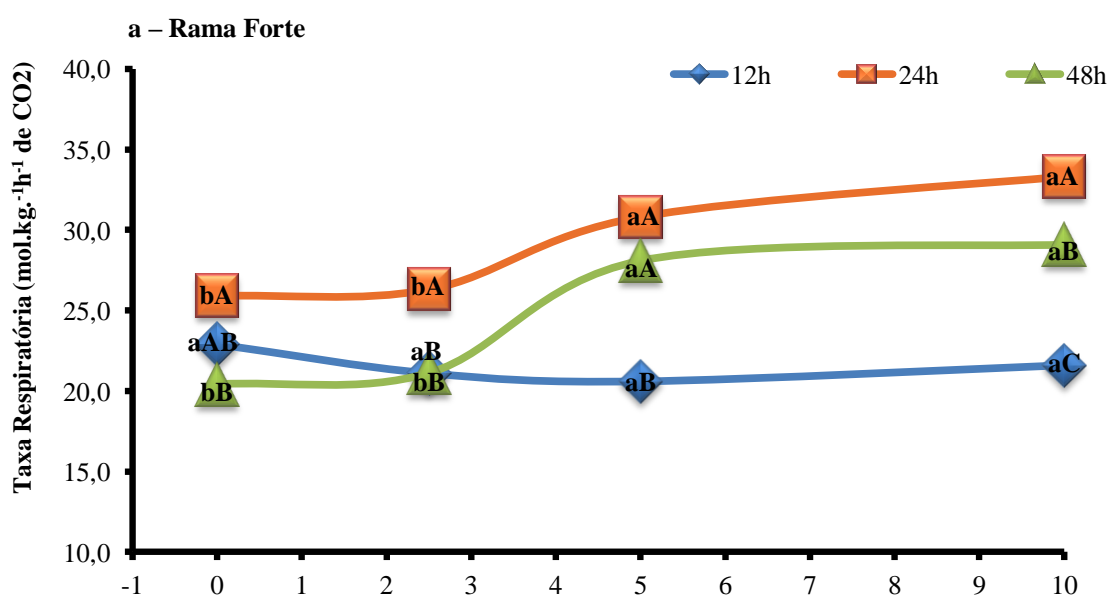
Para a relação SS/AT, a cultivar Rama Forte apresentou os maiores valores nos frutos tratados com 2,5, 5,0 e 10,0 ml.kg<sup>-1</sup> de etanol durante 48hs, e os menores valores nos frutos tratados com 2,5 ml.kg<sup>-1</sup> de etanol durante 24hs. Na cultivar Giombo observou-se que os maiores valores foram obtidos nos frutos tratados com 2,5 e 5,0 ml.kg<sup>-1</sup> de etanol durante 24hs e os frutos tratados com 10,0 ml.kg<sup>-1</sup> de etanol durante 48hs apresentaram os menores valores de relação SS/AT (Figura 6).

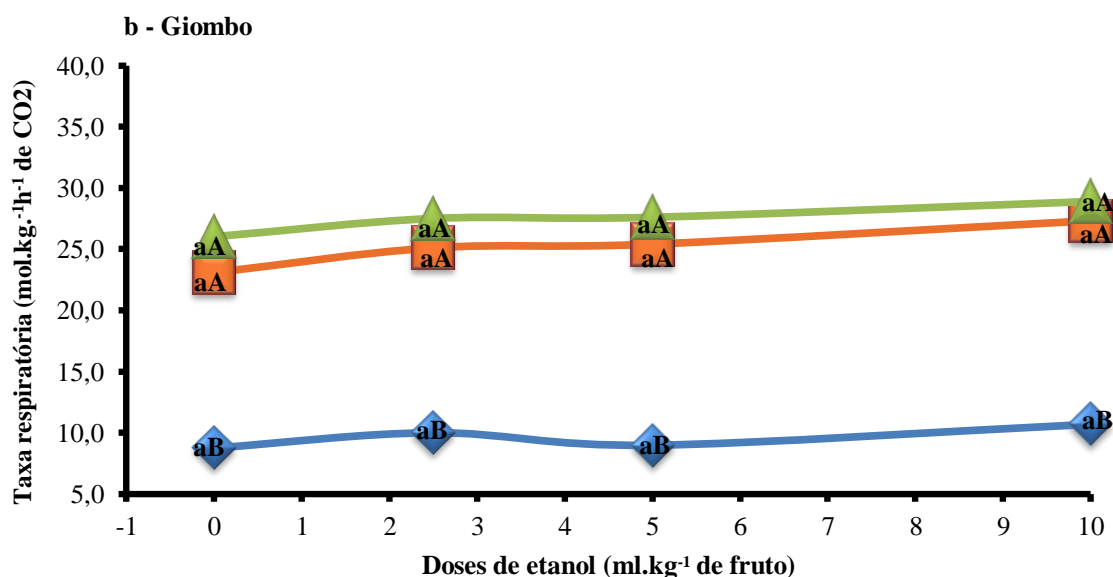




**Figura 6:** Relação SS/AT de caqui ‘Rama Forte’ (a) e ‘Giombo’ (b) tratados com diferentes concentrações de etanol por 12, 24, ou 48hs para remoção da adstringência.

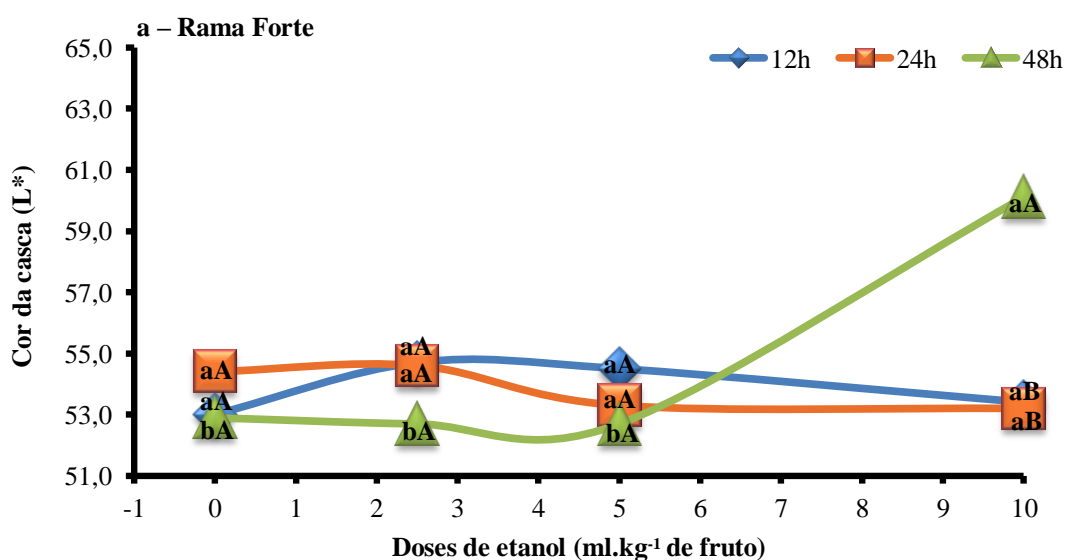
Os frutos da cultivar Rama Forte tratados com 0 e 2,5 ml.kg<sup>-1</sup> de etanol durante 48hs apresentaram os menores valores de taxa respiratória e aqueles tratados com 5,0 e 10,0 ml.kg<sup>-1</sup> de etanol durante 24hs e 5,0 ml.kg<sup>-1</sup> de etanol durante 48hs apresentaram os maiores valores de taxa respiratória. Para a cultivar Giombo, os menores valores naqueles tratados com as quatro doses de etanol durante 12 hs e os maiores valores de taxa respiratória foram obtidos nos frutos submetidos as quatro doses e etanol durante 24 e 48 hs (Figura 7).





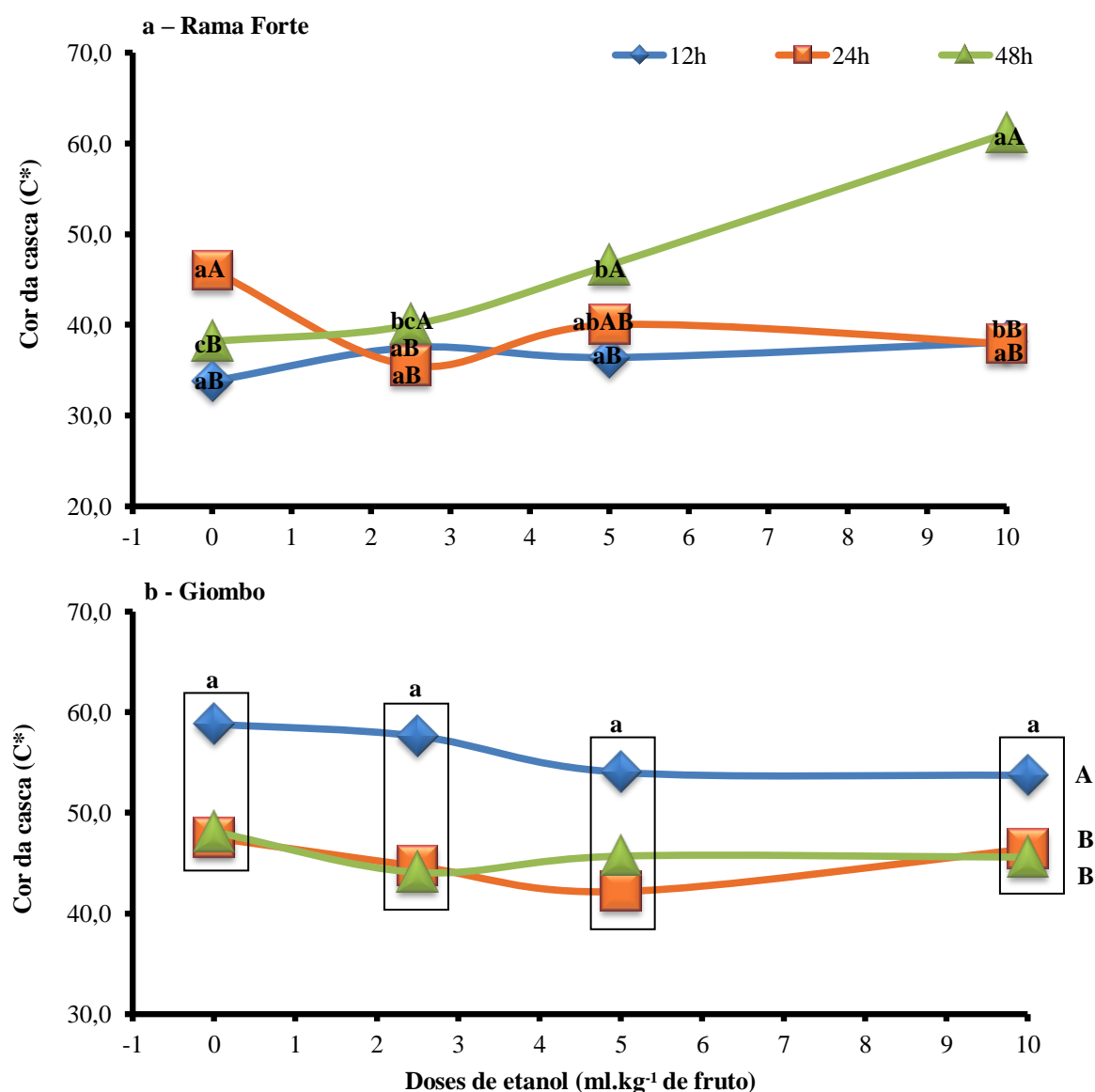
**Figura 7:** Taxa respiratória de caqui 'Rama Forte' (a) e 'Giombo' (b) tratados com diferentes concentrações de etanol por 12, 24, ou 48hs para remoção a adstringência.

Para o parâmetro cor da casca, a cultivar Rama Forte apresentou os maiores valores de luminosidade ( $L^*$ ) nos frutos tratados com 10,0 ml.kg<sup>-1</sup> de etanol durante 48hs e os menores valores nos frutos tratados com 0,0 2,5 e 5,0 ml.kg<sup>-1</sup> de etanol durante 48hs (Figura 8). Para a cultivar Giombo a luminosidade ( $L^*$ ) não foi significativa para a interação entre as doses e os tempos de exposição ao etanol e nem para os fatores isoladamente.



**Figura 8:** Cor da casca ( $L^*$ ) de caqui 'Rama Forte' (a) tratado com diferentes concentrações de etanol por 12, 24, ou 48hs para remoção a adstringência.

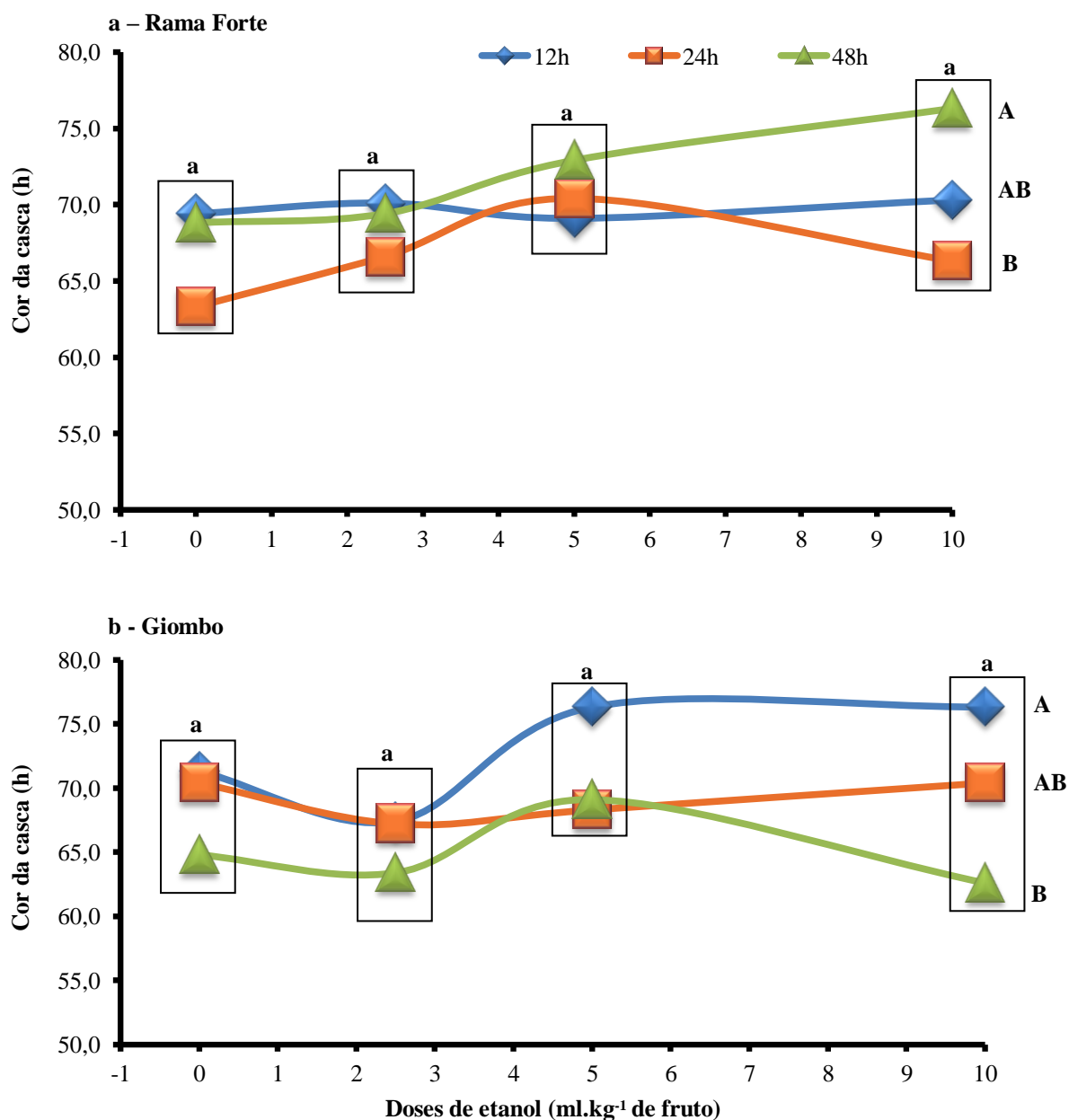
Na cromaticidade ( $C^*$ ) a cultivar Rama Forte apresentou maiores valores nos frutos tratados com  $10,0 \text{ ml.kg}^{-1}$  durante 48hs e os menores valores nos frutos tratados com 0, 2,5, 5,0 e  $10,0 \text{ ml.kg}^{-1}$  de etanol durante 12hs e 2,5  $\text{ml.kg}^{-1}$  de etanol durante 24hs. Na cultivar Giombo, a cromaticidade ( $C^*$ ) foi influenciada apenas pelos tempos de exposição ao etanol. Os maiores valores de cromaticidade ( $C^*$ ) foram observados nos frutos que foram expostos por 12hs e os menores valores nos frutos que foram expostos por 24 e 48hs (Figura 9).



