

**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Destanização e armazenamento refrigerado de caqui ‘Rama
Forte’ em função da época de colheita**

Daniela Cristina Clemente Vitti

Tese apresentada para obtenção do título de
Doutor em Ciências. Área de concentração:
Fisiologia e Bioquímica de Plantas

**Piracicaba
2009**

Daniela Cristina Clemente Vitti
Engenheiro Agrônomo

Destanização e armazenamento refrigerado de caqui 'Rama Forte' em
função da época de colheita

Orientador:
Prof. Dr. **RICARDO ALFREDO KLUGE**

Tese apresentada para obtenção do título de
Doutor em Ciências. Área de concentração:
Fisiologia e Bioquímica de Plantas

Piracicaba
2009

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP**

Vitti, Daniela Cristina Clemente

Destanização e armazenamento refrigerado de caqui 'Rama Forte' em função da época de colheita / Daniela Cristina Clemente Vitti. - - Piracicaba, 2009.
123 p. : il.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2009.
Bibliografia.

1. Armazenagem de alimentos 2. Caqui 3. Conservação de alimentos pelo frio 4.
Maturação vegetal 5. Pós-colheita I. Título

CDD 634.451
V852d

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

Aos meus pais,

Godofredo César Vitti e Maria Aparecida Clemente,

Pelo exemplo de caráter, amor e generosidade,

Aos meus filhos,

Yuri e Naomi,

Por me ensinarem o que é a felicidade plena,

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

À vida! À oportunidade de viver!

À minha mãe, pelo apoio, incentivo, exemplo, alegria, generosidade e, principalmente, sabedoria.

Ao meu pai, pelo exemplo de profissional, mas, principalmente de caráter, me ensinando o verdadeiro sentido de ética, verdade e respeito.

Aos meus irmãos, Júlio e Pedro Luis, por me ajudarem a ser mais generosa e a dividir o amor dos pais.

Aos meus pequenos e amados filhos, Yuri e Naomi, por me fornecerem o combustível com o qual caminho e busco ser uma pessoa melhor, o amor incondicional.

Ao meu companheiro, Filipe, pelo amor, respeito, cumplicidade e, principalmente compreensão nos momentos de dificuldades e também nas alegrias; e a toda sua família, Marisi, Nestor, Lili, Edázima, Cheila, Telma, Dona Marion, e demais tios e tias por nos receberem (“pacotinho completo”) com tanto carinho e respeito.

Ao meu orientador prof. Dr. Ricardo Alfredo Kluge, pelos ensinamentos, dedicação, orientação e extrema paciência.

À Dra. Lucimara Rogéria Antonioli, por despertar o interesse em tema tão apaixonante, com dedicação e competência.

À todos os estagiários do laboratório de Fisiologia e Bioquímica Pós-colheita, pela extrema dedicação, inclusive nos finais de semana e feriados, sempre com alegria e vontade de aprender: K-ju, Mindiña, Zé Prata, Bia, Daniele, Fernanda, Tio e tantos outros que passaram pelo laboratório e que de alguma forma contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho.

À Prof. Dra. Giuseppina Pace Pereira Lima, pela amizade, generosidade e pelos indispensáveis ensinamentos, proporcionando um entendimento divertido da Bioquímica.

Ao Prof. Dr. José Fernando Durigan, pelo direcionamento dos primeiros passos nos caminhos da fisiologia e bioquímica pós-colheita, sempre tão generoso na transmissão dos ensinamentos e sempre tão disposto a corrigir e ensinar.

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

À FAPESP, pela concessão da bolsa de auxílio técnico.

Ao Prof. Dr. Angelo Pedro Jacomino, pela sempre pronta disposição em fornecer todo o material necessário e infra-estrutura para a realização de grande parte deste trabalho.

Ao MSc. Marcos José Treisan, pela ajuda, organização e disposição em todas as etapas do desenvolvimento deste trabalho.

À todos os funcionários do Departamento de Ciências Biológicas, principalmente a secretária Maria Solizete Granzio Silva, pelos lembretes, pela agilidade ao providenciar documentos e contatos, sempre generosa e muito dedicada.

À técnica Marly Kasue Misaki Soares, pelos ensinamentos em Microscopia, sempre paciente e atenciosa.

À Prof. Dra. Beatriz Appezzato da Glória pelos ensinamentos e permissão para o uso do seu laboratório.

Aos meus companheiros de pós-graduação, tão queridos, Carol, Fabiana, Juan, Ivan, Ilana, Cecília, Andressa, pela ajuda, pelo apoio, pelos ensinamentos acadêmicos e de vida.

À todos, que de alguma forma contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho.

Muito obrigada!!

SUMÁRIO

RESUMO.....	9
ABSTRACT.....	11
1 INTRODUÇÃO.....	13
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
2.1 Aspectos Botânicos.....	15
2.2 Maturação e Ponto de Colheita	16
2.3 Amolecimento.....	17
2.4 Adstringência	18
2.5 Remoção artificial da adstringência.....	20
2.5.1 Destanização com etanol.....	21
2.5.2 Destanização com CO ₂	23
2.6 Armazenamento Refrigerado.....	25
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	27
3.1 Procedência dos frutos.....	27
3.2 Tratamentos.....	27
3.3 Determinações.....	29
3.3.1 Perda de massa.....	29
3.3.2 Índice de adstringência.....	30
3.3.3 Firmeza da polpa.....	30
3.3.4 Cor de casca e de polpa.....	30
3.3.5 Taninos solúveis e totais.....	31
3.3.6 Acetaldeído e etanol.....	31
3.3.7 Atividade da Pectinametilesterase.....	33
3.3.8 Análise dos resultados.....	33
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35
4.1 Safra 2005/2006.....	35
4.1.1 Perda de massa.....	36
4.1.2 Firmeza de polpa.....	39
4.1.3 Índice de adstringência.....	42
4.1.4 Cor de casca e de polpa.....	45

4.1.5 Taninos solúveis e totais.....	57
4.1.6 Acetaldeído e etanol.....	60
4.2 Safra 2006/2007.....	63
4.2.1 Perda de massa.....	63
4.2.2 Firmeza de polpa.....	69
4.2.3 Índice de adstringência.....	64
4.2.4 Cor de casca.....	83
4.2.5 Pectinametilesterase.....	102
4.3 Discussão.....	107
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	113
REFERÊNCIAS.....	117

RESUMO

Destanização e armazenamento refrigerado de caqui 'Rama Forte' em função da época de colheita

O caqui 'Rama Forte' representa, aproximadamente 60% da produção brasileira. No entanto, é uma cultivar que ainda apresenta problemas de comercialização e conservação pós-colheita. Os frutos desta cultivar pertencem ao grupo de polinização variável, o que significa dizer que, na ausência de sementes, os frutos preservam a adstringência mesmo quando maduros, necessitando, portanto, de um processo artificial para a remoção da adstringência. Dentro deste contexto, o objetivo do trabalho foi determinar os melhores tratamentos utilizando o etanol e o CO₂ como agentes destanizadores dos frutos colhidos no início, meados e final da safra. Caquis 'Rama Forte' foram colhidos em pomar comercial, em três épocas distintas nas safras de 2005/2006 e 2006/2007. A safra 2005/2006 visou determinar os melhores tratamentos utilizando-se 70% e 80% de CO₂ por 12 e 18 horas e etanol, por 6 e 12 horas. Na safra 2006/2007 os melhores tratamentos obtidos na safra anterior foram repetidos e, adicionalmente, os frutos foram mantidos sob refrigeração por 30, 60 e 90 dias. Ao saírem da condição refrigerada, os frutos permaneceram em condições de comercialização simulada por até 16 dias. Os resultados foram submetidos à análise de erro do desvio padrão. As diferenças entre dois tratamentos maior que a soma de dois desvios padrões foram consideradas significativas. Os frutos de meados e final de safra apresentam-se em um estágio de maturação mais avançado, diminuindo a vida de prateleira dos frutos devido à menor firmeza destes. Frutos armazenados por 30, 60 ou 90 dias à 1°C, devem ser comercializados em, no máximo dois dias após a saída da condição refrigerada. A remoção da adstringência com 70% de CO₂/12 horas é parcial quando os frutos são mantidos em temperatura ambiente, mas é eficiente após o armazenamento refrigerado, com vida de prateleira de, no máximo 2 dias. O vapor de etanol é, sem dúvida, o melhor tratamento para a remoção da adstringência de caquis 'Rama Forte'. No entanto, a dificuldade operacional do método exige maiores investimentos em pesquisa buscando alternativas como por exemplo, o desenvolvimento de sachês liberadores de etanol dentro de embalagens.