**Figura 9:** Cor da casca ( $C^*$ ) de caqui ‘Rama Forte’ (a) e ‘Giombo’ (b) tratados com diferentes concentrações de etanol por 12, 24, ou 48hs para remoção a adstringência.

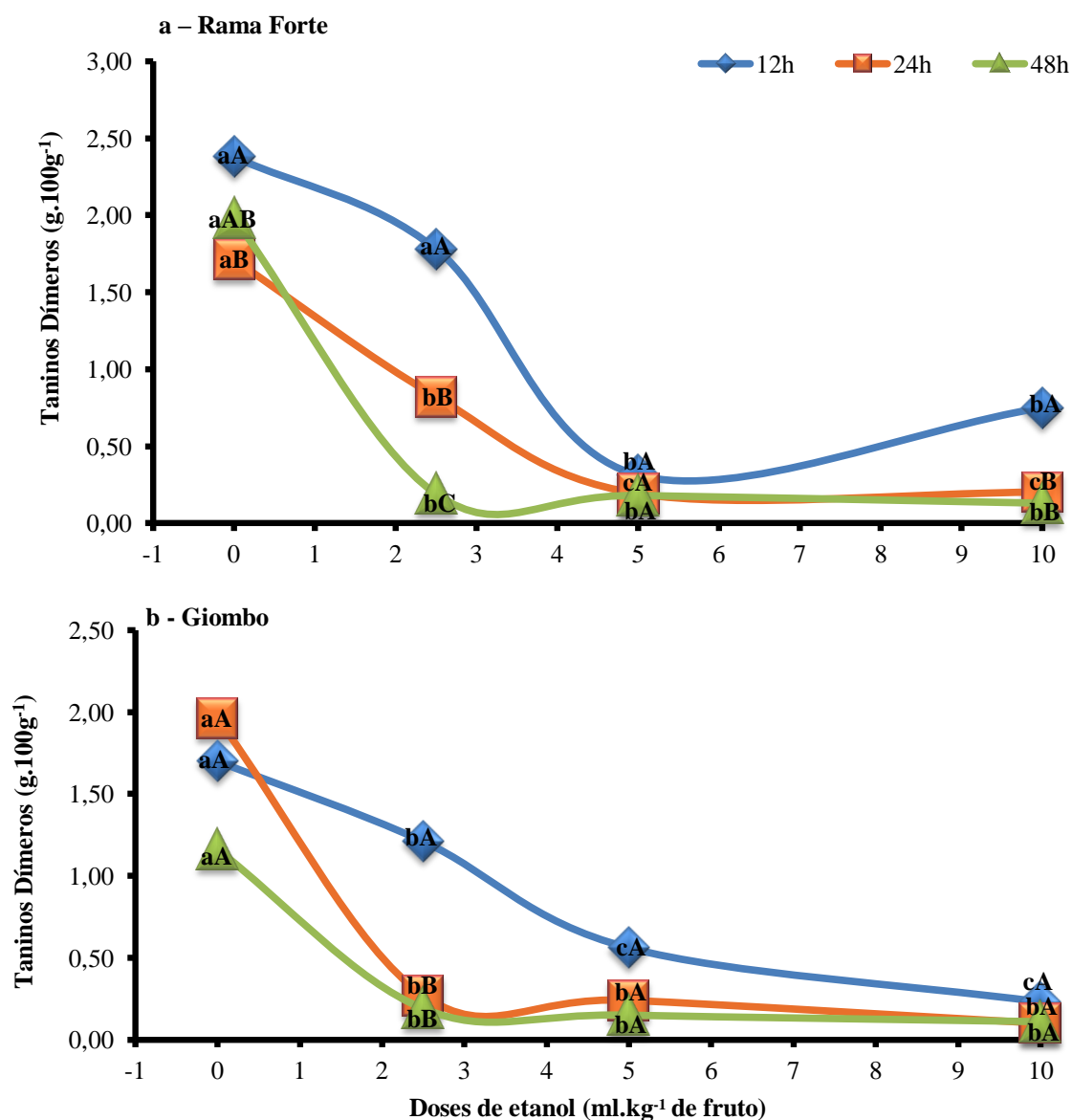


Na cultivar Rama Forte ângulo Hue (h) foi influenciado apenas pelos tempos de exposição ao etanol, onde os frutos que foram expostos por 48hs apresentaram os maiores valores e os frutos expostos por 24hs apresentaram os maiores valores de ângulo Hue. Na cultivar Giombo, o ângulo hue (h) foi influenciado apenas pelos tempos de exposição ao etanol, onde os maiores valores de ângulo Hue (h) foram obtidos nos frutos que foram expostos por 12hs e os menores valores nos frutos que foram expostos por 48hs (Figura 10).



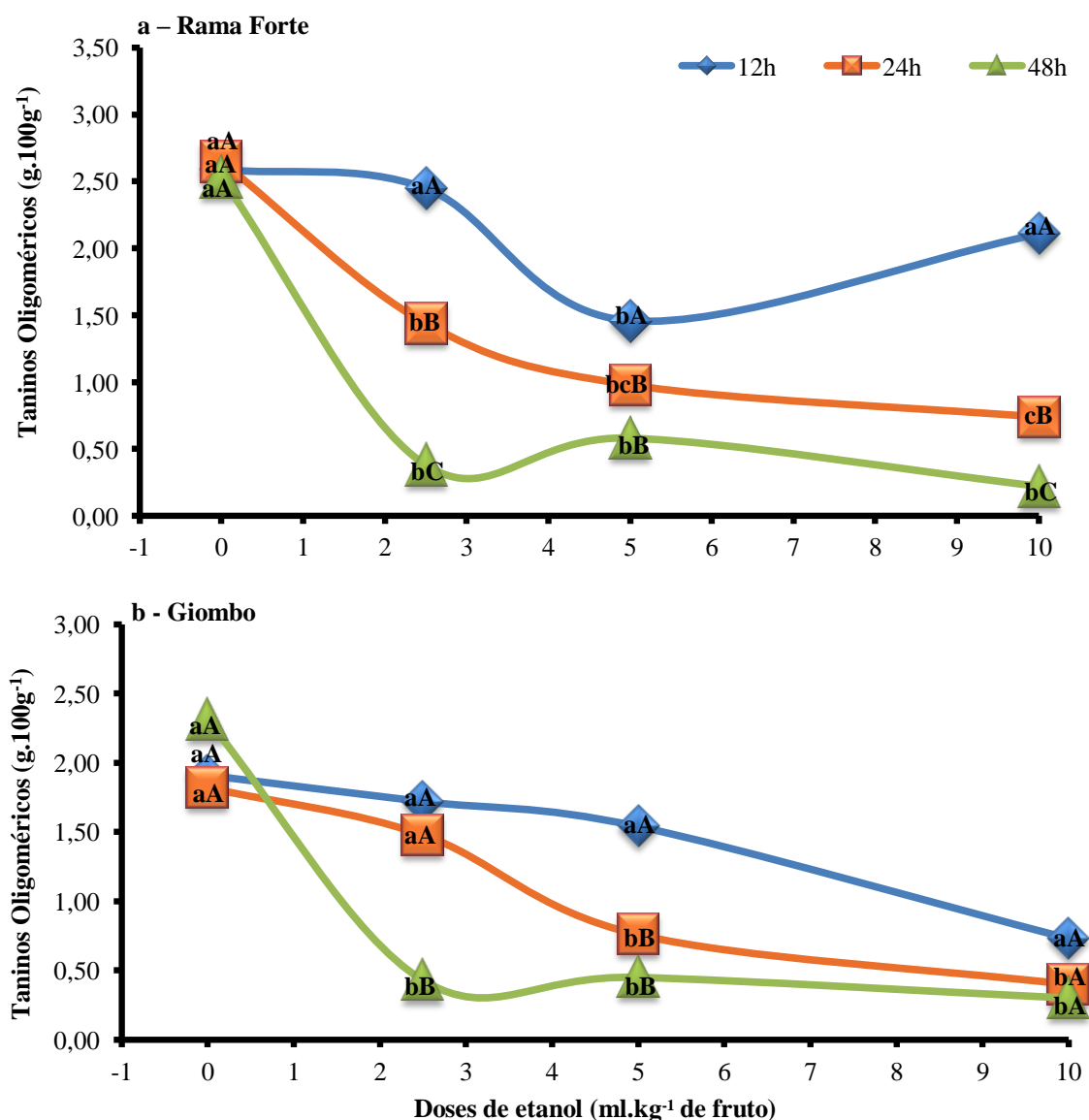
**Figura 10:** Cor da casca (h) de caqui ‘Rama Forte’ (a) e ‘Giombo’ (b) tratados com diferentes concentrações de etanol por 12, 24, ou 48hs para remoção a adstringência.

Para os de taninos dímeros na cultivar Rama Forte, observou-se que os menores valores ( $0,13\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ) foram obtidos nos frutos tratados com  $10,0\text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}$  de etanol durante 48hs, enquanto que aqueles tratados com  $0\text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}$  de etanol durante 12hs apresentaram os maiores valores de taninos dímeros ( $2,38\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ). Na cultivar Giombo observou-se que os menores valores de taninos dímeros foram obtidos nos frutos tratados com  $10,0\text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}$  de etanol durante 24 e 48hs ( $0,10$  e  $0,11\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ , respectivamente), e os maiores valores naqueles tratados com  $0\text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}$  de etanol durante 24hs ( $1,96\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ) (Figura 11).



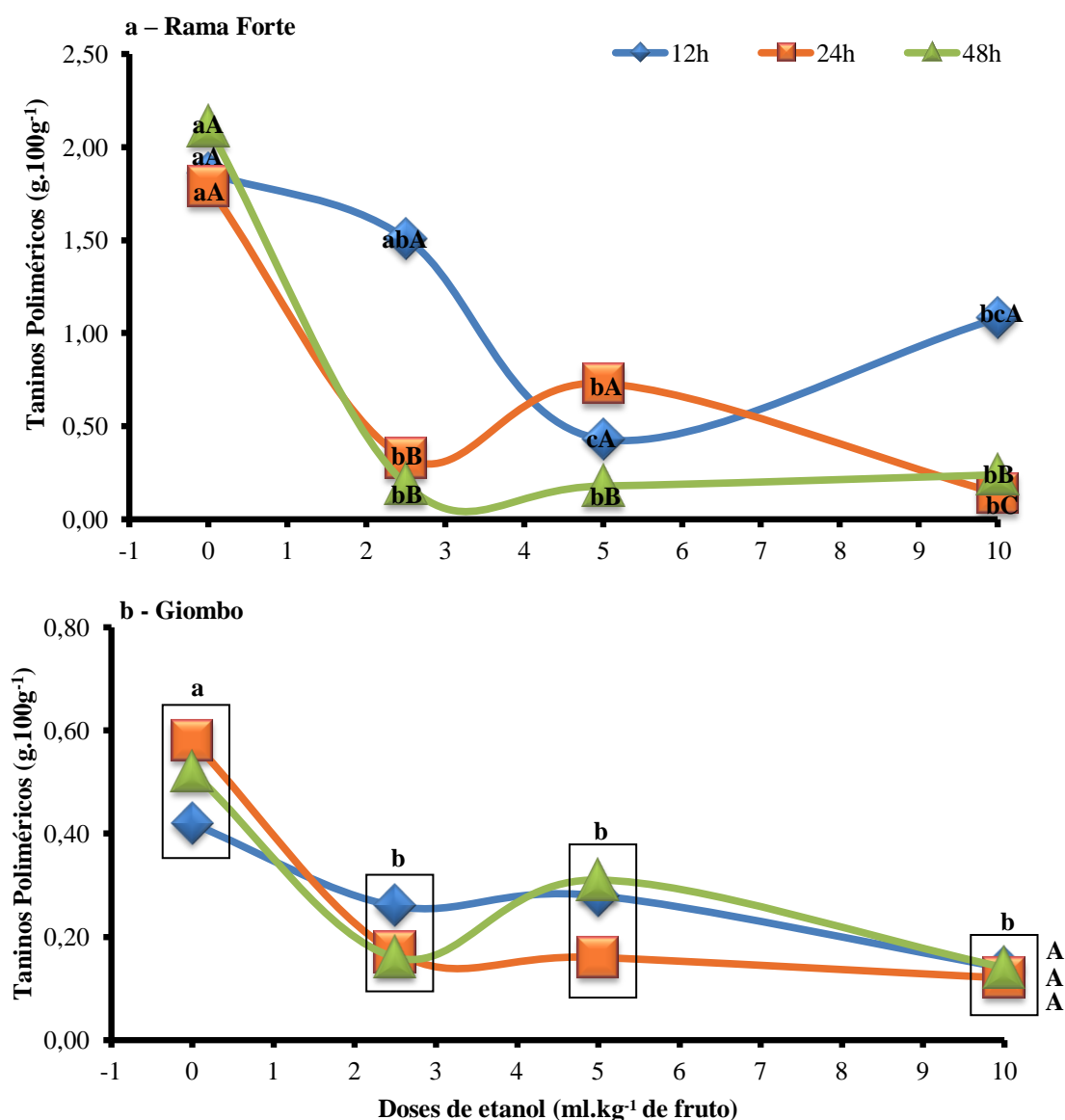
**Figura 11:** Taninos dímeros de caqui ‘Rama Forte’ (a) e ‘Giombo’ (b) tratados com diferentes concentrações de etanol por 12, 24, ou 48hs para remoção a adstringência.

Na cultivar Rama Forte os menores valores de taninos oligoméricos foram obtidos nos frutos tratados com 2,5 e 10,0 ml.kg<sup>-1</sup> de etanol durante 48hs (0,38 e 0,22 g.100g<sup>-1</sup>, respectivamente) e os maiores valores nos frutos tratados com 0 ml.kg<sup>-1</sup> de etanol durante 12, 24 e 48 hs (2,59, 2,65 e 2,53 g.100g<sup>-1</sup>, respectivamente) e 2,5 e 10,0 ml.kg<sup>-1</sup> de etanol durante 12hs (2,45 e 2,11 g.100g<sup>-1</sup>, respectivamente). Na cultivar Giombo os menores valores de taninos oligoméricos foram obtidos nos frutos tratados com 10,0 ml.kg<sup>-1</sup> de etanol durante 48hs (0,30 g.100g<sup>-1</sup>) e os maiores valores nos frutos tratados com 0 ml.kg<sup>-1</sup> de etanol durante 48hs (2,31 g.100g<sup>-1</sup>) (Figura 12).