Palavras-chave: *Diospyrus kaki* L.; Etanol; CO₂; Adstringência; Tanino; Acetaldeído

ABSTRACT

Remove astringency and cold storage of Rama Forte persimmon according to harvest time

The Rama Forte persimmon represents about 60% of the Brazilian production. However, it still presents many postharvest conservation and commercialization problems. This fruit growth belongs to the variable pollination group, what means that in absence of seeds, the fruit will maintain the astringency even when ripe, therefore needing an artificial process to remove its astringency. Inside this overall situation the purpose of this "study" was to determine the best treatments using ethanol and CO₂ as methods to remove the astringency on fruit cropped in the beginning, middle and at the end of the harvest. The fruit were all harvested in commercial gardens during three different periods in the 2005/2006 and 2006/2007 harvests. The 2005/2006 harvest was meant to determine the best treatments using 70% and 80% of CO₂ for 12 and 18 hours and ethanol for 6 and 12 hours. In the 2006/2007 harvest the best treatments obtained in the previous harvest were repeated and, in addition to it, the fruit were kept under refrigeration for 30, 60 and 90 days. When taken out of the cold storage the fruit remained in commercialization conditions for up to 16 days. The results have all been subjected to average standard error analysis. Differences between two treatments larger than the sum of two errors patterns were considered significant. The fruit of middle and final of the harvest show a more advanced ripeness stage reducing the shelf-life of the fruit due to the less firmness of them. Fruit stored for 30, 60 and 90 days at 1°C, must be commercialized in a maximum of 2 days after taken out of the refrigerated condition. The removal of the astringency with 70%CO₂/12 hours is partial when the fruit are kept in an storage room but is efficient after cold storage with a shelf-life of 2 days at the most. The ethanol vapor is for sure the best treatment for the removal of the astringency of persimmon Rama Forte. However, the operational difficulty of the method demands more investments on research to find alternatives as for example, the development of ethanol releasing pouch inside the packages.

Keywords: *Diospyrus kaki* L.; Ethanol; CO₂; Astringency; Tannin; Acetaldehyde

1 INTRODUÇÃO

O caqui (*Diospyros kaki* L.) é originário da Ásia, sendo introduzido no Estado de São Paulo, no ano de 1890. A expansão da cultura, no entanto, só ocorreu a partir de 1920, com a chegada dos imigrantes japoneses que trouxeram outras cultivares e técnicas de produção.

A participação do caqui na fruticultura brasileira ainda é pequena. Em 2005, sua produção e área cultivada representaram menos de 0,5% da produção total das frutas (FIORAVANÇO, 2007). De acordo com Simão (1998), a área ocupada pela cultura do caquizeiro no Brasil manteve-se em níveis estacionários, não ultrapassando 4.062 ha, porém, de acordo com Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2007), a área plantada apresentou um leve aumento chegando a 4.647 ha. O Estado de São Paulo é o maior produtor, com 87 mil toneladas ano⁻¹, área plantada de 3.069 hectares (58% da produção nacional) e quase um milhão de plantas. As principais regiões produtoras são Mogi das Cruzes (42%), Itapeva (19%), Campinas (15%), Sorocaba (10%) e Itapetininga (5%), totalizando 92% da produção do Estado de São Paulo (IEA, 2008). De acordo com a FAO (2004), a exportação do fruto movimentou cerca de US\$ 285 mil no ano de 1999.

O caqui 'Rama Forte' representa aproximadamente 60% da produção brasileira. No entanto, é uma cultivar que ainda apresenta problemas de comercialização e conservação pós-colheita. Os frutos desta cultivar pertencem ao grupo de polinização variável, o que significa dizer que, na ausência de sementes, os frutos preservam a adstringência mesmo quando maduros, necessitando, portanto, de um processo artificial para a remoção da adstringência. Muñoz (2002) determinou concentrações e tempos de exposição ideais utilizando etanol, etileno e CO₂ como agentes destanizadores de caquis 'Rama Forte', assim como o melhor período para destanização dos frutos quando da intenção de armazená-los. No entanto, observações práticas têm indicado que os frutos de polinização variável possivelmente apresentam uma variação no teor de taninos solúveis em função da época de colheita durante a safra, o que dificultaria a remoção da adstringência, resultando em frutos adstringentes mesmo após o tratamento de destanização. Não foram encontrados registros na literatura disponível sobre o

efeito da época de colheita sobre o teor de taninos solúveis ou sobre a destanização dos frutos. Sabe-se, no entanto, que a época de colheita interfere no comportamento respiratório de caquis 'Fuyu' (TURK, 1993) e em alguns parâmetros de qualidade de caquis 'Hachiya' e 'Fuyu' (PEKMEZCI et al., 1997).

Outro problema consiste no fato da produção estar concentrada num curto período de tempo, gerando grande oferta do produto no mercado e invariavelmente conduzindo os preços a níveis bastante baixos. O adequado armazenamento sob condições refrigeradas possibilita uma dilatação no período de comercialização, de forma a oferecer o produto numa época do ano em que normalmente encontra-se pouco disponível, além de evitar a queda excessiva dos preços (ANTONIOLLI, 1999).

Dentro deste contexto, o objetivo do trabalho foi determinar os melhores tratamentos utilizando o etanol e o CO₂ como agentes destanizadores dos frutos colhidos no início, meados e final da safra, de forma que o produtor possa optar entre dois métodos de destanização de custos diferenciados, tendo conhecimento do período que dispõe para comercialização do produto em função da qualidade e vida útil que o tratamento propicia. Além disto, o trabalho visou identificar e quantificar os processos envolvidos na destanização dos frutos, bem como as reações bioquímicas e fisiológicas envolvidas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Aspectos botânicos

O caqui pertence à família Ebenaceae e ao gênero *Diospyrus*, englobando 4 espécies de importância comercial. O caquizeiro (*Diospyros kaki* L.) é originário do continente asiático, mais precisamente da China, de onde, há séculos, foi levado para o Japão, sendo hoje cultivado em todo o mundo (SALUNKHE; DESAI, 1984; RAGAZZINI, 1985; MARTINS; PEREIRA, 1989). Introduzido no Brasil no final do século passado, mostra grande potencial de expansão, dado a excelente adaptação às condições brasileiras (PENTEADO, 1986). Os frutos apresentam ótima aceitação no mercado, devido ao excelente sabor, boa aparência e elevada qualidade nutricional (MARTINS; PEREIRA, 1989).

As cultivares de caquizeiro podem ser divididas em dois tipos distintos: aquelas cujos frutos não apresentam mudança na coloração da polpa em função da polinização (constantes em relação à polinização - PC) e aquelas cujos frutos apresentam polpa clara quando não polinizados (sem sementes) e escura quando polinizados (com sementes) (variáveis em relação à polinização - PV). Cada um destes grupos pode ainda ser subdividido em adstringente (A) e não-adstringente (NA). Dessa forma, as cultivares de caquizeiro podem ser classificadas entre os tipos básicos: PCA (Taubaté, Hachiya, Pomelo e Rubi), PCNA (Fuyu, Jiro e Fuyuhana) e PV, sendo que os frutos das cultivares de polinização variável podem ser adstringentes (Aizumishirazu, Rama Forte e Giombo) ou não-adstringentes (Zenjimar, Shogatsu e Mizushima) (ITO, 1971; SEYMOUR et al., 1993).

No Brasil, os frutos são classificados em três grupos, conforme Campo-Dall'Orto et al. (1996). O primeiro é denominado "sibugaki", que compreende frutos de polpa sempre taninosa e de cor amarelada, quer apresentem ou não sementes. As principais cultivares são: Taubaté, Pomelo, Hachiya e Coração de boi. O segundo grupo, denominado "amagaki", abrange frutos de polpa sempre não taninosa e de cor amarelada, apresentando ou não sementes. São chamados caquis doces ou duros. As principais cultivares são Fuyu, Jiro, Hanagoshi e Fuyuhana. O terceiro grupo é denominado "variável" e inclui frutos de polpa

taninosa e de cor amarelada quando sem sementes e, não taninosa, parcial ou totalmente, quando com uma ou mais sementes. Quando as sementes são numerosas a polpa é de cor escura, sendo, popularmente chamado caqui “chocolate”. As principais cultivares deste grupo são Rama Forte, Giombo e Kaoru (MARTINS; PEREIRA, 1989).

De acordo com Martins & Pereira (1989), a cultivar Rama Forte produz a maioria dos frutos sem sementes e, portanto, taninosos. Os frutos são de tamanho médio, formato achatado e bem consistentes mesmo após o processo de destanização. O sabor é bastante agradável, com coloração de polpa amarelo-escura nos frutos sem sementes e parda naqueles com grande número de sementes.

2.2 Maturação e Ponto de Colheita

A maturação dos frutos pode ser definida como a seqüência de mudanças na cor, sabor, aroma e textura, tornando-os apropriados para o consumo “in natura” e/ou industrialização (CHITARRA; CHITARRA, 2005), sendo influenciada pela cultivar e pelas condições climáticas (SIMÃO, 1998).