**Figura 12:** Taninos oligoméricos de caqui ‘Rama Forte’ (a) e ‘Giombo’ (b) tratados com diferentes concentrações de etanol por 12, 24, ou 48hs para remoção a adstringência.

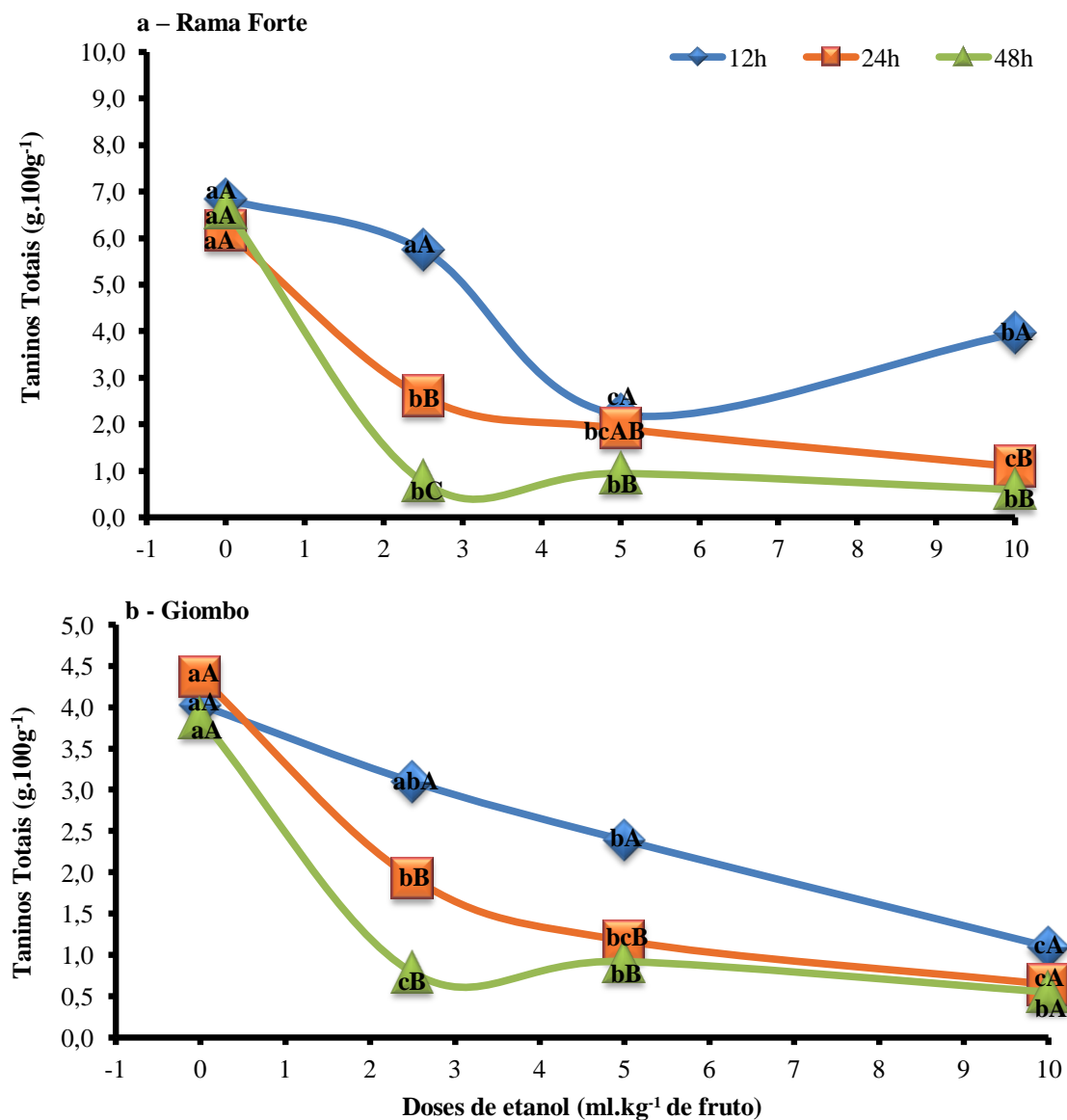
Na cultivar Rama Forte os menores valores de taninos poliméricos foram obtidos nos frutos tratados com  $10,0 \text{ ml.kg}^{-1}$  de etanol durante 24hs ( $0,14 \text{ g.100g}^{-1}$ ) e os maiores valores nos frutos tratados com  $0 \text{ ml.kg}^{-1}$  de etanol durante 12, 24 e 48 hs ( $1,86$ ,  $1,79$  e  $2,11 \text{ g.100g}^{-1}$ , respectivamente). Para os taninos poliméricos da cultivar Giombo observou-se que apenas as doses de etanol influenciaram esta variável, onde os frutos que foram expostos ao etanol apresentaram os menores valores de taninos poliméricos (Figura 13).



**Figura 13:** Taninos poliméricos de caqui ‘Rama Forte’ (a) e ‘Giombo’ (b) tratados com diferentes concentrações de etanol por 12, 24, ou 48hs para remoção a adstringência.

Na cultivar Rama Forte os menores valores de taninos totais foram observados nos frutos tratados com  $10,0 \text{ ml.kg}^{-1}$  de etanol durante 48hs ( $0,60 \text{ g.100g}^{-1}$ ) e os maiores valores nos

frutos tratados com 0 ml.kg<sup>-1</sup> de etanol durante 12, 24 e 48 hs (6,83, 6,16 e 6,63g.100g<sup>-1</sup>, respectivamente) e 2,5 ml.kg<sup>-1</sup> de etanol durante 12hs (5,74g.100g<sup>-1</sup>). Na cultivar Giombo os menores valores de taninos totais foram obtidos nos frutos tratados com 10,0 ml.kg<sup>-1</sup> de etanol durante 48hs (0,55g.100g<sup>-1</sup>) e os maiores valores 0,0 ml.kg<sup>-1</sup> de etanol durante 12, 24 e 48hs (4,03, 4,37 e 3,87g.100g<sup>-1</sup>, respectivamente) (Figura 14).



**Figura 14:** Taninos totais de caqui ‘Rama Forte’ (a) e ‘Giombo’ (b) tratados com diferentes concentrações de etanol por 12, 24, ou 48hs para remoção a adstringência.

Ao analisar os resultados da análise sensorial, observou-se que, os frutos da cultivar Rama Forte tratados com diferentes doses de etanol apresentaram as maiores notas de sabor global, com médias variando entre 6,70 e 6,85, ou seja, os potenciais consumidores gostaram

ligeiramente dos frutos. Com relação à intensidade da doçura, observou-se que as doses e os tempos de exposição ao etanol influenciaram isoladamente este parâmetro: para o fator doses de etanol, os frutos tratados com 2,5; 5,0 e 10,0 ml.kg<sup>-1</sup> de etanol apresentaram as maiores notas, com médias entre 5,99 e 6,10 já os frutos não receberam etanol apresentaram notas com valores médios de 2,48; para o fator tempo de exposição, os frutos que permaneceram expostos ao etanol por 24hs mostraram a maior média de intensidade da doçura, ao contrario daqueles que permaneceram apenas 12hs expostos ao etanol. Com relação à intensidade de acidez apenas as doses de etanol influenciaram este parâmetro. Os frutos tratados com 2,5; 5,0 e 10,0 ml.kg<sup>-1</sup> de etanol apresentaram as menores notas, com médias variando entre 1,34 e 1,44, já aqueles que não foram tratados com etanol apresentaram as maiores notas de intensidade de acidez, com valores médios 3,54. Com relação à intensidade da adstringência, observou-se que as doses e os tempos de exposição ao etanol influenciaram isoladamente este parâmetro: para o fator doses de etanol, os frutos tratados com 2,5; 5,0 e 10,0 ml.kg<sup>-1</sup> de etanol apresentaram as menores notas, com valores médios de 1,50, já os frutos não receberam etanol apresentaram notas 7,0; para o fator tempo de exposição, os frutos que permaneceram expostos ao etanol por 12hs mostraram as maiores médias de intensidade da adstringência, já aqueles que permaneceram apenas 48hs expostos ao etanol apresentaram as menores médias de intensidade da adstringência (Tabela 2).

**Tabela 2:** Sabor global de caqui, intensidade da doçura, acidez e adstringência de caqui ‘Rama Forte’ tratado com diferentes concentrações de etanol por 12, 24, ou 48hs para remoção a adstringência.

Etanol (ml Kg <sup>-1</sup> )	Sabor Global (1-9)				Intensidade da doçura (0-9)			
	12hs	24hs	48hs	Média	12hs	24hs	48hs	Média
0	1,89	2,34	2,42	<b>2,22 b</b>	1,94	2,87	2,62	<b>2,48 b</b>
2,5	6,44	6,95	6,81	<b>6,74 a</b>	5,77	6,17	6,35	<b>6,10 a</b>
5	6,91	7,04	6,61	<b>6,85 a</b>	5,88	6,25	5,82	<b>5,99 a</b>
10	6,44	6,95	6,71	<b>6,70 a</b>	5,80	6,28	6,02	<b>6,03 a</b>
<b>Média</b>	<b>5,42 a</b>	<b>5,82 a</b>	<b>5,64 a</b>		<b>4,85 b</b>	<b>5,39 a</b>	<b>5,20 ab</b>	
CV (%)	30,3				41,1			
Etanol (ml Kg <sup>-1</sup> )	Intensidade da acidez (0-9)				Intensidade da adstringência (0-9)			
	12hs	24hs	48hs	Média	12hs	24hs	48hs	Média
0	3,81	3,22	3,58	<b>3,54 a</b>	7,81	7,27	7,05	<b>7,38 a</b>
2,5	1,58	1,60	1,16	<b>1,44 b</b>	1,82	1,42	1,27	<b>1,50 b</b>
5	1,39	1,31	1,32	<b>1,34 b</b>	1,68	1,31	1,50	<b>1,50 b</b>
10	1,47	1,14	1,55	<b>1,38 b</b>	1,67	1,28	1,78	<b>1,58 b</b>
<b>Média</b>	<b>2,06 a</b>	<b>1,82 a</b>	<b>1,90 a</b>		<b>3,24 a</b>	<b>2,82 b</b>	<b>2,90 ab</b>	
CV (%)	96,6				54,8			

Para os frutos da cultivar Giombo a combinação entre as doses e tempos de exposição ao etanol promoveu respostas diferentes para o sabor global do fruto, onde os frutos tratados com 2,5; 5,0 e 10,0 ml.kg<sup>-1</sup> de etanol durante 24hs, com 2,5 e 10,0 ml.kg<sup>-1</sup> de etanol durante 12hs e 10,0 ml.kg<sup>-1</sup> de etanol durante 48hs apresentaram as maiores notas de sabor global, com médias variando entre 6 e 7, ou seja, os potenciais consumidores gostaram ligeiramente e regularmente dos frutos, respectivamente. Já os frutos que não foram tratados com etanol por 12hs e tratados com 2,5 ml.kg<sup>-1</sup> de etanol durante 48hs, receberam as menores notas de sabor global do fruto, com médias variando entre 4 e 5, ou seja, os potenciais consumidores desgostaram muito e foram indiferentes, respectivamente. Para a intensidade da doçura os frutos tratados com 0,0 ml.kg<sup>-1</sup> de etanol por 48hs, com 2,5ml.kg<sup>-1</sup> de etanol por 12 e 48hs, com 5,0ml.kg<sup>-1</sup> de etanol por 12, 24 e 48hs e com 10,0ml.kg<sup>-1</sup> de etanol por 12 e 48hs apresentaram as maiores notas de intensidade da doçura, com médias variando entre 4 e 5, já as menores notas foram observadas nos frutos tratado com 0,0 ml.kg<sup>-1</sup> de etanol por 12hs. Com relação à intensidade de acidez apenas as doses de etanol influenciaram este parâmetro. Os frutos tratados com 2,5; 5,0 e 10,0 ml.kg<sup>-1</sup> de etanol apresentaram as menores notas, com médias variando entre 0,86 e 1,02, já aqueles que não foram tratados com etanol apresentaram as maiores notas de intensidade de acidez, com valores médios 1,52. Para a intensidade da adstringência apenas as doses de etanol influenciaram este parâmetro, onde os frutos tratados com 2,5; 5,0 e 10,0 ml.kg<sup>-1</sup> de etanol apresentaram as menores notas, com médias variando entre 1,28 e 1,64, já aqueles que não foram tratados com etanol apresentaram as maiores notas de intensidade de adstringência, com valores médios 4,48 (Tabela 3).

**Tabela 3:** Sabor global de caqui, intensidade da doçura, acidez e adstringência de caqui ‘Giombo’ tratado com diferentes concentrações de etanol por 12, 24, ou 48hs para remoção a adstringência.

Etanol (ml Kg <sup>-1</sup> )	Sabor Global (1-9)				Intensidade da doçura (0-9)			
	12hs	24hs	48hs	Média	12hs	24hs	48hs	Média
0	<b>4,02bB*</b>	<b>4,61bAB</b>	<b>5,40abA</b>	4,68	<b>2,78bB</b>	<b>3,44cB</b>	<b>4,72aA</b>	3,65
2,5	<b>6,22aA</b>	<b>6,36aA</b>	<b>5,00bB</b>	5,86	<b>4,72aA</b>	<b>4,72bcA</b>	<b>5,69aA</b>	5,04
5	<b>6,28aAB</b>	<b>6,87aA</b>	<b>5,63abB</b>	6,26	<b>4,98aA</b>	<b>6,07aA</b>	<b>4,88aA</b>	5,31
10	<b>6,36aA</b>	<b>7,06aA</b>	<b>6,18aA</b>	6,53	<b>5,33aA</b>	<b>4,84abA</b>	<b>4,81aA</b>	4,99
<b>Média</b>	5,72	6,22	5,55		4,45	4,77	5,02	
CV (%)	34,7				53,9			

Etanol (ml Kg <sup>-1</sup> )	Intensidade da acidez (0-9)				Intensidade da adstringência (0-9)			
	12hs	24hs	48hs	Média	12hs	24hs	48hs	Média
0	1,98	1,12	1,47	<b>1,52 a**</b>	5,15	3,75	4,55	<b>4,48 a</b>
2,5	1,03	0,77	0,80	<b>0,87 b</b>	2,13	1,31	1,49	<b>1,64 b</b>
5	0,81	0,96	0,82	<b>0,86 b</b>	1,19	1,71	1,67	<b>1,52 b</b>
10	1,23	0,83	1,01	<b>1,02 b</b>	1,48	1,15	1,21	<b>1,28 b</b>
<b>Média</b>	<b>1,26 a</b>	<b>0,96 a</b>	<b>1,02 a</b>		<b>2,49 a</b>	<b>1,98 a</b>	<b>2,23 a</b>	
CV (%)	135,2				99,0			

\* As médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

\*\* Não foi aplicado o teste de comparação de médias por que o F de interação não foi significativo.

## 1.6 DISCUSSÃO

Logo após a exposição ao etanol, os frutos das cultivares Rama Forte e Giombo submetidos a diferentes doses de etanol mostraram-se medianamente e ligeiramente taninosos, enquanto frutos testemunhas permaneceram adstringentes. O processo de remoção de adstringência consiste no acúmulo de acetaldeído na polpa do fruto e polimerização das moléculas de tanino. Caso alguma das etapas não seja corretamente concluída, existe a possibilidade dos taninos insolubilizados tornarem-se novamente solúveis, inviabilizando o consumo do fruto (ITAMURA & FUKUSHIMA, 1989). Esse processo é denominado de recuperação da adstringência (EDAGI et al., 2009). Neste estudo, não foi observado o reaparecimento da adstringência. Testando as concentrações de 1,70 e 3,5 mL kg<sup>-1</sup> de etanol por 12 e 24 horas na cultivar ‘Giombo’, MONTEIRO (2011) observou que as duas doses de etanol mostraram-se ineficientes na remoção de adstringência logo após o período de exposição, com notas de índice de adstringência variando entre 5 e 4, respectivamente. Em



estudos com a cultivar ‘Rama Forte’ exposto a concentração de 7,0 mL kg<sup>-1</sup> de etanol por 0, 6, 12, 18 e 24 horas, MUÑOZ (2002) observou que os frutos apresentavam-se medianamente adstringentes.