Segundo Wills et al. (1981) e Hardenburg et al. (1986), o caqui é considerado um fruto climatérico; no entanto, Takata (1983) relatou que os frutos de caquizeiro 'Fuyu' podem apresentar um padrão que difere de ambos, climatérico e não-climatérico, considerando-se que os frutos colhidos tardiamente deixaram de apresentar picos marcantes na taxa respiratória e na produção de etileno, característicos dos frutos colhidos no início da safra. De forma semelhante, Turk (1993) verificou que frutos colhidos em dois estádios diferentes de maturação apresentaram comportamento diferenciado durante o período de armazenamento refrigerado a que foram submetidos, sendo que os frutos da primeira colheita apresentaram um modelo climatérico típico, enquanto os frutos colhidos mais tardiamente apresentaram produção irregular de CO₂ durante o armazenamento. A taxa respiratória do caqui é de 2-5mg CO₂ kg⁻¹ h⁻¹ a 0°C e de 30-40mg CO₂ kg⁻¹ h⁻¹ a 25°C (HARDENBURG et al., 1986), enquanto a taxa de produção de etileno é cerca de 0,1-1,0 µL C₂H₄ kg⁻¹ h⁻¹ a 25°C (KADER, 1992).

O ponto de colheita pode ser determinado através das diferentes tonalidades por que passam os frutos. No início, a casca apresenta-se com coloração verde-clara, passando a amarelo-avermelhada nas cultivares do grupo “sibugaki” e a verde-amarelada nas do grupo “amagaki” (SIMÃO, 1998). Pekmezci et al. (1997) concluíram que caquis ‘Hachiya’ e ‘Fuyu’ colhidos em meados de outubro (Antalya, Turquia) apresentaram melhor qualidade durante o armazenamento refrigerado que os colhidos ao final de setembro, considerando alguns parâmetros como perda de matéria fresca, cor da epiderme, firmeza de polpa, teor de sólidos solúveis e taxa respiratória. De acordo com os mesmos autores, os frutos da 2ª colheita apresentaram menor ocorrência de podridões e conservaram-se melhor durante 4 meses a 0°C e 90% UR. Turk (1993), avaliando a qualidade de caquis ‘Fuyu’ colhidos em dois diferentes estádios de maturação (21 e 30 de novembro, Bursa, Turquia), concluiu que os frutos da 2ª colheita puderam ser armazenados por 2-3 meses sob temperatura de 0°C e 90% UR.

2.3 Amolecimento

A firmeza, um dos componentes da textura de polpa do fruto, sofre modificações consideráveis durante o amadurecimento e conservação pós-colheita, sendo o amolecimento dos tecidos a alteração mais marcante e um dos primeiros indicativos do amadurecimento. Tal modificação é de primordial importância quando se considera a necessidade da manutenção da qualidade durante o transporte, o tempo de conservação e o ataque de patógenos (BRAZ et al., 2008).

O amolecimento de um fruto pode ser resultante de dois processos: diminuição da pressão de turgescência das células, decorrente do armazenamento dos frutos sob condições de baixa umidade relativa do ar, que propicia a perda excessiva de água; ou em decorrência das modificações observadas na lamela média e parede celular, principalmente devido à ação de enzimas sobre as substâncias pécticas (KLUGE et al., 1997). A diminuição dos carboidratos, principalmente pectato de cálcio, na matrix da parede celular tem como principal consequência a separação da lamela média. Posteriormente

observa-se uma diminuição da celulose, que forma o esqueleto de microfibrilas da parede celular (BEN-AIRE et al., 1996).

A pectina, que corresponde a uma cadeia de ácido poligalacturônico com grau variável de esterificação, a celulose, a hemicelulose e o cálcio formam o material estrutural das paredes celulares, estando a pectina, presente em maior quantidade na lamela média. A combinação destes compostos forma a protopectina, que é insolúvel em água. A protopectina mantém uma forte coesão entre as células durante o crescimento do fruto, resultando no elevado grau de firmeza antes da maturação. No transcorrer da maturação, após o fruto atingir o tamanho máximo, o cálcio é despreendido da protopectina pela ação da protopectinase, iniciando a solubilização da pectina. Outras duas enzimas-chave atuam na modificação da textura: a poligalacturonase (PG) e a pectinametilesterase (PME). A PG atua na despolimerização ou encurtamento da cadeia do ácido poligalacturônico, enquanto que a PME promove a desesterificação ou remoção dos grupos metílicos ou acetil da cadeia. Com a atividade destas enzimas, a pectina passa da forma insolúvel para a forma solúvel, observando-se um marcante amolecimento da polpa dos frutos (KLUGE et al., 1997). De acordo com Ben-Arie et al. (1996), as modificações na parede celular do fruto podem ainda ser induzidas por outras enzimas, como a α e a β -galactosidase. A mais provável é a α -galactosidase. A perda de galactosil da parede celular, bem como arabinose, indica que esta e outras enzimas provavelmente trabalham em sincronia na despolimerização da parede celular.

2.4 Adstringência

As cultivares adstringentes de caqui apresentam, como principal característica, altos teores de taninos solúveis, responsáveis pela adstringência do fruto quando o mesmo ainda está imaturo. Na boca, os taninos precipitam as proteínas presentes na saliva, principalmente a amilase, e se unem aos receptores de sabor, causando uma sensação de secura no palato, característica de alimentos adstringentes (ITTAH, 1993).

Caquis do tipo PCA podem conter mais de 5% de taninos no período de

três semanas, após a antese, quando então os taninos solúveis começam a diminuir, atingindo o valor de 2% na colheita (EDAGI; KLUGE, 2009). A redução da adstringência durante o desenvolvimento e amadurecimento de cultivares adstringentes e o desaparecimento da adstringência de cultivares não adstringentes está relacionado com a capacidade natural de remover o conteúdo de tanino existente na polpa do fruto. Este fenômeno pode ser devido a quantidade de compostos voláteis, tais como etanol e acetaldeído produzidos pela semente durante o desenvolvimento do fruto, os quais são provavelmente iniciados pela condição de anaerobiose e altas concentrações de CO₂ no período de desenvolvimento do fruto (SEYMOUR et al., 1993).

Caquis do tipo PCA podem conter mais de 5% de taninos três semanas após a antese, quando então os taninos solúveis começam a diminuir, atingindo o valor de 2% na colheita. Kato (1984b) constatou alta correlação entre o grau de adstringência e a concentração de taninos, sendo que frutos contendo aproximadamente 0,25% de tanino mostraram-se ligeiramente adstringentes, enquanto aqueles contendo menos de 0,1% revelaram-se praticamente não adstringentes.

Segundo constatações de Sugiura et al. (1979), possivelmente há envolvimento de dois diferentes mecanismos na perda natural da adstringência. O primeiro é dependente da produção de etanol e, presumivelmente, acetaldeído pelas sementes durante o desenvolvimento dos frutos, estando associado aos tipos PVNA, PVA e PCA. O segundo mecanismo, constatado em frutos de cultivares do tipo PCNA, parece estar mais relacionado ao menor tamanho das células de tanino, de baixo peso molecular e menor reatividade, do que ao grau de coagulação (TAYLOR, 1993).

Sugiura et al. (1979) verificaram que os frutos de cultivares adstringentes acumulam baixos níveis de etanol e acetaldeído durante todo o período de crescimento e desenvolvimento. Foi demonstrado "in vitro" que o acetaldeído reage com o tanino do caqui formando um gel insolúvel. Isto suporta a hipótese de que o tanino solúvel de frutos adstringentes é polimerizado pelo acetaldeído para formar um composto insolúvel, não adstringente (MATSUO; IITOO, 1982). O

acetaldeído formado sob condições anaeróbicas está envolvido tanto no processo natural quanto artificial da remoção da adstringência (PESIS; BEN-AIRE, 1986). O acetaldeído formado em condições naturais é também responsável pela formação do aroma (PESIS, 2005).

Quanto à localização dos taninos na polpa, é conhecido que os taninos são armazenados em células especializadas. Idioblastos de tanino são diferenciados de outras células pelo tamanho e forma. Eles são sempre maiores que as células parenquimáticas adjacentes, alcançando grandes comprimentos em algumas variedades. São facilmente reconhecidas na maturidade devido à parede celular ser grossa e bastante refractável (GOTTREICH; BLUMENFELD, 1991).

As cultivares adstringentes diferem das não-adstringentes em vários aspectos. Nas adstringentes as células de tanino são numerosas, grandes e uniformemente distribuídas. Nas não-adstringentes elas são pouco numerosas e pequenas, em grupos ou dispersas (ITU, 1971). A composição química dos taninos nas cultivares também difere, principalmente nas cultivares de polinização constante não-adstringente (YONEMORI; MATSUSHIMA, 1984; YONEMORI et al., 1983).

2.5 Remoção artificial da adstringência

Os frutos dos grupos “sibugaki” e “variável” (quando sem sementes) apresentam polpa taninosa mesmo quando maduros, havendo, portanto a necessidade de remoção artificial da adstringência antes do consumo. São vários os produtos que podem ser utilizados para a remoção da adstringência do caqui, como carbureto de cálcio, etanol, ácido acético, etileno e água de cal (PENTEADO, 1986). Tais tratamentos estimulam o acúmulo de compostos voláteis na polpa dos frutos, como etanol e acetaldeído, e estas substâncias, especialmente o acetaldeído, induzem os taninos solúveis a se polimerizarem e formarem complexos insolúveis, resultando na perda da adstringência (SUGIURA; TOMANA, 1983; VIDRIH et al., 1994).