A cultivar Rama Forte apresentou uma redução no teor de sólidos solúveis à medida que se aumentou a dose e o tempo de exposição ao etanol. E a cultivar Giombo também apresentou a mesma resposta após interação entre doses e os tempos de exposição ao etanol. O teor de sólidos solúveis em caquis diminuiu após os tratamentos para a remoção da adstringência, sem alteração do sabor. Esta diminuição é devido à redução no teor de tanino solúvel, o qual faz parte dos sólidos solúveis (ITTAH, 1993; SENTER et al., 1991). MONTEIRO et al. (2012) também observaram redução nos teores de sólidos solúveis ao longo do armazenamento de caquis ‘Giombo’ tratados com álcool etílico.

Nos frutos das cultivares Rama Forte e Giombo recém-colhidos os valores encontrados de acidez titulável foram 0,18% e 0,22%, respectivamente. Valores de 0,11 - 0,14% e 0,09% de acidez titulável foram encontrados para as mesmas cultivares produzidas na região Mogi das Cruzes (SP) e Avaré (SP), respectivamente (MAXIMINO, et al, 2010; VIEITES et al, 2012). Logo após exposição aos vapores de álcool etílico, os frutos das cultivares Rama Forte e Giombo apresentaram uma redução significativa nos valores de acidez titulável. Depois da colheita e durante o armazenamento, a concentração de ácidos orgânicos declina em decorrência de sua utilização como substrato na respiração ou da transformação em açúcares (CHITARRA & CHITARRA, 2005). Respostas semelhantes foram observadas em caqui ‘Kakimel’, produzidos no estado do Paraná, e exposto a 3,85 mL.kg<sup>-1</sup> de etanol por 12, 24, 36 e 48 horas, onde aqueles expostos por 24, 36 e 48hs apresentaram um decréscimo maior nos teores de acidez titulável (D’ANGELO, 2014).

Para a firmeza de polpa, os frutos recém-colhidos das cultivares Rama Forte e Giombo apresentaram valores médios de 64,3 e 50,2 N, respectivamente. Em caqui ‘Rama Forte’ recém-colhidos, produzidos em São Paulo e Santa Catarina, foram encontrados valores de firmeza de 55,0 e 54,9 N, respectivamente (GARDIN et al., 2012; VITTI, 2009). Já em caquis ‘Giombo’ recém-colhidos, produzidos em São Paulo, os valores médios de firmeza de polpa foram de 35,0 e 21,7 N (EDAGI et al., 2009; MONTEIRO et al., 2012). A aplicação de doses e o aumento do tempo de exposição ao etanol resultou em redução da firmeza de polpa da cultivar ‘Giombo’, com valores variando entre 28,0 e 24,0 N (Figura 5). Os frutos tratados com etanol têm a sua firmeza reduzida, possivelmente devido à aceleração da síntese de etileno,

hormônio que esta envolvido em vários processos da maturação como a síntese de enzimas degradadoras de parede celular (BLUM et al., 2008). Além disso, o aumento do período de exposição ao etanol pode ter acelerado a atividade metabólica acompanhada por uma maior síntese de etileno, promovendo um aumento da atividade das enzimas pectinolíticas, responsáveis pelo amolecimento dos frutos (ITAMURA, et al., 1997). Contudo, para a cultivar ‘Rama Forte’, as doses e os tempos de exposição ao etanol não promoveram redução significativa na firmeza de polpa.

Observou-se que os frutos da cultivar Rama Forte apresentaram os maiores valores de relação SS/AT quando expostos ao etanol por 48hs, já para a cultivar Giombo os maiores valores foram obtidos naqueles expostos ao etanol por 24hs. Segundo MALGARIM et al. (2007), quanto mais madura está a fruta maior a relação SST/ATT. Logo, o maior tempo de exposto ao etanol proporcionou o avanço do amadurecimento dos frutos.

Foi observado aumento na taxa respiratória em resposta a exposição dos frutos das cultivares Rama Forte e Giombo as doses e tempos de exposição ao etanol. A respiração celular é um dos processos metabólicos mais importantes que ocorrem nos frutos, através da qual são produzidos compostos intermediários e energia química necessária para reações vitais internas (SAQUET; STREIF; BANGERTH, 2000; WILLS; GOLDING, 2016). Estudos mostram que frutos tratados com etanol podem apresentar uma aceleração na síntese de etileno (BLUM et al., 2008), estimulando a atividade respiratória e, como consequência, o amadurecimento e senescência dos tecidos (CHITARRA & CHITARRA, 2005). A maioria dos tecidos nos quais a respiração é acelerada pela presença de etileno apresenta quantidade significativa de reservas energéticas armazenadas, no caso do caqui as reservas são os taninos. A habilidade do tecido em responder ao etileno, com o aumento da atividade respiratória, correlaciona-se com a presença da via alternativa ou via de transporte de elétrons resistentes ao cianureto (HCN). Nesses tecidos, tanto o cianureto quanto o etileno estimulam a respiração, embora por mecanismos diferentes (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

A luminosidade ( $L^*$ ) e cromaticidade ( $C^*$ ) da epiderme dos frutos de caqui ‘Rama Forte’ apresentaram valores máximos quando expostos a  $10 \text{ ml.kg}^{-1}$  de etanol durante 48hs, indicativo de frutos mais brilhantes e com coloração mais intensa. Contudo, apenas o aumento no tempo de exposição ao etanol promoveu um aumento no valor de ângulo Hue (h), onde os frutos passaram da coloração verde-amarelado para amarelo. Para os frutos de caqui ‘Giombo’, o aumento do tempo de exposição ao etanol promoveu uma redução da cromaticidade ( $C^*$ ) e do

ângulo Hue (h), indicativo de frutos com coloração menos intensa e mais próxima ao amarelo-alaranjado. Já a luminosidade ( $L^*$ ) não foi influenciada pelas doses e tempos de exposição ao etanol. A mudança na coloração dos frutos de caqui ‘Rama Forte’ e ‘Giombo’ pode ter ocorrido devido a maior síntese de etileno e, conseqüente, aceleração do amadurecimento. Segundo CHITARRA & CHITARRA (2005), as modificações na coloração dos frutos devem-se tanto a processos de degradação como a processos de síntese de pigmentos. No início do amadurecimento dos frutos, a coloração muda gradualmente de verde escuro para verde claro; em seguida ocorre o surgimento de pigmentos amarelos, alaranjados e vermelhos (carotenóides e antocianinas). Estes poderiam estar presentes junto com a cor verde, sendo revelados somente após a degradação da clorofila, ou ser sintetizados durante o amadurecimento.

Após a exposição dos frutos ao etanol observou-se uma redução no teor de taninos dímeros das cultivares Rama Forte e Giombo de  $2,02 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  para  $0,36 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  e  $1,6 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  para  $0,15 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ , respectivamente. Com relação aos taninos oligoméricos, a exposição ao etanol levou a uma redução de  $2,59 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  para  $1,02 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  e  $2,01 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  para  $0,48 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  das cultivares Rama Forte e Giombo, respectivamente. Os frutos das cultivares Rama Forte e Giombo também sofreram uma redução no teor de taninos poliméricos de  $1,92 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  para  $0,49 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  e  $0,51 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  para  $0,13 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ . Os teores de taninos totais também foram reduzidos após a exposição dos frutos ao etanol, passando de  $6,54 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  para  $1,88 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  e  $4,09 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  para  $0,76 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  para as cultivares Rama Forte e Giombo, respectivamente. Em caquis, uvas e outras frutas consumidas *in natura*, por exemplo, altos teores de taninos dímeros e oligoméricos provocam adstringência acentuada, produzindo uma sensação desagradável na boca (BATISTA, 2014), por isso, faz-se necessário à remoção desses tipos de taninos via polimerização ou degradação das moléculas solúveis. No presente estudo supõe-se que ocorreu a degradação dos taninos dímeros (cv. Rama Forte e Giombo) e poliméricos (cv. Rama Forte), que podem ter sido utilizados como substrato respiratório para a produção de fosfoenolpiruvato utilizado no ciclo de Krebs, entretanto são necessários estudos mais aprofundados sobre tal fato. Para os taninos oligoméricos (cv. Rama Forte e Giombo) e poliméricos (cv. Giombo), acredita-se que aplicação de etanol promoveu o aumento da atividade da enzima álcool desidrogenase devido ao deslocamento do equilíbrio entre etanol/acetaldéido (PESIS, 2005), o qual induz a polimerização das moléculas solúveis de taninos, tornando-os insolúveis e não adstringentes (HASLAM, 1996).

Observou-se, através de dados obtidos na análise sensorial que, para os potenciais consumidores, o uso das doses de etanol foram eficientes na remoção da adstringência de

caquis ‘Rama Forte’ e ‘Giombo’, resultante da degradação/polimerização dos taninos solúveis. Com a redução da intensidade da adstringência, os parâmetros doçura e acidez dos frutos puderam ser mais facilmente perceptíveis pelos provadores, e isso resultou em sabor global com escalas entre gostei ligeiramente e gostei muito. Estudos realizados com caqui ‘Mikado’ produzidos no estado do Rio de Janeiro e submetidos à exposição ao álcool etílico, numa concentração de 7,0ml de álcool.kg<sup>-1</sup> de fruto por um período de 7 dias, mostrou que seriam necessários três dias de exposição ao vapor de etanol para a diminuição dos teores de tanino nos frutos de caqui até níveis não perceptíveis pelos consumidores (FREITAS, et al., 2009). O presente estudo mostra que caquis produzidos no Vale do São Francisco necessitam de menores doses e tempo de tratamento dos frutos com etanol para uma eficiente remoção da adstringência, comparado com caquis produzidos em outras regiões.

## 1.7 CONCLUSÕES

A exposição dos frutos a dose de 10,0 ml.kg<sup>-1</sup> de etanol por 48 horas promoveu a redução do índice de adstringência, taninos solúveis e totais, mostrando-se eficiente na remoção da adstringência das cultivares Rama Forte e Giombo. Já para os potenciais consumidores todas as doses de etanol mostraram-se eficientes na redução da intensidade da adstringência levando a maiores notas de sabor global dos frutos.

## 1.8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AWAD, M. **Fisiologia pós-colelita de frutos**. São Paulo: Nobel, 1993. 114 p.

BATISTA, P. F. Qualidade, compostos bioativos e atividade antioxidante de variedades de videiras do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Semiárido - Mossoró, 2014.

BESADA, C.; SANCHEZ, G.; SALVADOR, A.; GRANELL, A., 2013. **Volatile compounds associated to the loss of astringency in persimmon fruit revealed by untargeted GC – MS analysis**. *Metabolomics* 9, 157-172.

BLUM, J., HOFFMANN, F.B., AYUB, R.A., PRADO, P.V.B., MALGARIM, M.B., 2008. Destanização do caqui ‘Giombo’ com etanol e ethephon. **Rev. Ceres** 55, 54-59.

CHITARRA, M.I.F., CHITARRA, A.B., 2005. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Segunda ed. UFLA, Minas Gerais.

D’ANGELO, J. W. O. Caracterização de caqui ‘Kakimel’ submetido ao choque de frio após destanização em Campina Grande do Sul – PR. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Paraná. Curitiba : 2014.

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

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Coleção Plantar: Acerola**. Brasília, DF, 2012. 150p.

FREITAS, D. G. C.; SOARES, A.G.; FONSECA, M. J.O.; JÚNIOR, A.C.V.N.; CONEGLIAN, R.C.C. Metodologia de detecção da adstringência em frutos de caqui para determinação do tempo de destanização. **Comunicado Técnico 147**. Dezembro, 2009 Rio de Janeiro, RJ

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 CO<sub>2</sub>**. Rev. Bras. Frutic. 34, 1043-1050.

GAZIT, S.; LEVY, Y. Adstringency and removal in persimmon. **Israel Journal of Agricultural Research**, Rehovot, v. 13, n. 3, p. 125-132, 1963.

HASLAM E.; Natural polyphenols (vegetable tannins) as drugs: possible modes of action. **Journal of Natural Products**, Cincinnati, v. 59, p. 205–215, 1996.

HEIL, M.; BAUMANN, B.; ANDARY, C.; LINSENMAIR, K. E; MCKEY, D. Extraction and quantification of “condensed tannins” as a measure of plant anti-herbivore defence? Revisiting an old problem. **Naturwissenschaften**. v.89. p. 519-524, 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE, 2015. **Sidra**: Produção Agrícola Municipal (PAM). Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 11 jul. 2017.

ITAMURA, H.; FUKUSHIMA, T., 1989. **Effects of several treatments on the behavior of tannin in Japanese persimmon fruits**. Bull. Yamagata Univ. Agric. Sci. 10, 917-922.

ITAMURA, H., OHHO, Y., YAMAMURA, H., 1997. **Characteristics of fruit softening in Japanese persimmon ‘Saijo’**. Acta Hort. 436, 179-188.

ITTAH, Y. Sugar content changes in persimmon fruits (*Diospyros kaki* L.) during artificial ripening with CO<sub>2</sub>: a possible connection to destringency mechanisms. **Food Chemistry**, v.48, n.1, p.25-29, 1993.

KHANBABAEE, K., REE, T.V., 2001. **Tannins: classification and definition**. Nat. Prod. Rep. 18, 641-649.

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

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

MELLO, J. C.P.; SANTOS, S. C. Taninos. In: SIMÕES, C.M.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C.P.; MENTZ, L.A.; PETROVICK, P.R. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 3 ed. Porto Alegre: Ed.UFRGS/Ed.UFSC, 2001. cap. 24, p.517-543.

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

MONTEIRO, M. F. Técnicas de remoção da adstringência e refrigeração em caqui 'Giombo'. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2011.

MONTEIRO, M.F., EDAGI, F.K., SILVA, M.M., SASAKI, F.F., AGUILA, J.S., KLUGE, R.A., 2012. **Temperaturas para remoção da adstringência com etanol em caqui 'Giombo'**. *Rev. Iber. Tecnología Postcosecha* 13, 9-13.

MUÑOZ, V.R.S., 2002. **Destanização do caqui (*Diospyros kaki* L.) 'Rama Forte'**, Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

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

PROGRAMA BRASILEIRO DE MODERNIZAÇÃO DA HORTICULTURA. **Normas de classificação do Caqui**. Centro de Qualidade em Horticultura – CQH/CEAGESP. 2000. São Paulo. (CQH. Documentos,22).

REICHER, F.; SIERAKOWSKI, M. R.; CORREAL, J. B. C. Determinação espectrofotométrica de taninos pelo reativo fosfotúngstico-fosfomolibdico. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, v. 24, n. 4, p. 407-411, 1981.

SAQUET, A. A.; STREIF, J.; BANGERTH, F. Changes in ATP, ADP and pyridine nucleotide levels related to the incidence of physiological disorders in „Conference“ pears and „Jonagold“ apples during controlled atmosphere storage. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, v. 75, p. 243-249, 2000.

SENDER, S.D., CHAPMAN, G.W., FORBUS JÚNIOR, W.R., PAYNE, J.A., 1991. **Sugar and nonvolatile acid composition of persimmons during maturation.** J. Food Sci. 56, 989-991.