De acordo com Muñoz (2002), a destanização com carbureto de cálcio é o processo muito utilizado no Brasil. Apesar de desenvolverem boa coloração, os

frutos tratados com carbureto perdem rapidamente a firmeza, devendo ser consumidos no período de uma semana em função das dificuldades de conservação.

Dentre as técnicas atualmente utilizadas no Brasil, a exposição ao vapor de etanol é a que proporciona frutos de melhor qualidade, com polpa firme e vida útil de até 25 dias (MARTINS; PEREIRA, 1989). Caquis 'Okira' colhidos no final de abril, cerca de 196 dias após a floração, foram submetidos aos seguintes processos de destanização: aplicação de 1mL de ácido acético no cálice dos frutos ou imersão total dos frutos em solução de etanol 50% ou em solução de ethephon 300mg L⁻¹. A concentração de tanino nos frutos submetidos aos diferentes processos de destanização foi eliminada próximo ao sexto dia após a colheita, enquanto que os frutos controle ainda apresentavam cerca de 0,8% de tanino (BIASI; GERHARDT, 1992). De acordo com os mesmos autores, os frutos tratados com álcool apresentaram, após o processo de destanização, resistência de polpa de 1,1kg cm⁻², superior àquela encontrada nos frutos tratados com ácido acético e ethephon.

A destanização com altas concentrações de dióxido de carbono (CO₂) é o processo mais utilizado no mundo. Este método proporciona a manutenção da qualidade dos frutos, apresentando boa coloração de casca e polpa, sabor agradável e polpa firme. No Brasil é praticamente desconhecida por produtores e comerciantes (MUÑOZ, 2002).

2.5.1 Destanização com etanol

A destanização com etanol consiste no armazenamento dos frutos em câmaras sob condições que propiciem sua vaporização. A penetração do etanol no fruto ocorre, principalmente, através da superfície da casca, e aumenta, proporcionalmente, em função de sua concentração na atmosfera circundante (KATO, 1984a, 1987b). Uma vez absorvido, o etanol é transformado em acetaldeído através da ação da enzima álcool desidrogenase (OSHIDA et al., 1996). O acetaldeído formado pode reagir com os taninos solúveis causando sua polimerização e tornando-os insolúveis (ITO, 1971).

Manabe (1982) citado por Taylor (1993) constatou que o tratamento com etanol resultou em frutos contendo aproximadamente 13 vezes mais substâncias insolúveis que os frutos não tratados, o que tornava o etanol um agente destanizador de grande potencial. Fukushima et al. (1991) constataram que o etanol foi mais eficiente que a aplicação de acetaldeído em frutos de caqui 'Hiratanenashi'. Apesar desta vantagem, devido a maior absorção de etanol pelos frutos, o tratamento apresenta como desvantagem o amolecimento da polpa do fruto (ITTAH, 1993).

Taira et al. (1996) constataram que os caquis mais imaturos apresentaram maior rapidez na diminuição do teor de taninos solúveis quando acondicionados em contentores plásticos, sob temperatura de 20°C, e submetidos ao tratamento com solução de etanol 30%. Constatou-se maior acúmulo de acetaldeído na polpa dos frutos jovens, quando comparados aos frutos maduros. Estes resultados estão de acordo com as observações de Taylor (1993), que relatou que a remoção da adstringência ocorre mais rapidamente em frutos jovens quando comparada aos frutos mais maduros, possivelmente em função de uma conversão mais ativa do etanol a acetaldeído.

A remoção da adstringência mediante a exposição de caquis 'Giombo' ao vapor de etanol pôde ser realizada no período de 24h sob temperatura de 20°C e 95% UR. O melhor período para consumo dos frutos situou-se entre o 4º e o 8º dia após o tratamento, considerando-se que a partir do 4º dia a concentração de taninos solúveis ficou abaixo de 0,1%, imperceptível ao paladar, e a firmeza da polpa dos frutos se manteve aceitável durante o período de oito dias posteriores ao tratamento (ANTONIOLLI et al., 2000). A temperatura de 30°C promove maior rapidez no processo de perda da adstringência, no entanto, os frutos apresentam menor firmeza de polpa e maior perda de matéria fresca que os submetidos a 10 ou 20°C (ANTONIOLLI et al., 2002).

A exposição de caquis 'Rama Forte' à concentração de 1,70 mL de etanol por kg de fruto, durante 6 e 12h, resulta 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 18-24h tornam-se não adstringentes, no

entanto, ocorre perda de firmeza ao 4º dia de armazenamento (MUÑOZ, 2002). Comparando os seguintes tratamentos: 1,70 mL de etanol por kg de fruto durante 6h e 70% CO₂ durante 18 horas, Muñoz (2002) observou que os caquis 'Rama Forte' expostos ao etanol necessitaram de um período de 5 dias para que houvesse a perda da adstringência, com os frutos mantendo-se medianamente firmes até o 14º dia de armazenamento a 25°C e 90% UR. Terra et al. (2006) e Chio et al. (2007) submeteram a cultivar Giombo a exposição durante 12 e 24 horas a concentração de 1,75; 3,5 e 7,0 mL de etanol e a adstringência dos frutos foi removida após 6 dias a 22°C e 90% de umidade relativa. Entretanto, na maior concentração utilizada (7 mL) foram observados danos de queimadura na casca, caracterizando tal tratamento como ineficiente devido a falta de manutenção da qualidade dos frutos. Altas concentrações de etanol podem aumentar a permeabilidade das membranas, uma vez que são constituídas de bicamada lipídica, portanto solúveis em solventes orgânicos (Podd & Van Staden, 1998). Vitti et al. (2007) observaram o aparecimento de estrias escuras na casca dos frutos submetidos ao vapor de etanol. Kato (1984b) concluiu que a quantidade de etanol que penetra no fruto é cerca de 80% do etanol adicionado e que o mesmo penetra principalmente pela casca. O mesmo autor afirma que a taxa de infiltração do etanol aumenta, proporcionalmente, com a sua concentração na atmosfera da câmara.

2.5.2 Destanização com CO₂

A destanização com CO₂ consiste no acondicionamento dos frutos em câmaras mantidas a 25°C sob concentrações que variam entre 70 e 100% CO₂, dependendo da cultivar (GAZIT; ADATO, 1972; BEN-ARIE; GUELFAT-REICH, 1976; PESIS; BEN-ARIE, 1986). Sob esta condição, o piruvato proveniente da glicólise é descarboxilado, gerando grandes quantidades de acetaldeído e etanol.

O tempo de exposição ao CO₂ é um importante fator a ser controlado no processo. A excessiva exposição pode resultar no aparecimento de manchas escuras sobre a casca dos frutos, cujo mecanismo ainda não está claro. Sabe-se, no entanto, que a atividade da polifenoloxidase e da peroxidase da casca aumenta

gradativamente, atingindo um valor máximo com o aparecimento das manchas (KATO, 1987a). Segundo Smagula & Bramlage (1977), durante a exposição do fruto a atmosferas ricas em CO₂ (70-100%) ocorre acúmulo de acetaldeído, como produto da respiração anaeróbica. Este excesso de acetaldeído no tecido vegetal conduz à desorganização celular e ao escurecimento do tecido. Os grupamento fenóis são oxidados a grupamentos quinona e estes sofrem polimerização, gerando compostos de cor escura. Por outro lado, alguns autores preconizam a necessidade de oxigênio para que estas enzimas estejam ativas e desta forma oxidem os compostos fenólicos, como os taninos (EDAGI; KLUGE, 2009).

Para a obtenção da atmosfera desejada utiliza-se a aplicação de elevadas concentrações, tanto de nitrogênio quanto de gás carbônico, as quais são capazes de remover a adstringência de caqui, porém o dióxido de carbono apresenta uma maior eficiência e um maior acúmulo de acetaldeído (PESIS; BEN-AIRE, 1986; ARNAL; DEL RÍO, 2003).

O processo de destanização com CO₂ envolve dois estágios. O primeiro requer anaerobiose e compreende a produção enzimática do acetaldeído. Em frutos, várias enzimas são ativadas sob condições anaeróbicas, como a piruvato descarboxilase, que produz acetaldeído a partir de piruvato e a álcool desidrogenase, que produz etanol a partir de acetaldeído (GAZIT; ADATO, 1972). O segundo estágio é caracterizado pela reação química entre o acetaldeído e o tanino solúvel produzindo um polímero insolúvel, não adstringente. Caso o fruto seja exposto a temperaturas elevadas, o tanino insolúvel pode ser hidrolisado ou solubilizado, induzindo o reaparecimento da adstringência (BEN-ARIE; SONEGO, 1993).

A destanização com CO₂ apresenta, como principal vantagem, a manutenção da firmeza do fruto, indicando que a remoção da adstringência e o amolecimento da polpa são processos independentes (BEN-ARIE; GUELFAT-REICH, 1976).

De acordo com Vidrih (1994), o tratamento com 99% CO₂, durante 20h, foi suficiente para a remoção da adstringência de caquis 'Thiene', enquanto que para a cultivar 'Tipo' foram necessárias 72h de exposição. Caquis 'Mopanshi'

submetidos ao tratamento com 95% CO₂ tornaram-se não adstringentes após 20h de exposição e mantiveram-se firmes durante 7 dias, enquanto os frutos tratados com 85 e 90% CO₂ tornaram-se não adstringentes após 24-28h, mantendo-se firmes durante 5-6 dias sob temperatura ambiente (LENG et al., 2003). Salvador et al. (2007) obtiveram frutos da cultivar Rojo Brillante sem adstringência aplicando 98% de dióxido de carbono por 24 horas, com manutenção da firmeza dentro de níveis adequados comercialmente. Para a cultivar Rama Forte, a exposição em atmosfera com 70 e 80% de dióxido de carbono durante 12 horas foi eficiente na remoção da adstringência com preservação da firmeza. Por outro lado, 18 horas de exposição conduziram à perda acelerada da firmeza (VITTI et al., 2006). Muñoz (2002), avaliando a qualidade de caquis 'Rama Forte', concluiu que a exposição dos frutos à concentração de 70% CO₂ por períodos de 12-18h proporciona a eliminação da adstringência e a manutenção da firmeza da polpa dos frutos, enquanto que a exposição a 90% CO₂, por períodos superiores à 12h, conduz ao enegrecimento e amolecimento da polpa. Comparando os seguintes tratamentos: 1,70 mL de etanol por kg de fruto durante 6h e 70% CO₂ durante 18 horas, Muñoz (2002) observou que o CO₂ promoveu a remoção da adstringência 48h após o término do tratamento, mantendo os frutos firmes por 14 dias de armazenamento a 25°C e 90% UR, concluindo ser este o melhor tratamento para a destanização e para a manutenção da firmeza e da aparência de caquis 'Rama Forte'.

2.6 Armazenamento refrigerado

O armazenamento refrigerado destaca-se como uma possibilidade no prolongamento da vida pós-colheita dos frutos, refletindo na ampliação do período de comercialização. A conservação dos frutos é dependente do ponto de maturação, da cultivar e das condições de temperatura e umidade relativa das câmaras (MARTINS; PEREIRA, 1989).

De acordo com Lyon et al. (1992), os caquis são mais bem conservados à temperatura de 1°C. Kader (1992) estabelece condições de temperatura e umidade relativa entre 0-1°C e 85-95%, respectivamente, para o armazenamento do caqui. De acordo com Martins & Pereira (1989), frutos da cultivar Rama Forte

suportam menos o armazenamento refrigerado quando comparados aos caquis 'Fuyu' e 'Giombo', devido, principalmente, à maior taxa respiratória e, portanto, maior rapidez no processo de amadurecimento.

Caquis 'Giombo' mantiveram elevada qualidade durante 30 dias de armazenamento sob condições de $1,0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e 95-98% UR, independente da utilização de embalagem de polietileno (PEBD-0,06mm) (ANTONIOILLI et al., 2003).

Brackmann et al. (1997) constataram que caquis 'Rama Forte' e 'Fuyu' apresentaram qualidade satisfatória após dois meses de armazenamento a 0°C , quando acondicionados em embalagens de polietileno (PEBD-0,04mm).

Muñoz (2002), avaliando o efeito da destanização sobre a qualidade de caquis 'Rama Forte' quando realizada antes ou após o período de 30 ou 60 dias de armazenamento refrigerado ($1,0 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR), concluiu que o processo de remoção da adstringência com 70% CO_2 por 18h elimina totalmente a adstringência dos frutos, independente do momento em que é efetuada, sendo que a destanização após 30 dias (exposição dos frutos a condição ambiente, 25°C , e retorno ao armazenamento refrigerado) conduz ao amolecimento do fruto.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Caquis 'Rama Forte' foram colhidos em pomar comercial, em três épocas distintas nas safras de 2005/2006 e 2006/2007, e transportados, devidamente acondicionados em contentores plásticos, ao Laboratório de Fisiologia e Bioquímica Pós-Colheita do Departamento de Ciências Biológicas da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - ESALQ / USP, em Piracicaba, SP. Foram submetidos à rigorosa seleção de acordo com as Normas de Classificação, Padronização e Identificação do Caqui. Foram utilizados frutos do Grupo taninoso, Sub-grupo amarelo-alaranjado e Classe 7, frutos com diâmetro equatorial entre 70 e 80mm (Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura, 2000).

3.1 Procedência dos frutos

Na safra de 2005/2006 os frutos foram colhidos na João Marques da Silva Comercial Ltda, em Taquarivaí (SP), nas seguintes datas: 27/03/06 (início da safra); 26/04/06 (meados da safra) e 27/06/06 (final da safra). Na safra 2006/2007, os frutos foram colhidos na mesma propriedade citada anteriormente, e também na DeMarchi, em Pilar do Sul (SP), nas três épocas. As datas foram as seguintes: 27/03/07 (início de safra); 26/04/07 (meados da safra) e 19/06/07 (final da safra).

3.2 Tratamentos

Para a safra 2005/2006, os seguintes tratamentos foram aplicados:

Tratamento 1. Frutos sem tratamento acondicionados sob 22 °C e 85 % UR (controle);

Tratamento 2. Frutos tratados com etanol (1,70mL kg⁻¹ fruto) durante 6 horas;

Tratamento 3. Frutos tratados com etanol (1,70mL kg⁻¹ fruto) durante 12 horas;

Tratamento 4. Frutos tratados com CO₂: (70%) durante 12 horas;

Tratamento 5. Frutos tratados com CO₂: (70%) durante 18 horas;

Tratamento 6. Frutos tratados com CO₂: (80%) durante 12 horas;

Tratamento 7. Frutos tratados com CO₂: (80%) durante 18 horas.

Para a safra 2006/2007, os seguintes tratamentos foram aplicados:

Tratamento 1. Frutos sem tratamento acondicionados sob 22 °C e 85 % UR

(controle);

Tratamento 2. Frutos tratados com etanol ($1,70\text{mL kg}^{-1}$ fruto) durante 6 horas;

Tratamento 3. Frutos tratados com CO_2 : (70%) durante 12 horas.

Os frutos colhidos na propriedade João Marques da Silva Comercial Ltda, foram submetidos aos tratamentos e armazenados sob condições de comercialização simulada por até 16 dias. Os frutos colhidos na DeMarchi foram submetidos aos tratamentos e logo após mantidos sob refrigeração de maneira a se avaliar o comportamento dos mesmos durante e após 30, 60 e 90 dias. Ao saírem da condição refrigerada, os frutos foram avaliados da mesma forma que os demais, ou seja, permaneceram em condições de comercialização simulada por até 16 dias

Para a aplicação do etanol, os frutos foram acondicionados em contentores plásticos vazados ($0,40 \times 0,30 \times 0,17\text{m}$) e, posteriormente, em caixas plásticas herméticas ($0,50 \times 0,80 \times 0,47\text{m}$) com ventiladores internos para a devida homogeneização da mistura gasosa (Figura 1A). As caixas foram mantidas no interior de câmaras sob condições de $22 \text{ }^\circ\text{C}$ (nas duas safras) e $85 \text{ } \%$ UR. Foram colocadas bandejas na parte inferior dos contentores, em seguida, estes foram fechados procedendo-se à homogeneização da mistura gasosa através do funcionamento dos ventiladores internos. A manutenção em câmara sob condições de $22 \text{ }^\circ\text{C}$ e $85 \text{ } \%$ UR propiciou a vaporização do etanol.

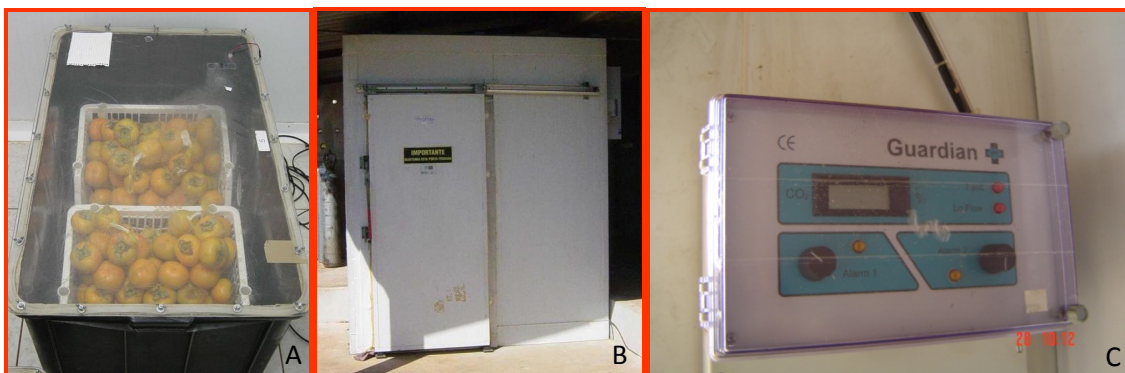


Figura 1 – Caixas para destanização com etanol (A); câmara-fria para destanização com CO_2 (B); detalhe do controlador de CO_2 instalado na câmara-fria (C)