TERRA, F. DE A.M., 2010. **Métodos combinados para destanização e conservação póscolheita de caquis ‘Giombo’.** Dissertação (Mestrado em Ciências). Área de Concentração: Fitotecnia. Universidade de São Paulo – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

TESSMER, M. A. **Estudos anatômicos e fisiológicos de frutos de caquizeiro (*Diospyros kaki* L) quanto ao acúmulo de taninos e as processos de destanização.** Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura ‘Luiz de Queiroz’. Piracicaba, 2014

VIEITES, R.L., PICANÇO, N.F.M.; DAIUTO, É.R., 2012. **Radiação gama na conservação de caqui ‘Giombo’, destanizado e frigoarmazenado.** Rev. Bras. Frutic. 34, 719-726.

VITTI, D.C.C., 2009. **Destanização e armazenamento refrigerado de caqui ‘Rama Forte’ em função da época de colheita.** Tese (Doutorado em Ciências). Área de Concentração: Fitotecnia. Universidade de São Paulo – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

WILLS, R.; GOLDING, J. Postharvest. **An introduction to the physiology and handling of fruit and vegetables.** 6 ed. Wallingford: CAB International, 2016.



## CAPÍTULO II

### EFICIENCIA DE EMBALAGEMS A VÁCUO PARA A REMOÇÃO DA ADSTRINGÊNCIA E ARMAZENAMENTO DE CAQUI ‘RAMA FORTE’

#### 3.1 RESUMO

O uso de embalagens a vácuo é uma alternativa que permite destanizar os frutos e manter a qualidade físico-química de caquis durante o armazenamento. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência de embalagens a vácuo na remoção da adstringência e manutenção da qualidade de caquis ‘Rama Forte’ produzidos no Vale do São Francisco e armazenados em ambiente refrigerado. Caquis das cultivar Rama Forte foram submetidos a vácuo em filme de polinyon com espessuras de 12 $\mu$ m ou 18 $\mu$ m e sem vácuo (controle) a uma pressão de vácuo de 700 mm.Hg<sup>-1</sup>. Logo após o acondicionamento, os frutos foram armazenados a temperaturas de 0°C por um período de 150 dias. As avaliações foram feitas em intervalos de 30 dias. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, sendo cada tratamento composto por quatro repetições, e cada repetição composta por quatro frutos. Os frutos de caquis ‘Rama Forte’ que foram submetidos a vácuo em filme de polinyon com espessuras de 12 $\mu$ m ou 18 $\mu$ m apresentaram redução significativa do índice de adstringência e taninos, e uma leve redução nos teores de sólidos solúveis e acidez titulável, quando comparados com aqueles que não receberam o filme de polinyon. Os frutos embalados em polinyon apresentaram maiores valores de firmeza de polpa ao longo dos 150 dias de armazenamento. De acordo com os resultados obtidos, o uso de embalagem de polinyon com espessuras de 12 $\mu$ m e 18 $\mu$ m foram eficientes na remoção da adstringência e manutenção da firmeza de polpa, além de retardar o processo de senescência dos frutos de caquis ‘Rama Forte’ durante o armazenamento refrigerado.

**Palavras-chave:** *Diospyros kaki* L; polinyon; destanização

### 3.2 ABSTRACT

Vacuum packaging is an alternative that can be used to remove astringency and maintain the physical-chemical quality of persimmon fruit during storage. In this way, the objective of this work was to evaluate the vacuum packaging efficiency in the removal of astringency and quality maintenance of 'Rama Forte' persimmons produced in the São Francisco Valley and stored in a refrigerated environment. 'Rama Forte' fruit were stored without package and vacuum (control) or were packed in polynylon bags with thicknesses of 12 $\mu$ m or 18 $\mu$ m and vacuum pressure of 700 mm.Hg<sup>-1</sup>. Immediately after packaging, fruit were stored at 0 °C for 150 days. Fruit were evaluated for physico-chemical quality every 30 days during storage. 'Rama Forte' persimmons subjected to vacuum in polynylon bags with thicknesses of 12 $\mu$ m or 18 $\mu$ m showed a significant reduction of the astringency index and tannin content, as well as a slight reduction in soluble solids contents and titratable acidity, compared to fruit not packed in polynylon bags. Fruit packed in polynylon bags showed higher values of pulp firmness during 150 days of storage. According to the results obtained, the use of polynylon packages with thicknesses of 12 $\mu$ m and 18 $\mu$ m were efficient in the removal of astringency and maintenance of pulp firmness, in addition to delaying the senescence process of 'Rama Forte' persimmons during cold storage.

**Key words:** *Diospyros kaki* L; polynylon; astringency removal.

### 3.3 INTRODUÇÃO

A comercialização de caquis pode ser prolongada com o seu armazenamento imediato, em condições atmosféricas que visam minimizar a intensidade do processo metabólico sem, no entanto, alterar a fisiologia do produto, mantendo, assim, a sua qualidade. Uma alternativa de prolongar a vida de prateleira de caquis é o armazenamento refrigerado (AR) (MENDONÇA, 2016). Além do controle da temperatura durante o armazenamento, outros métodos têm sido testados para prolongar a vida pós-colheita dos frutos, com destaque para o emprego da atmosfera modificada passiva (AM) (MENDONÇA et al., 2015).

Além de o caqui ser considerado uma frutífera altamente perecível, algumas cultivares destacam-se por apresentar como característica altos teores de taninos solúveis conferem adstringência, mesmo naqueles maduros (AKAGI et al., 2009). Para a remoção da adstringência o uso de embalagem a vácuo é uma alternativa recentemente desenvolvida que permite destanizar os frutos e ao mesmo tempo manter a firmeza de polpa (MONTEIRO, 2011). O emprego da embalagem a vácuo faz com que o oxigênio seja reduzido a quase zero e formando uma condição anaeróbica. A ausência de oxigênio provoca a descarboxilação do piruvato, elevando a produção de CO<sub>2</sub> que por sua vez vai estimular a produção de acetaldeído que irá reagir com os taninos solúveis, provocando a destanização. Esta condição também permite reduzir o metabolismo dos frutos, dentre eles a produção de etileno, e os efeitos a ele associados (MONTEIRO, 2011).

Um dos materiais que se destaca como promissores para realizar a embalagem a vácuo é o polínylon, que caracteriza-se por ser um filme com elevada resistência à extensão, mas são higroscópicos e suas propriedades mecânicas se alteram graças à absorção de água no interior da embalagem (MANTILLA et al., 2010). Porém, o uso dessa embalagem mostrou-se eficiente na remoção da adstringência, com redução do índice de adstringência e taninos solúveis na polpa, e manutenção da firmeza dos frutos de caqui ‘Giombo’, após 90 dias de armazenamento (MONTEIRO, 2011). Apesar desta tecnologia apresentar potencial de uso para caquis produzidos em outras regiões produtoras, trabalhos devem ser realizados com frutos produzidos no Vale do São Francisco para avaliar o seu potencial de uso comercial na região.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência de embalagens a vácuo na remoção da adstringência e manutenção da qualidade de caquis ‘Rama Forte’ produzidos no Vale do São Francisco e armazenados em ambiente refrigerado.

### 3.4 MATERIAL E MÉTODOS

Caqui da cultivar Rama Forte foram colhidos campo experimental de Bebedouro da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA Semiárido, localizada na cidade de Petrolina (PE), cujas coordenadas geográficas são: latitude 09°09'S, longitude 40°22'W. A precipitação pluviométrica média anual é de 500 mm, concentrada no período de janeiro a março. A temperatura média mensal é de 26°C, umidade relativa entre 50 e 70%, insolação média de 2.800 horas/ano, com evaporação em torno de 2.000 mm/ano (Referência).

Os frutos foram colhidos manualmente no estágio de maturação considerado como maduro. Após a colheita, os frutos foram transportados até o Laboratório Fisiologia e Pós-Colheita da Embrapa – Semiárido e submetidos a uma seleção, visando à padronização quanto ao tamanho, formato, ausência de danos mecânicos.

Os tratamentos utilizados foram controle (sem vácuo), vácuo em filme de polinylon com espessura de 12µm, vácuo em filme de polinylon com espessura de 18µm. Os filmes de polinylon foram utilizados na forma de sacos (15 X 25 cm) nos quais os frutos foram acondicionados. Para isso, foi utilizada uma seladora a vácuo Inovac 100 (Inovac, São Paulo, Brasil), a uma pressão de vácuo de 700 mm.Hg<sup>-1</sup> (pressão máxima). Os frutos do tratamento controle foram acondicionados em bandeja sem filme.



**Figura 1:** Seladora a vácuo Inovac 100 (Inovac, São Paulo, Brasil) utilizada para embalar os frutos (A). Frutos de caqui após serem embalados a vácuo com filme polinylon (B).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, sendo cada tratamento composto por quatro repetições, e cada repetição composta por quatro frutos. Logo após o acondicionamento, os frutos da cultivar Rama Forte foram armazenados a temperatura de 0°C por um período de 150 dias. As avaliações foram realizadas durante o armazenamento dos frutos em intervalos de 30 dias, conforme descrito abaixo:

**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 ( $\text{FeCl}_3$ ) 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).

**Cor da casca:** foi analisada com o auxílio de um colorímetro Konica Minolva, modelo Chroma Meter CR-400. A cor da casca foi medida na região basal do fruto, sendo expresso os valores de  $L^* C^* h$ , conforme a CIE (*Comission Internatinal de E'clairage*), onde  $L^*$  expressa valores de luminosidade (0 = preto e 100 = branco),  $C^*$  expressa as coordenadas de croma (pureza ou intensidade da cor) e  $h$  o ângulo de hue (tonalidade, cor propriamente dita).

**Firmeza de polpa:** Foi determinada utilizando-se texturômetro digital Extralab, modelo TA.XT.Plus, com ponteira de 8 mm. Foram realizadas duas leituras em lados opostos, na região equatorial do fruto, onde, previamente se retirou uma pequena porção da epiderme. Os valores foram expressos em Newtons (N).

**Teor de Sólidos Solúveis (SS):** foi determinado a partir de uma gota do suco de caqui sobre o prisma de um refratômetro digital Pocket Refractometer pal-1 (% Brix).

**Acidez Titulável (AT):** foi determinada por diluição de 5ml de suco em 50 ml de água destilada, titulando-se com solução de NaOH 0,1N, em titulador Metrohm, modelo 848 Titrino Plus. Os resultados foram expressos em porcentagem de ácido málico.

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

**Potencial Hidrogeniônico (pH):** foi determinado por diluição de 5 ml de polpa em 50 ml de água destilada.

**Taxa Respiratória:** foi determinada medindo a concentração de CO<sub>2</sub> em uma atmosfera gerada por frutos que permaneceram em potes hermeticamente fechados por um período de 2 horas. Os valores de taxa respiratória foram expressos em mol. kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> de CO<sub>2</sub>.

**Taninos:** foram determinados após fracionamento, de acordo com a metodologia descrita por Reicher et al. (1981). Para cada fração, pesou-se 1,0 g de polpa, e adicionou-se 50 ml da substância extratora: metanol absoluto, metanol 50% e água, para extração de 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. Alíquotas de 0,4 a 1,5 mL, dependendo do tratamento, foram utilizadas para o doseamento. As leituras foram feitas em espectrofotômetro UV-Vis, a 720 nm. Os valores de taninos foram expressos em g.100g<sup>-1</sup>.

Os resultados foram submetidos à análise de variância, as médias relativas a uma mesma data foram comparadas pelo teste Tukey (P<0,05), e regressão com o auxílio do software Sisvar 5.6.

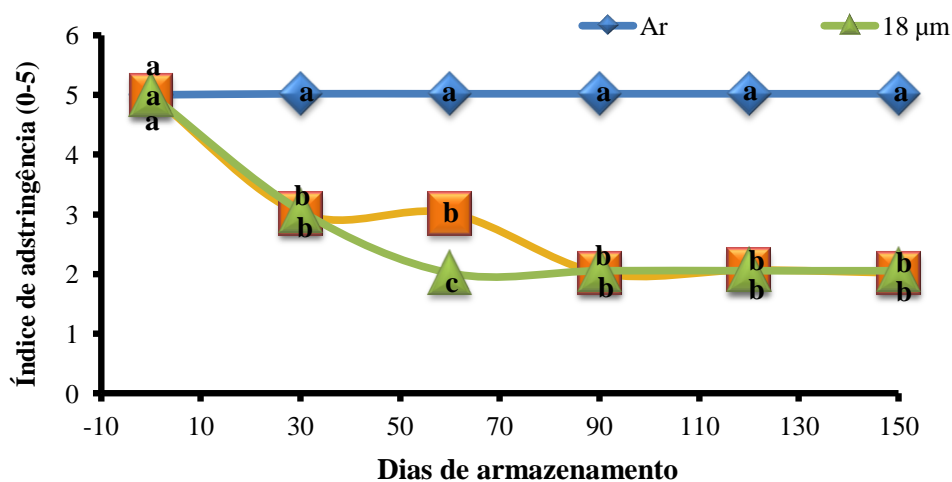
### 3.5 RESULTADOS

Após a colheita, os frutos de caqui ‘Rama Forte’ apresentavam as seguintes características, como mostra a Tabela 1.

**Tabela 1:** Índice de adstringência, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), potencial hidrogeniônico (pH), firmeza de polpa, relação SS/AT, taxa respiratória, cor da casca (L\*, C\*, h), taninos dímeros, oligoméricos, poliméricos e totais de caquis ‘Rama Forte’ e ‘Giombo’ logo após a colheita.

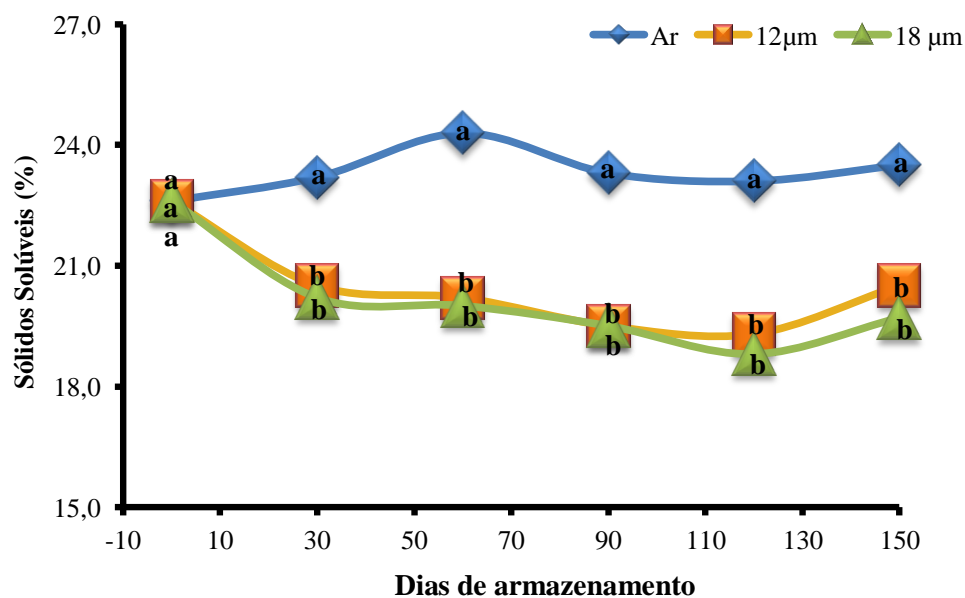
	Índ. de adstringência (0-5)	SS (%)	AT (% ác. málico)	pH	Firmeza de polpa (N)	Relação SS/AT	Taxa Respiratória (mol/kg/hora de CO <sub>2</sub> )
<b>Rama Forte</b>	5	22,6	0,24	5,71	50,8	95,8	7,67
	Cor (L*)	Cor (C*)	Cor (h)	Taninos Dímeros (g/100g)	Taninos Oligoméricos (g/100g)	Taninos Poliméricos (g/100g)	Taninos Totais (g/100g)
<b>Rama Forte</b>	50,9	47,1	69,5	2,03	1,45	1,64	5,12

Os frutos do controle (Ar) permaneceram ao longo do armazenamento com índice de adstringência igual a 5; os frutos embalados em polinylon com espessura de 12µm apresentaram nota 3 aos 30 e 60 dias de armazenamento, e nota 2 aos 90, 120 e 150 dias de armazenamento. Os frutos embalados em polinylon com espessura de 18µm apresentaram nota 3 aos 30 dias de armazenamento e nota 2 aos 60, 90, 120 e 150 dias de armazenamento (Figura 2).



**Figura 2.** Índice de adstringência de caqui ‘Rama Forte’ sem embalagem (Ar) ou embalado a vácuo para remoção da adstringência e armazenamento refrigerado.

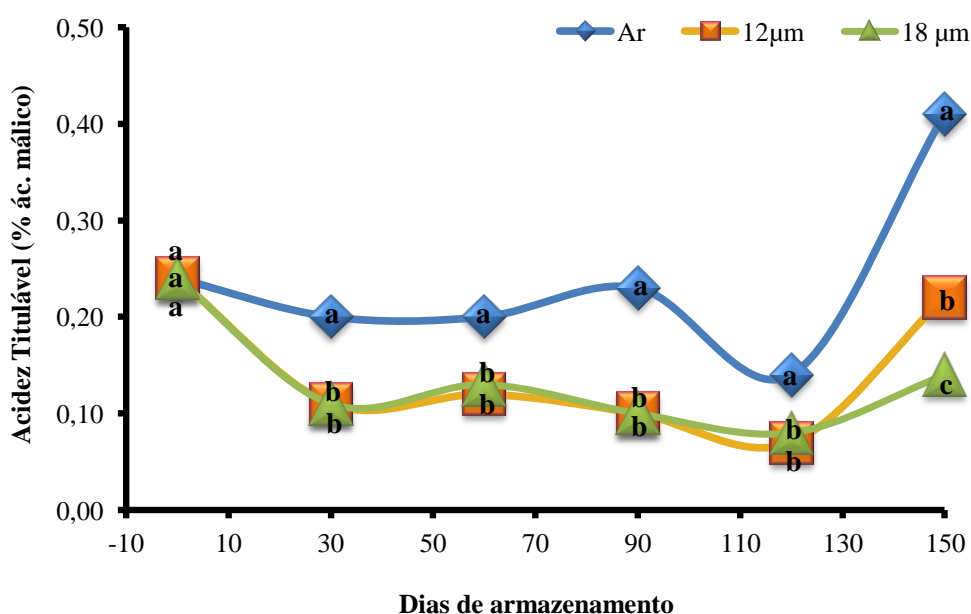
Os frutos do controle (Ar) apresentaram os maiores teores de sólidos solúveis ao longo dos 150 dias de armazenamento, com valores variando entre 23,1 e 24,3%. Os frutos embalados em polínylon nas espessuras de 12 e 18μm apresentaram valores de sólidos solúveis estatisticamente semelhantes durante o armazenamento, que variavam entre 18,8 e 20,5%. (Figura 3).



**Figura 3.** Sólidos Solúveis (SS) de caqui ‘Rama Forte’ sem embalagem (Ar) ou embalado a vácuo para remoção da adstringência e armazenamento refrigerado.

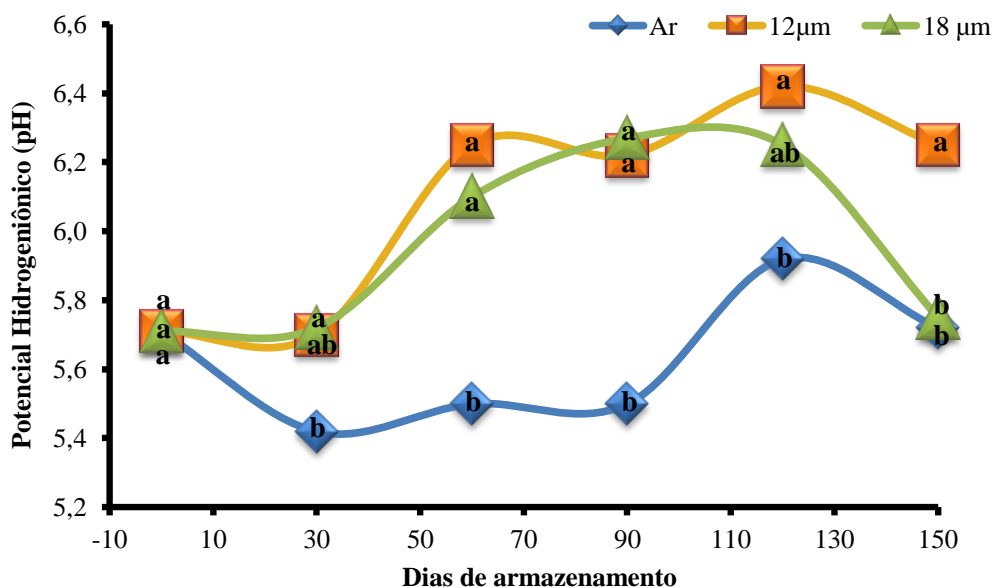


Com relação à acidez titulável, os frutos controle (Ar) da cultivar Rama Forte mostraram os maiores percentuais de ácido málico durante todo o período de armazenamento, com valores variando entre 0,14 e 0,20%, chegando a 0,41% aos 150 dias de armazenamento; já os frutos embalados em polínylon nas espessuras de 12 e 18 $\mu$ m apresentaram-se estatisticamente semelhantes até os 120 de armazenamento, com valores entre 0,07 e 0,13 %, e aos 150 dias de armazenamento houve um aumento da acidez titulável para 0,22 % e 0,14%, respectivamente (Figura 4).



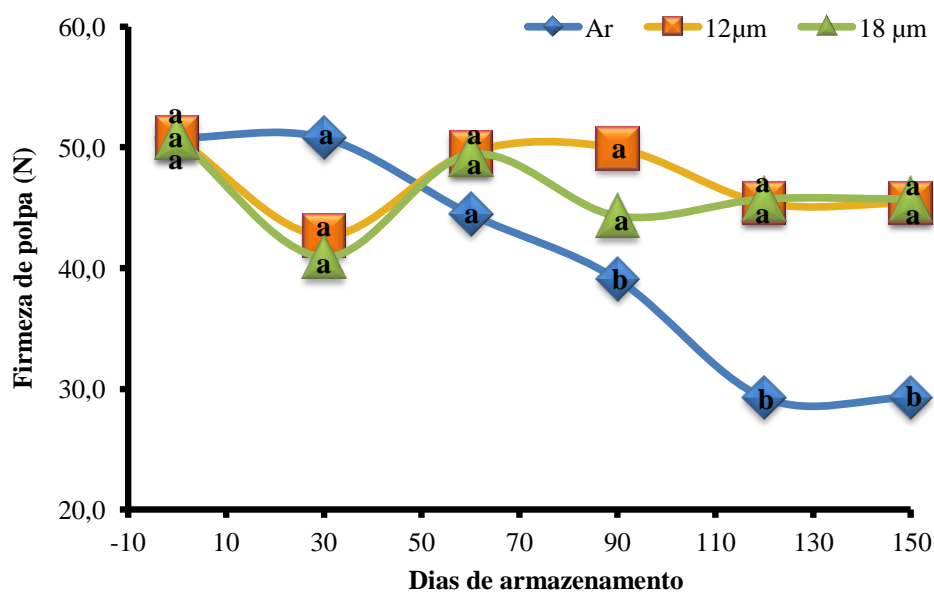
**Figura 4.** Acidez Titulável (AT) de caqui ‘Rama Forte’ sem embalagem (Ar) ou embalado a vácuo para remoção da adstringência e armazenamento refrigerado.

Os frutos controle (Ar) da cultivar Rama Forte apresentaram os menores valores de pH durante os 90 dias de armazenamento, que variaram entre 5,42 e 5,50, aos 120 dias houve um aumento para 5,92, seguido de uma redução para 5,72 aos 150 dias de armazenamento; os frutos embalados em polínylon com espessura de 12 $\mu$ m apresentaram os maiores valores de pH durante os 150 dias de armazenamento, apenas com pequenas variações, entre 5,70 e 6,42, ao longo do tempo; e os frutos embalados em polínylon com espessura de 18 $\mu$ m mostraram-se estatisticamente semelhante aqueles embalados em polínylon com espessura de 12 $\mu$ m até os 120 dias, após esse período houve uma redução para 5,75 (Figura 5).



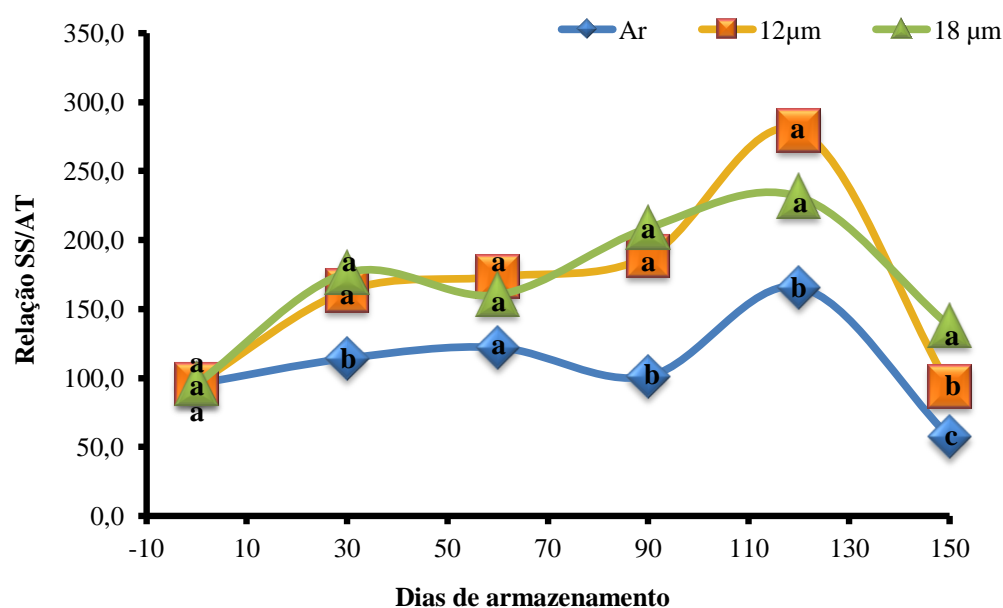
**Figura 5:** Potencial Hidrogeniônico (pH) de caqui ‘Rama Forte’ sem embalagem (Ar) ou embalado a vácuo para remoção da adstringência e armazenamento refrigerado.

Para a firmeza de polpa, os frutos controle (Ar) da cultivar Rama Forte apresentaram-se estatisticamente semelhantes aos demais tratamentos até os 60 dias de armazenamento, com valores variando de 40,9 a 50,8 N, logo após esse período houve uma redução significativa da firmeza de polpa, que manteve-se até os 150 dias de armazenamento, com valor de 29,3 N; os frutos embalados com polínylon nas espessuras de 12 e 18µm permaneceram estatisticamente semelhantes durante todo o armazenamento, com médias entre 40,9 e 49,9 N (Figura 6).



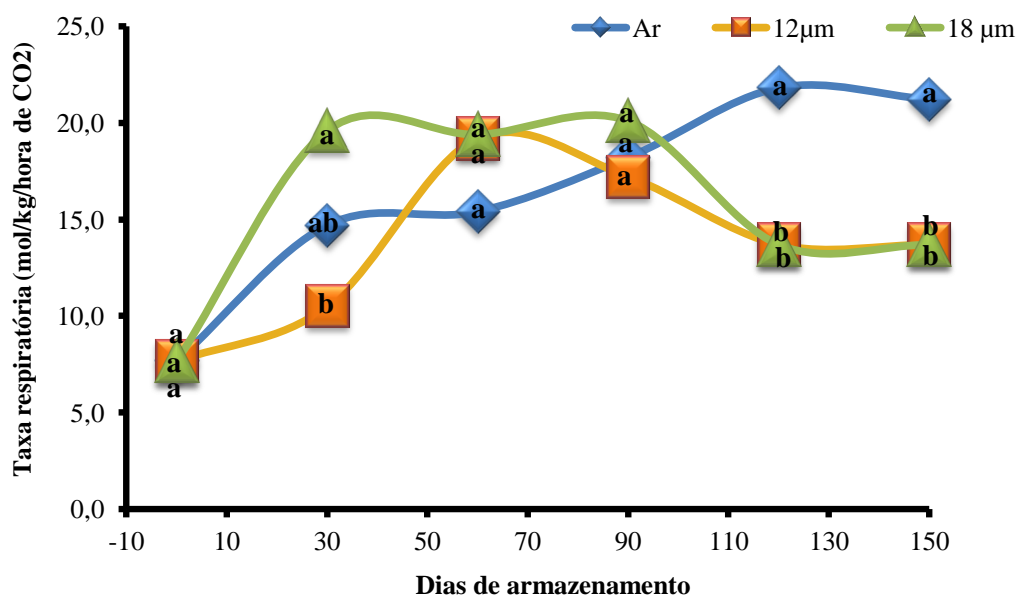
**Figura 6.** Firmeza de polpa de caqui ‘Rama Forte’ sem embalagem (Ar) ou embalado a vácuo para remoção da adstringência e armazenamento refrigerado.

Os frutos controle (Ar) da cultivar Rama Forte apresentaram os menores valores de relação SS/AT no decorrer dos 150 dias de armazenamento, com valores médios variando entre 57,3 e 165,9; já os frutos embalados com polínylon nas espessuras 12 e 18 $\mu$ m apresentaram estatisticamente semelhantes até os 120 dias de armazenamento, com médias entre 160,5 e 279,6, após esse período, os frutos embalados com polínylon com espessura de 18 $\mu$ m apresentaram um maior valor de relação SS/AT, com média de 137,7 (Figura 7).



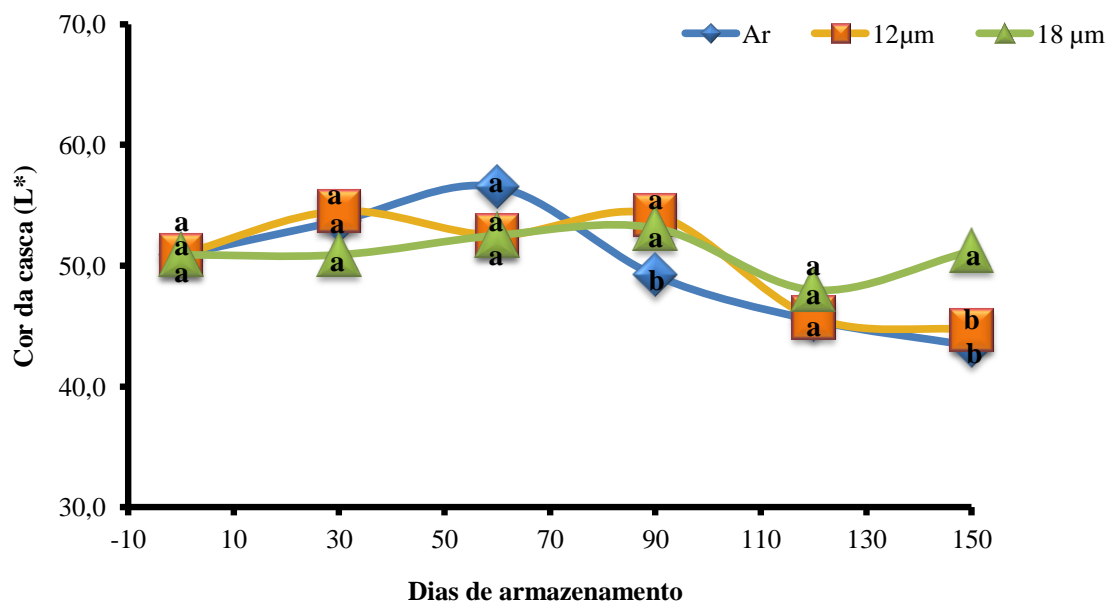
**Figura 7.** Relação SS/AT de caqui 'Rama Forte' sem embalagem (Ar) ou embalado a vácuo para remoção da adstringência e armazenamento refrigerado.