Os frutos que receberam os tratamentos com dióxido de carbono foram

colocados no interior de uma câmara mantida a 22°C adaptada com sistema de injeção e controle da concentração de dióxido de carbono (Figura 1B e 1C). Cilindros contendo gás carbônico (100%) foram conectados ao controlador, proporcionando a manutenção da concentração desejada durante o período pré-estabelecido. Foi utilizada a concentração de 80% de CO₂. Após cada tratamento, os frutos foram retirados dos contentores e mantidos a 22 ± 1°C e 85 ± 5% UR (comercialização simulada) durante até 16 dias. As avaliações foram realizadas antes do tratamento (caracterização do fruto), imediatamente após o tratamento e a cada 2 dias, durante o armazenamento sob condições de comercialização simulada. Nos frutos submetidos ao armazenamento refrigerado, além das análises realizadas antes dos tratamentos e imediatamente após, foram realizadas as análises após a saída dos mesmos das câmaras frias, da mesma forma que os demais.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 7 x 9 e 3 x 9 (0, 1, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16 dias). Os fatores estudados foram: tratamentos, em 7 ou 3 níveis, e períodos de armazenamento, em até 9 níveis (incluindo a avaliação realizada 1 dia após o tratamento – tempo zero). Foram utilizadas 4 repetições, cada uma delas composta por 4 frutos.

3.3 Determinações

Os frutos foram avaliados quanto à perda de massa, índice de adstringência e firmeza de polpa, além de cor de casca e de polpa. Para a realização das demais análises, porções dos frutos foram apropriadamente congeladas em nitrogênio líquido e mantidas em freezer a -20° C.

3.3.1 Perda de massa

A perda de massa foi avaliada antes, após o tratamento de destanização e durante o armazenamento sob condições de 22 ± 1°C e 85 ± 5% UR, a cada dois dias. Foi calculada pela diferença entre as massas inicial e final e apresentada como porcentagem da massa inicial. Os frutos destinados a esta análise foram mantidos em redes, devidamente etiquetados por tratamento e repetição, sendo

os mesmos frutos pesados durante todo o experimento.

3.3.2. Índice de adstringência

O índice de adstringência foi avaliado através do método qualitativo proposto por Gazit e Levy (1963). O método consiste em avaliar a impressão obtida do contato, por alguns segundos, entre uma das faces cortadas do fruto e um papel-filtro, previamente tratado com solução de cloreto férrico (FeCl_3) a 5%. Em seguida, o grau de adstringência do fruto foi determinado através da comparação com a escala de notas proposta por Gazit & Levy (1963) (Figura 2).

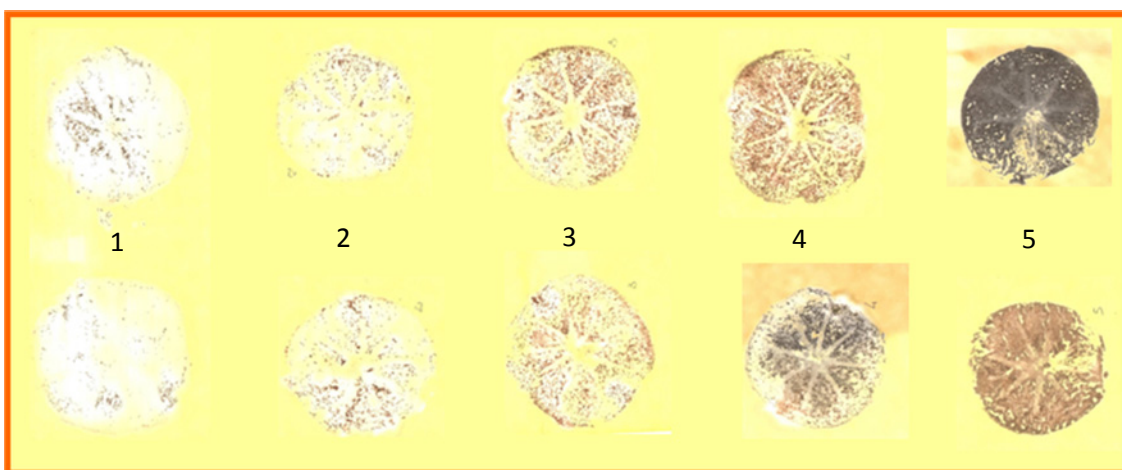


Figura 2 – Escala de comparação do grau de adstringência dos frutos determinado através da impressão deixada no papel filtro tratado com cloreto férrico (5%), sendo 1, os frutos considerados totalmente não-adstringentes, até 5 frutos os frutos totalmente adstringentes

3.3.3 Firmeza de polpa

A firmeza de polpa foi medida com penetrômetro digital (TR-Fruit Pressure Tester, modelo 53205), com ponteira de 8 mm, efetuando-se duas leituras em lados opostos na região equatorial dos frutos, após a remoção de uma pequena porção da casca. Os resultados foram expressos em Newtons (N).

3.3.4 Cor de casca e cor de polpa

As cores de casca e de polpa foram avaliadas através de medições com um colorímetro (Minolta CR-300), utilizando o sistema $L^*a^*b^*$, onde L^* representa

a luminosidade que varia de -100 (escuro) a +100 (claro) e o índice a^* é coordenada de croma, variando de $-a^*$ (verde) a $+a^*$ (vermelho) com variação entre -60 a +60. As medidas foram efetuadas em 2 pontos na região equatorial dos frutos.

3.3.5 Taninos solúveis e totais

Nos frutos da safra 2005-2006, além das análises citadas acima, foi determinado também os teores de taninos solúveis e totais e o teor de acetaldeído e etanol. O teor de taninos solúveis ($\text{g } 100\text{g}^{-1}$ polpa) foi determinado espectrofotometricamente utilizando-se o reagente de Follin-Denis, segundo técnica recomendada por Carvalho et al. (1990), onde uma amostra de 5g de polpa triturada e homogeneizada é diluída para um volume final de 100mL com água destilada do qual retira-se uma alíquota de 5mL. A esta alíquota adiciona-se reagente de Follin-Denis e solução de carbonato de sódio, completando o volume a 100mL com água destilada. Após um período de 30 minutos, a solução é filtrada, determinando-se, em seguida, a absorbância a 760nm. É utilizada, como padrão, uma solução de ácido tânico ($0,1\text{g L}^{-1}$).

3.3.6 Acetaldeído e Etanol

O acetaldeído e o etanol endógenos foram determinados conforme adaptação da metodologia descrita por Davis e Chace (1969), onde 1g de polpa triturada, foi lacrado em frasco de vidro de 40mL, e mantidos em freezer, a -18°C até o momento da análise.

Foram inicialmente injetadas soluções padrão de etanol e acetaldeído, para a determinação da reta padrão. Os padrões de etanol foram preparadas conforme a Tabela 1.

Tabela 1. Pontos para a determinação de reta padrão de etanol

Pontos	g de etanol	H ₂ O deionizada (mL)
1	0,02	200
2	0,06	200
3	0,14	200
4	0,30	200
5	0,60	200

Após o preparo destas soluções, uma alíquota de 1 mL foi transferida para os frascos de vidro, os quais foram lacrados e mantidos em banho-maria a 50°C por 30 minutos.

Para o preparo dos padrões de acetaldeído, pesou-se 0,085 g de acetaldeído, em 400 mL de água. Desta solução estoque, foram transferidas para balões volumétricos as seguintes quantidades: 2,5 mL para um balão de 100 mL; 5mL para um balão de 100 mL; 10 mL para um balão de 100 mL; 15 mL para um balão de 100 mL; 20 mL para um balão de 100 mL. O volume foi completado com água deionizada e de cada uma das diluições, transferiu-se 1mL para o frasco de vidro, lacrou-se e o mesmo procedimento foi seguido conforme descrito anteriormente.

Terminado o tempo, coletou-se 1,0mL do espaço livre do frasco e injetou-se no cromatógrafo a gás (ThermoElectron, GC Trace 2000), equipado com detector de ionização de chama (FID) e separação em coluna Porapack N, para estabelecimento da curva padrão. As configurações do cromatógrafo foram: forno -140°C durante 8 minutos, após este tempo, aumento de 20°C por minuto até atingirm180°C, ficando nessa temperatura por dois minutos para limpeza da coluna; injetor -150°C; detector -180°C; pressão 190KPa (constante) e fluxo de N₂ de 70mL min⁻¹.

As áreas dos picos em cada ponto da reta de cada um dos gases foi anotada.

As amostras previamente lacradas e congeladas, foram mantidas em banho-maria a 50°C por 30 minutos e após este tempo, 1,0mL do espaço livre do frasco foi coletado com seringa Gastight marca Hamilton de 2,5mL e injetado no

cromatógrafo. Os teores de acetaldeído e etanol das amostras foram calculados correlacionando as respectivas áreas cromatográficas com aquelas obtidas nas retas padrão. Os resultados foram expressos em μg de acetaldeído ou etanol por grama de material vegetal.