Com relação à taxa respiratória, os frutos controle (Ar) da cultivar Rama Forte apresentaram-se estatisticamente semelhantes aqueles embalados com polínylon nas espessuras 12 e 18 $\mu$ m aos 30, 60 e 90 dias de armazenamento, a partir daí frutos controle (Ar) apresentaram os maiores valores de taxa respiratória (Figura 8).



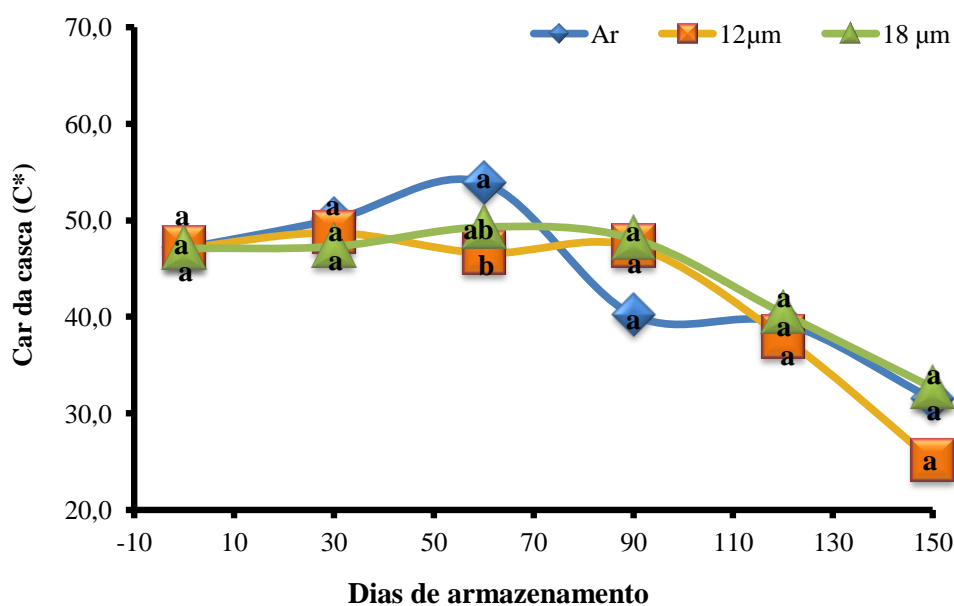
**Figura 8.** Taxa respiratória de caqui ‘Rama Forte’ sem embalagem (Ar) ou embalado a vácuo para remoção da adstringência e armazenamento refrigerado.

Para o parâmetro cor da casca, os frutos controle (Ar) e embalados com polinyon nas espessuras 12 e 17µm da cultivar Rama Forte apresentaram valores de luminosidade ( $L^*$ ) estatisticamente semelhantes aos 30 e 60 dias de armazenamento, após isso os frutos controle (Ar) sofreram uma redução no valor de luminosidade ( $L^*$ ) que se prolongou até os 150 dias de armazenamento; já os frutos embalados com polinyon nas espessuras 12 e 18µm apresentaram-se estatisticamente semelhantes aos 120 dias, e aos 150 dias de armazenamento os embalados com polinyon com espessura de 18µm os maiores valores de luminosidade ( $L^*$ ) (Figura 9).



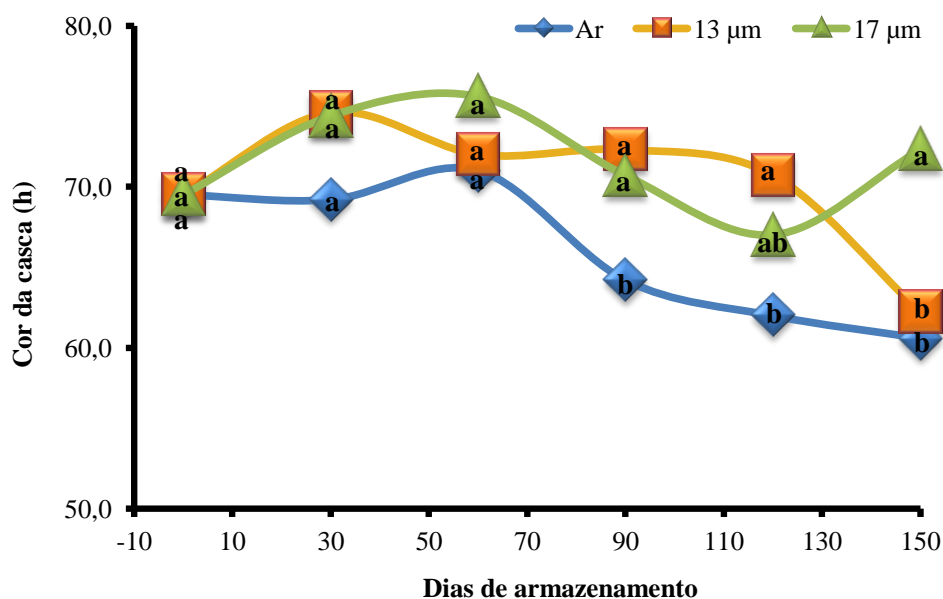
**Figura 9.** Cor da casca (L\*) de caqui ‘Rama Forte’ sem embalagem (Ar) ou embalado a vácuo para remoção da adstringência e armazenamento refrigerado.

Para a cromaticidade (C\*), os frutos controle (Ar) e embalados com polínylon nas espessuras 12 e 18µm da cultivar Rama Forte mostraram-se estatisticamente semelhantes aos 30, 90, 120 e 150 dias de armazenamento, só aos 60 dias os frutos controle (Ar) e embalados com polínylon com espessura de 12µm apresentaram os maiores e menores valores de cromaticidade (C\*), respectivamente, sendo que os embalados com polínylon com espessura de 18µm mostraram-se estatisticamente semelhante aos demais (Figura 10).



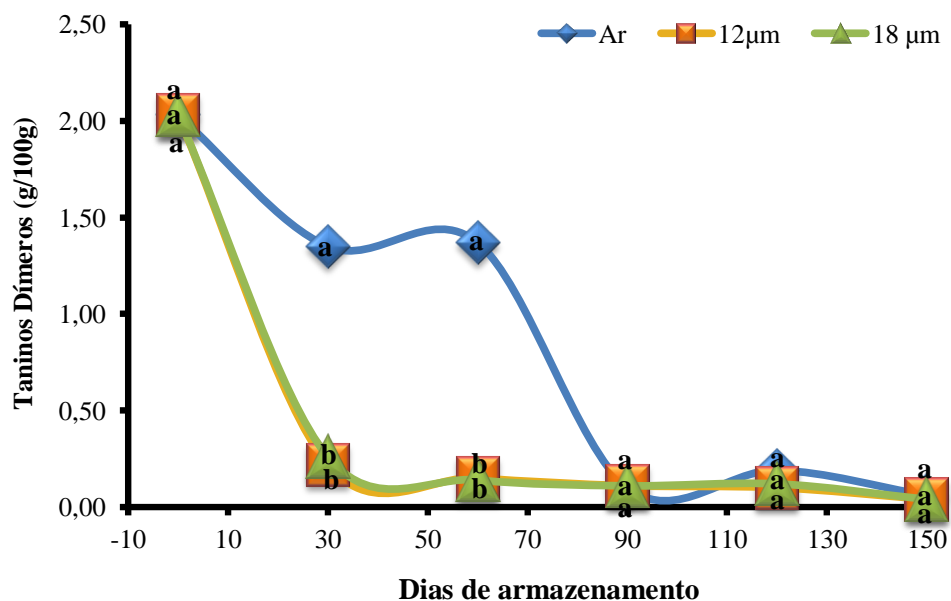
**Figura 10.** Cor da casca ( $C^*$ ) de caqui ‘Rama Forte’ sem embalagem (Ar) ou embalado a vácuo para remoção da adstringência e armazenamento refrigerado.

O ângulo hue (h) dos frutos controle (Ar) e embalados com polinylnon nas espessuras 12 e 18 $\mu$ m da cultivar Rama Forte apresentaram valores estatisticamente semelhantes aos 30 e 60 dias de armazenamento; a partir dos 90 dias de armazenamento os frutos controle (Ar) apresentaram os menores valores de ângulo hue (h) que mantiveram-se até os 150 dias de armazenamento; os frutos embalados com polinylnon nas espessuras 12 e 18 $\mu$ m mostraram-se estatisticamente semelhantes entre os 90 e 120 dias de armazenamento; aos 150 dias embalados com polinylnon em espessura de 18 $\mu$ m apresentaram os maiores valores de ângulo hue (h), e os demais tratamentos estavam estatisticamente iguais (Figura 11).



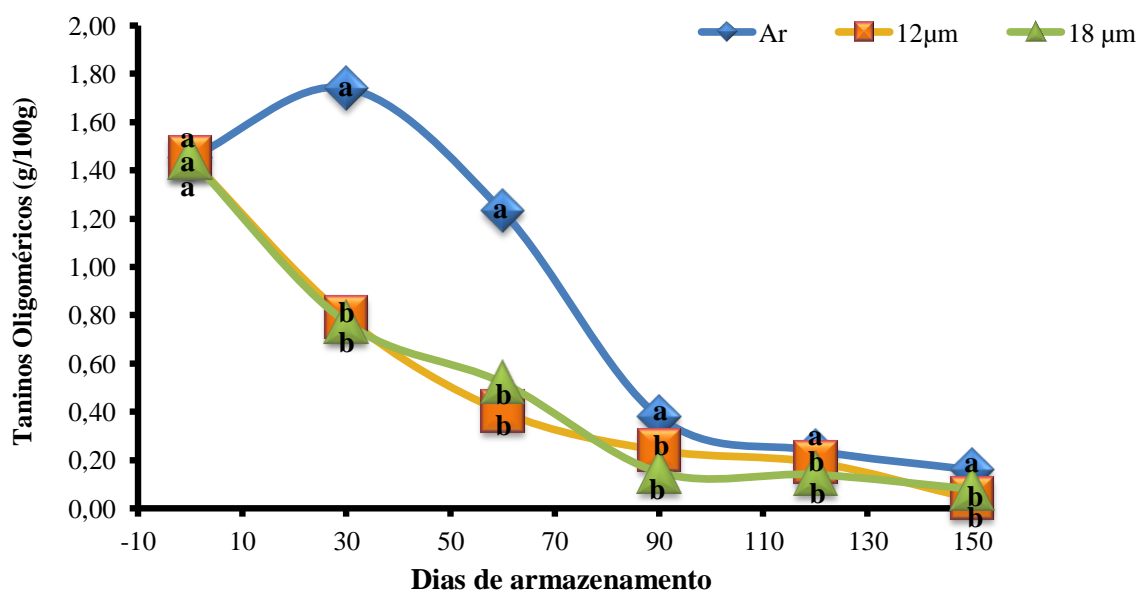
**Figura 11.** Cor da casca (h) de caqui ‘Rama Forte’ sem embalagem (Ar) ou embalado a vácuo para remoção da adstringência e armazenamento refrigerado.

Sobre os teores de taninos dímeros, os frutos controle (Ar) e embalados com polinylnon nas espessuras 12 e 18 $\mu$ m da cultivar Rama Forte apresentaram os maiores e menores valores aos 30 e 60 dias de armazenamento, respectivamente; após esse período ambos os tratamentos apresentaram-se estatisticamente semelhantes (Figura 12).



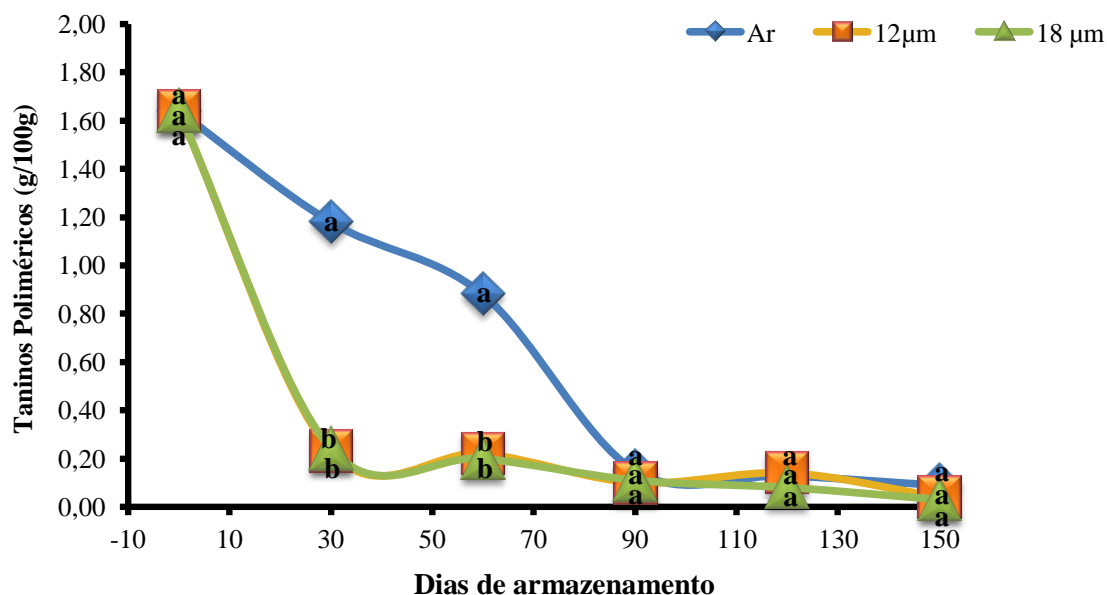
**Figura 12.** Taninos dimeros de caqui 'Rama Forte' sem embalagem (Ar) ou embalado a vácuo para remoção da adstringência e armazenamento refrigerado.

Para os taninos oligoméricos, os frutos controle (Ar) apresentaram os maiores valores durante os 150 dias de armazenamento, já aqueles embalados com polínylon nas espessuras 12 e 18µm apresentaram-se estatisticamente semelhantes e com os menores valores de taninos oligoméricos ao longo dos 150 dias de armazenamento (Figura 13).



**Figura 13.** Taninos oligoméricos de caqui 'Rama Forte' sem embalagem (Ar) ou embalado a vácuo para remoção da adstringência e armazenamento refrigerado.

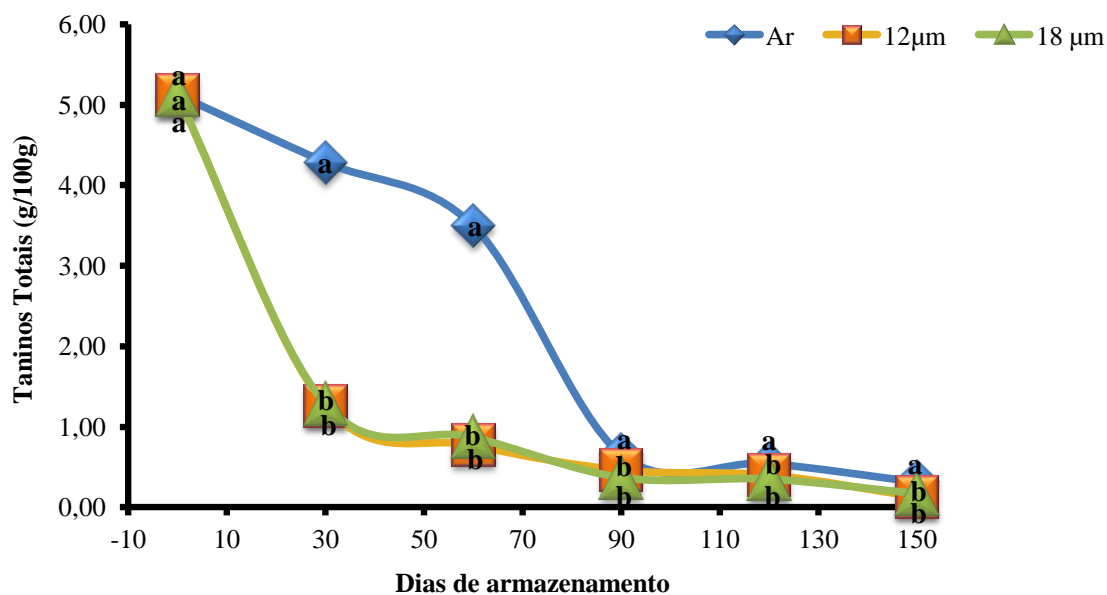
Sobre os taninos poliméricos, os frutos controle (Ar) e embalados com polinyon nas espessuras 12 e 18 $\mu$ m da cultivar Rama Forte apresentaram os maiores e menores valores aos 30 e 60 dias de armazenamento, respectivamente; após esse período ambos os tratamentos apresentaram-se estatisticamente semelhantes (Figura 14).



**Figura 14.** Taninos poliméricos de caqui ‘Rama Forte’ sem embalagem (Ar) ou embalado a vácuo para remoção da adstringência e armazenamento refrigerado.

Em relação aos taninos totais, os frutos controle (Ar) apresentaram os maiores valores durante os 150 dias de armazenamento, já aqueles embalados com polinyon nas espessuras 12 e 18 $\mu$ m apresentaram-se estatisticamente semelhantes e com os menores valores de taninos totais ao longo dos 150 dias de armazenamento (Figura 15).





**Figura 15** Taninos totais de caqui ‘Rama Forte’ sem embalagem (Ar) ou embalado a vácuo para remoção da adstringência e armazenamento refrigerado.

### 3.6 DISCUSSÃO

Os frutos da cultivar Rama Forte que foram mantidos embalados em polínylon nas espessuras de 12 e 18 µm começaram a reduzir um índice de adstringência a partir dos 30 dias de armazenamento, quando já apresentaram notas 3 e 2, ou seja, apresentaram-se moderadamente e ligeiramente taninosos, respectivamente. Ao final dos 150 dias de armazenamento os frutos apresentaram índice de adstringência igual a 2 para ambas as espessuras de filme polínylon, ou seja, apresentaram-se ligeiramente taninosos. O uso de embalagens de polínylon com vácuo proporcionou a formação de uma atmosfera com baixas concentrações de O<sub>2</sub>, possivelmente 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 conseqüente redução do índice de adstringência (EDAGI, et al., 2009). Os frutos do controle (Ar) permaneceram com índice de adstringência 5 durante todo o período em que ficaram armazenados. Resultados semelhantes foram observados por MONTEIRO et al., 2017, com a cultivar ‘Giombo’ produzida em Mogi das Cruzes, São Paulo.

Com relação ao teor de sólidos solúveis, os frutos da cultivar Rama Forte que foram embalados com polinylon nas espessuras de 12 e 18 $\mu$ m apresentaram uma diferença significativa logo após os 30 dias de armazenamento, quando comparado aos frutos controle (Ar), apresentando os menores valores de sólidos solúveis ao longo dos 150 dias de armazenamento. A redução no teor de sólidos solúveis nos frutos embalados com polinylon pode ser explicada pela mudança na composição atmosférica no interior da embalagem, gerando um estresse com conseqüente aumento do metabolismo dos frutos. Além disso, os sólidos solúveis podem ser utilizados como substrato no processo respiratório durante o período de amadurecimento dos frutos (MONTEIRO, 2011). Entretanto, o acréscimo nos teores de sólidos solúveis ao longo do armazenamento de caqui 'Fuyu' embalado em diferentes tipos de filme foi observado por CIA et al., 2006.

O uso da embalagem de polinylon nas espessuras de 12 e 18 $\mu$ m proporcionou uma maior redução na acidez titulavel dos frutos da cultivar 'Rama Forte' quando comparado com os frutos controle (Ar). Porém aos 150 dias de armazenamento aqueles embalados com polinylon com espessura de 12 $\mu$ m apresentaram um valores de acidez titulavel maior que os frutos embalados com polinylon com espessura de 18 $\mu$ m, uma vez que estavam em processo avançado de senescência. Na cultivar Rama Forte a condição de anaerobiose no interior das embalagens pode ter proporcionado à utilização dos ácidos orgânicos como substrato respiratório, justificando sua redução após a colheita e durante o período de armazenamento (MUÑOZ, 2002). No entanto, ANTONIOLLI et al. (2003) verificaram aumento da acidez em caqui 'Giombo' acondicionados em embalagem de polietileno com o avanço do armazenamento. De acordo com BRECH et al., (2010), os ácidos orgânicos estão em constante estado de fluxo nos tecidos vegetais pós-colheita, e durante a senescência tendem a diminuir.

Os frutos da cultivar Rama Forte que foram embalados com polinylon nas espessuras de 12 e 18 $\mu$ m mostraram os maiores valores de pH, mantendo-se estatisticamente semelhantes até os 120 dias de armazenamento, e, após esse período, os frutos embalados com polinylon 12 $\mu$ m apresentaram os maiores valores de pH. Na literatura podemos encontrar diferentes comportamentos de pH em cultivares de caquis, tais como o aumento com o passar do tempo e amadurecimento em caqui 'Giombo' (BLUM et al., 2008) e 'Fuyu' (FAGUNDES & AYUB, 2005); na cultivar 'Rama Forte' parece que não houve mudança significativa de pH no processo de amadurecimento dos frutos (SHIMIZU et al., 2002). Sabe-se que durante o processo natural de amadurecimento do caqui ocorre o aumento do pH e a diminuição da acidez da polpa (MUÑOZ, 2002; MATINELE, 2014).

Em relação à firmeza de polpa, os frutos da cultivar Rama Forte que foram embalados com polinylon nas espessuras de 12 e 18 $\mu$ m mostraram-se mais firmes durante os 150 dias de armazenamento, quando comparados com os frutos controle (Ar). A manutenção da firmeza de polpa é um dos mais importantes atributos de qualidade, principalmente para frutos que serão armazenados e/ou destinados ao mercado externo (TESSMER, 2014). Atmosfera modificada com baixos níveis de O<sub>2</sub> e altos de CO<sub>2</sub> geralmente reduzem a respiração e outros processos associados à maturação e perda de firmeza (MONTEIRO et al., 2017). Estudando a cultivar Giombo, (MONTEIRO, 2011) obteve resultados similares utilizando a embalagem polinylon na espessura de 20 $\mu$ m. Analisando a mesma cultivar, ANTONIOLLI et al. (2003) utilizando embalagem de polietileno de baixa densidade (60  $\mu$ m de espessura), observou que a embalagem não interferiu positivamente na firmeza de polpa.

Os frutos Rama Forte embalados com polinylon nas espessuras de 12 e 18 $\mu$ m apresentaram os maiores valores de relação SS/AT ao longo dos 150 dias de armazenamento. Segundo MALGARIM et al. (2007), quanto mais madura está a fruta maior a relação SST/ATT. Valores de relação SS/AT entre 146 e 370 foram encontrados na literatura para caqui 'Giombo' (ROMBALDI, et al., 2012).

No decorrer dos 150 dias de armazenamento houve um aumento significativo na taxa respiratória dos frutos da cultivar Rama Forte, quando comparado com o dia zero, com destaque para o controle (Ar). Os frutos embalados com polinylon nas espessuras de 12 e 18 $\mu$ m mostraram-se estatisticamente semelhantes ao controle (Ar), contudo aos 120 dias houve uma redução nos valores de taxa respiratória. A respiração é um processo metabólico que fornece energia para os processos bioquímicos das plantas e a taxa respiratória dos produtos frescos pode ser expressa como a taxa de consumo de O<sub>2</sub> e/ou taxa de produção de CO<sub>2</sub>. Em frutos climatéricos, como o caqui, ocorre um rápido aumento na taxa respiratória (climatério), seguido por um declínio na atividade (KADER, 2002; CHITARRA e CHITARRA, 2005). Segundo BIALE et al., (1961), a ocorrência do climatério no caqui não é muito claro. Ainda, o caqui apresenta baixa taxa de produção de etileno, apesar de ser um fruto climatérico. No entanto, é fortemente sensível a este fitormônio, até mesmo em baixas concentrações, pois age induzindo o amaciamento da polpa, que é indesejável quando se pretende armazenar caquis por longos períodos (BRACKMANN et al., 2013; KADER, 2002).

Sobre o parâmetro cor da casca, o uso da embalagem de polinylon influenciou a luminosidade (L\*) e ângulo hue (h) dos frutos da cultivar Rama Forte durante o

armazenamento, entretanto os frutos embalados com polínylon na espessura de 18 $\mu$ m apresentaram maiores valores de L\* e h ao final dos 150 dias de armazenamento, ou seja, os frutos 'Rama Forte' estavam mais brilhosos, ou seja os frutos 'Rama Forte' passaram de uma coloração amarelo-alaranjado para amarelo, quando comparados aos frutos controle (Ar). Com relação à cromaticidade (C\*), a cultivar respondeu de maneira estatisticamente semelhante aos tratamentos, contudo ao final dos 150 dias de armazenamento os frutos apresentaram uma coloração menos intensa quando comparado ao dia zero.

Durante o armazenamento observou-se a imediata e significativa redução nos teores de taninos dímeros, oligoméricos, poliméricos e totais após os frutos da cultivar Rama Forte serem embalados em polínylon nas espessuras 12 e 18 $\mu$ m. Os frutos controle (Ar) também apresentaram redução nos teores de taninos, contudo, isso foi mais expressivo após os 90 dias de armazenamento. A redução nos teores de taninos pode ser explicada pela acumulação de acetaldeído em consequência da formação de uma atmosfera modificada causada pela embalagem de polínylon, onde a sua baixa permeabilidade ao O<sub>2</sub> formou uma condição de anaerobiose (MONTEIRO et al., 2017). Essa alteração leva a descarboxilação do piruvato elevando a produção de CO<sub>2</sub> que por sua vez vai estimular a produção de acetaldeído que irá reagir com os taninos solúveis, provocando a destanização, com consequente redução do índice de adstringência (EDAGI, et al., 2009). De acordo com VIDRIH et al. (1994), as frutas são comestíveis quando o conteúdo de taninos solúveis é igual ou inferior a 0,1g/100.

### **3.7 CONCLUSÃO**

A embalagem a vácuo, utilizando o filme polínylon, foi considerada uma alternativa viável para a remoção de adstringência e manutenção da qualidade pós-colheita dos frutos de caquis 'Rama Forte' produzido no Vale do São Francisco armazenados durante 150 dias.

### 3.8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKAGI, T.; IKEGAMI, A.; TSUJIMOTO, T.; KOBAYASHI, S.; SATO, A.; KONO, A.; YONEMORI, K. DkMyb4 is a Myb transcription factor involved in proanthocyanidin biosynthesis in persimmon fruit. **Plant Physiology**, Rockville, v. 151, p. 2018-20145, 2009.

ANTONIOLLI, L. R. et al. Use of polyethylene bags on conservation of 'Giombo' persimmons during cold storage. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 1, p. 77-80, 2003.

BIALE, J. B. The postharvest biochemistry of tropical and subtropical fruits. **Advances in Food Research**, v. 10, p. 293-354, 1961.

BLUM, J. et al. Destanizacao do caqui 'Giombo' com etanol e ethephon. **Revista Ceres**, v. 55, n. 1, p. 054, 2008.

BRACKMANN, A. Capa: a produção, o consumo e a qualidade do caqui no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbf/v25n1/a01v25n1.pdf>>. Acesso em: 02 OFev 2018.

BRECHT, J. K. et al. **Fisiologia Pós-Colheita de Tecidos Vegetais**. In: DAMODARAN, S. Química de Alimentos de Fennema; Tradução Adriano Brandelli...et al. 4º edição, Porto Alegre: Artmed, 2010, 900p.

CIA, P., BENATO, E. A., SIGRIST, J. M. M., SARANTOPOULOS, C., OLIVEIRA, L. M., PADULA, M. Modified atmosphere packaging for extending the storage life of 'Fuyu' persimmon. **Postharvest Biology and Technology**, Wageningen, v.42, n.3, p.228-234, 2006.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/FAEPE, 2005. 320. p.

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

FAGUNDES, A. F; AYUB, R. A. Caracterização físico-química de caquis cv. Fuyu submetidos à aplicação de agentes inibidores de escurecimento e armazenados a 0° C. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 27, n. 3, p. 403-408, 2005.

GAZIT, S.; LEVY, Y. Adstringency and removal in persimmon. **Israel Journal of Agricultural Research**, Rehovot, v. 13, n. 3, p. 125-132, 1963.

KADER, A.A. Postharvest Technology of Horticultural Crops. University of California, 3rd edition, 2002, 519 p.

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.

MANTILLA, S. P. F. et al. Atmosfera modificada na conservação de alimentos. **Rev. Acad., Ciênc. Agrár. Ambient.**, Curitiba, v. 8, n. 4, p. 437-448, out./dez. 2010

MARTINELLI, M. Estudo de uma nova opção de embalagem para transporte e comercialização de caquis (*Diospyrus kaki*, L.) cv. Mikado e Rama-Forte – Rio de Janeiro: UFRJ/IQ, 2014.

MENDONÇA, V.Z. et al., Aspectos físico-químicos e bioquímicos durante o armazenamento refrigerado do caqui em atmosfera modificada passiva. **Nativa, Sinop**, v. 03, n. 01, p. 16-21, jan./mar. 2015

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

MONTEIRO, M. F. Técnicas de remoção da adstringência e refrigeração em caqui 'Giombo'. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2011.

MONTEIRO, M. F. et al. Vacuum packaging is efficient to remove astringency and to maintain the firmness of 'Giombo' persimmon. **Rev. Bras. Frutic.**, v. 39, n. Spe., (e-358). Jan-Feb, 2017 Jaboticabal - SP

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

REICHER, F.; SIERAKOWSKI, M. R.; CORREAL, J. B. C. Determinação espectrofotométrica de taninos pelo reativo fosfotúngstico-fosfomolíbico. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, v. 24, n. 4, p. 407-411, 1981.

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.

SHIMIZU, M.K., CONEGLIAN, R.C.C., BUSQUET, R.N.B., CASTRICINI, A., 2002. **Avaliação do efeito de diferentes concentrações de álcool na destanização e amadurecimento de caqui**. *Agronomia* 36, 11-16.

TESSMER, M. A. Estudos anatômicos e fisiológicos de frutos de caquizeiro (*Diospyros kaki* L) quanto ao acúmulo de taninos e as processos de destanização. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura ‘Luiz de Queiroz’. Piracicaba, 2014.

VIDRIH, R.; SIMCIC, M.; HRIBRA, J.; PLESTENJAK, A. Astringency removal by high CO<sub>2</sub> treatment in persimmon fruit (*Diospyros kaki*). **Acta Horticulturae**, Leuven, n.368, p.652-656, 1994.

VITTI, D.C.C., 2009. **Destanização e armazenamento refrigerado de caqui ‘Rama Forte’ em função da época de colheita**. Tese (Doutorado em Ciências). Área de Concentração: Fitotecnia. Universidade de São Paulo – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.