3.3.7 Atividade da Pectinametilesterase – PME (EC 3.1.1.11)

Nos frutos colhidos na safra de 2006/2007, além das análises físico-químicas, foi determinada também a atividade da pectinametilesterase (PME).

Para a determinação da atividade da PME, as amostras foram retiradas da região de maior diâmetro do fruto e imediatamente congeladas em nitrogênio líquido, sendo armazenadas a -20°C para posterior análise.

O extrato foi preparado com 5,0g de polpa congelada, triturada com Mixer doméstico, adicionando-se 20 mL de NaCl a 0,2M gelado (5°C). Posteriormente, foi determinada pela técnica empregada por Ratner et al. (1969). A unidade de atividade da PME foi considerada como a quantidade de enzima capaz de catalisar a desmetilação de pectina correspondente a um nmol de NaOH por minuto nas condições do ensaio.

3.4. Análise dos resultados.

Os resultados foram submetidos à análise de erro do desvio padrão. As diferenças entre dois tratamentos maior que a soma de dois desvios padrões foram consideradas significativas ($P \leq 0,05$) (MORETTI et al., 2002).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 SAFRA 2005/2006

Na Tabela 4 observa-se os dados de caracterização dos frutos, no tempo zero, nas 3 épocas de colheita realizadas, assim como o aspecto dos frutos, conforme Figura 2 :

Tabela 2 – Firmeza de polpa, índice de adstringência e cor de casca e de polpa de caquis 'Rama Forte' colhidos em diferentes épocas (início, meados e final da safra 2005/2006)

Época da colheita		Início da Safra	Meados da Safra	Final da Safra
Firmeza	(N)	54,9	41,25	39,44
Índice de Adstringência	Notas de 1 a 5	5	5	4,37
Cor de Casca	L*	61,37	58,99	58,55
	a*	8,3	24,79	27,11
	Ângulo de Cor	2,73	9,34	10,37
	Índice de cor	2,58	9,34	10,37
	L*	62,82	63,62	63,38
Cor de Polpa	a*	8,04	13,7	11,96
	Ângulo de Cor	3,1	4,83	4,46
	Índice de cor	3,94	4,83	4,46



Figura 3 – Aspecto geral dos frutos na caracterização, colhidos em três épocas, sendo A-início; B-meados e C-final da safra

4.1.1 Perda de massa

Em todas as épocas de colheita, a perda de massa de maneira geral, não foi maior que 2,0%. A variação foi de 1,41 a 1,97% no primeiro experimento (início da safra), 1,94 a 4,92% no segundo (meados da safra) e de 0,88 a 2,04% no terceiro (final da safra).

Nos frutos colhidos no início da safra, as menores perdas foram naqueles submetidos à exposição de 70% de CO₂ durante 12 horas, ao final de 16 dias de armazenamento. Nos frutos submetidos a 80% de CO₂ por 18 horas, seguidos do controle, a perda de massa foi maior que nos demais tratamentos, mas ainda assim foi pouco significativa, não atingindo mais que 2,0% (Figura 4I).

O experimento realizado em meados da safra (Figura 4II) foi o que apresentou na maior perda de massa, atingindo valores de 4,92% nos frutos submetidos ao etanol por 12 horas, fato que não ocorreu nas outras épocas onde tal tratamento apresentou as menores perdas. Os frutos do tratamento controle foram os que tiveram as menores perdas, com valores máximos de 2,66%.

No terceiro experimento, o período de exposição dos frutos ao CO₂ por 18 horas foi o maior responsável pela perda de massa dos frutos, seguido pela

exposição por 12 horas ao CO₂, independente da concentração (Figura 4III).

De forma geral, os frutos apresentaram baixa perda de massa, não comprometendo a qualidade. A perda de massa ocorre devido à perda de água do fruto, principalmente pela transpiração. Como os frutos foram mantidos a 85 5% de umidade relativa, a perda de água foi reduzida significativamente.

A vida útil dos frutos foi de até 16 dias, com exceção dos frutos tratados com 80% de CO₂, por 12 ou 18 horas, que se tornaram inaptos para o consumo ao 10^o dia, considerando o estágio de maturação avançado, a presença de rachaduras nos frutos com conseqüente infecção por patógenos e a acentuada desuniformidade do lote conforme observado no experimento anterior desta mesma safra.

Nos frutos colhidos no início da safra, a maior % de perda de massa foi 2,5 vezes menor do que a maior % obtida nos frutos colhidos em meados da safra, e nos frutos colhidos no final da safra, a maior % de perda foi 2,4 vezes menor que nos frutos colhidos em meados da safra.

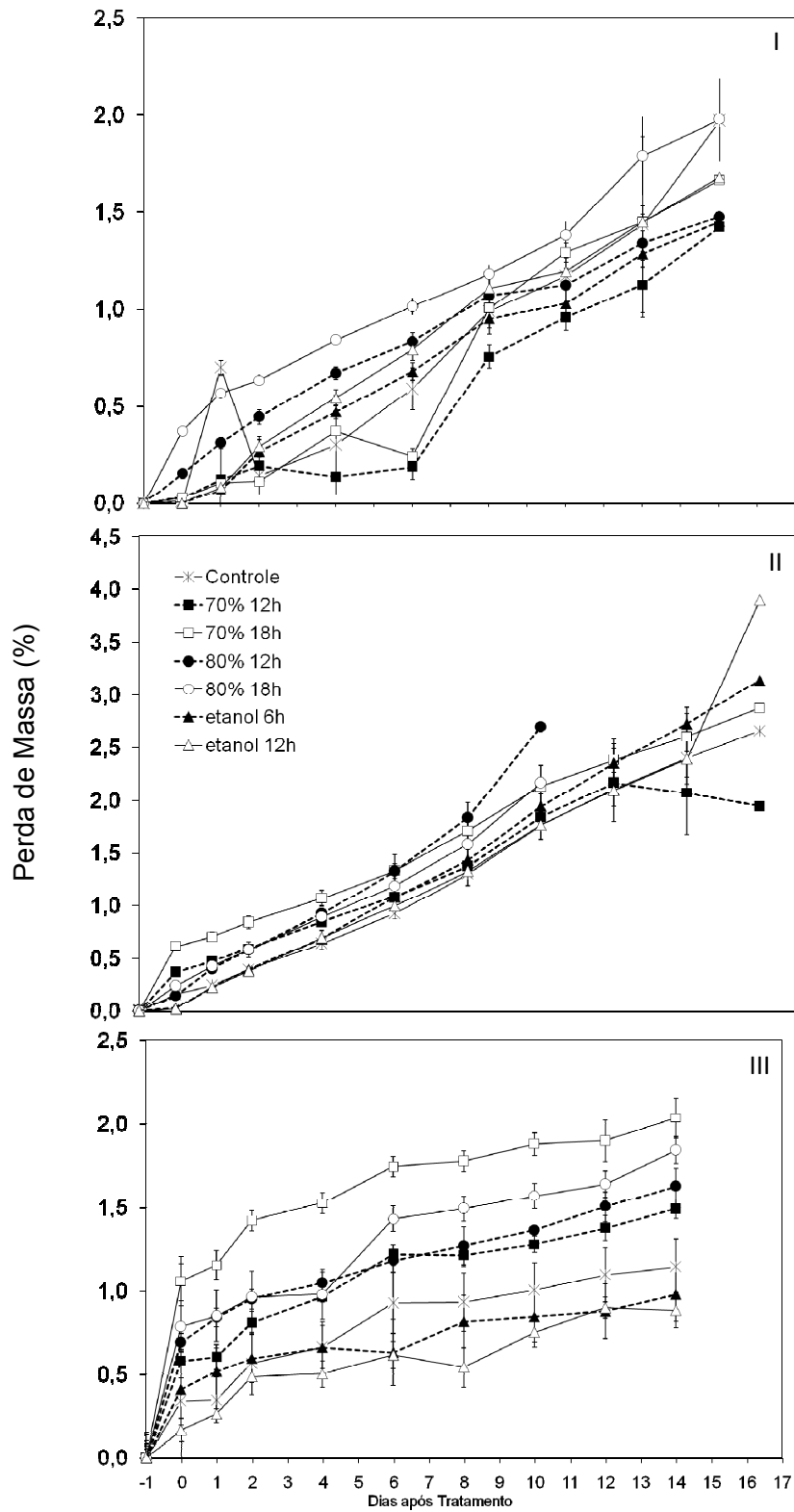


Figura 4 - Perda de massa (%) de caquis 'Rama Forte' submetidos a diferentes tratamentos de destanização e armazenados durante 16 dias sob condições de $22\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $85\pm 5\%$ UR. (I - início; II - meados e III - final da safra)

4.1.2 Firmeza de polpa

Os frutos do início da safra tinham um valor inicial de firmeza de 54,9N, enquanto que os frutos colhidos em meados da safra apresentavam um valor de firmeza de 43,68N e os colhidos ao final da safra, um valor inicial de 36,44N (Figura 5I).

No início da safra, os frutos submetidos ao vapor de etanol apresentaram perda de firmeza mais acentuada, partindo de 54,88N e atingindo valores de 20,51N ao final de 16 dias de armazenamento. Nos frutos expostos a 70% de CO₂ por 12 e 18 horas, a perda foi intermediária, apresentando ao final de 16 dias, valores em torno de 33N (Figura 5I).

Observou-se nos experimentos realizados no início e em meados da safra (Figura 5I e II), semelhança nos valores de firmeza obtidos nos frutos expostos ao etanol por 12 ou 6 horas, com valores baixos nas duas épocas. No entanto, nos frutos submetidos a 80% de CO₂ por 12 ou 18 horas, os valores da firmeza diferiram drasticamente, ou seja, no primeiro experimento apresentaram os maiores valores e no segundo, duraram apenas 10 dias, atingindo valores de firmeza de 24,02N e 23,08N, respectivamente. No experimento realizado no final da safra, houve uma diminuição linear nos valores da firmeza, sendo as maiores perdas observadas nos frutos submetidos a 70% de CO₂, independente do tempo de exposição, embora ao final de 16 dias, os valores eram semelhantes entre todos os tratamentos.

A manutenção da firmeza após a colheita do 'Rama Forte' é um aspecto importante a ser considerado durante o armazenamento e subsequente período de comercialização simulada.

Foi possível observar um acréscimo nos valores de firmeza em alguns tratamentos, ao final do período de armazenamento, como consequência da desuniformidade nos estádios de maturação dos frutos, somente revelada com o decorrer dos dias. Desta forma, em um lote inicialmente composto de frutos alaranjados, observou-se em cada período de análise, a presença de frutos extremamente maduros, juntamente com outros em estádios menos avançados de maturação. Isto foi observado principalmente nos frutos submetidos a 80% de CO₂

por 12 e 18 horas, no primeiro experimento.

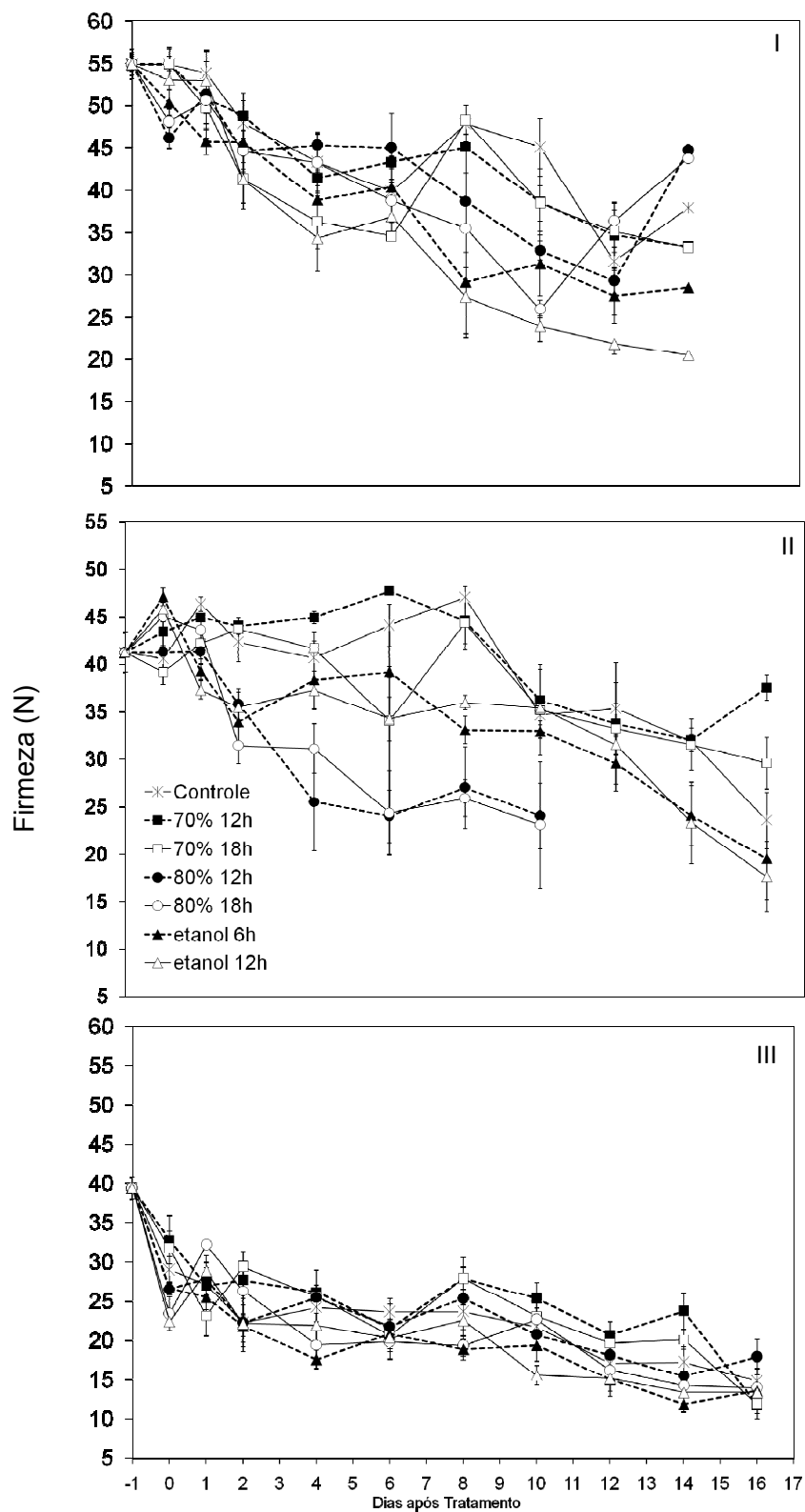


Figura 5 - Firmeza (N) de caquis 'Rama Forte' submetidos a diferentes tratamentos de destanização e armazenados durante 16 dias sob condições de $22 \pm 1^\circ\text{C}$ e $85 \pm 5\%$ UR. (I - início; II - meados e III - final da safra)

4.1.3. Índice de adstringência

Um fato observado, tanto no início quanto em meados da safra, foi a recorrência da adstringência. Os frutos tratados com 70% de dióxido de carbono apresentaram a recorrência nas duas épocas de colheita citadas acima (Figura 6I e II). Desta forma, pôde-se observar que o processo de destanização é mais eficaz em frutos mais maduros, ou seja, os frutos de meados da safra apresentaram notas finais menores (menos adstringentes) do que os frutos colhidos no início meados da safra. Isso foi confirmado no terceiro experimento no qual a recorrência não se manifestou. Os frutos tratados com etanol não apresentaram recorrência de adstringência.

No início da safra, as notas de índice de adstringência estiveram próximas a 1 (não adstringentes) já no 4^o dia de armazenamento nos frutos submetidos a exposição de 80% de CO₂ por 12 e 18 horas e etanol por 6 e 12 horas. Nos frutos submetidos a exposição por de 70% de CO₂ por 12 e 18 horas, a menor nota foi atingida no 6^o dia (18 horas) e 10^o dia (12 horas).

A remoção da adstringência ocorreu de forma gradual entre os tratamentos, mas, ao final de 4 dias, todos os tratamentos apresentavam notas baixas (2,5 a 1 - frutos entre moderadamente adstringentes e não adstringentes, respectivamente) (Figura 6), apresentando-se aptos ao consumo. Os frutos do controle se mantiveram adstringentes durante todo o período de armazenamento, enquanto que os frutos submetidos aos tratamentos apresentaram uma diminuição no índice de adstringência 1 ou 2 dias após os tratamentos, configurando-os como eficientes.

Nos frutos tratados com 70% de CO₂ por 12 e 18 horas, tanto no primeiro quanto no segundo experimentos, foi observada a recorrência de adstringência, devido provavelmente à ressolubilização dos taninos. A remoção da adstringência envolve um processo composto por duas fases, uma fase inicial necessitando da presença de CO₂, e tal anaerobiose resulta no acúmulo de acetaldeído, o qual supostamente reage no segundo estágio com os taninos solúveis, responsáveis pela adstringência, tornando-se insolúveis. A natureza da mudança química do tanino solúvel durante a remoção da adstringência não está completamente

elucidada. Vários trabalhos indicam uma correlação direta entre o acúmulo de etanol e/ou acetaldeído e a diminuição de ambos, taninos solúveis e adstringência. Desta forma, o tratamento com CO₂ e posterior manutenção em temperaturas próximas a 25°C, pode causar a ativação seguida da inativação da piruvato descarboxilase reduzindo a quantidade de produção de acetaldeído. Ao mesmo tempo, a porção de tanino insolúvel formado é ressolubilizada não enzimaticamente pela temperatura elevada, e o fruto recupera o grau de adstringência, dependendo da extensão da ressolubilização (BEN-AIRE; SONEGO, 1993).

Matsuo et al. (1991) indicam que o primeiro estágio, remoção anaeróbica da adstringência envolve a produção enzimática de acetaldeído. O segundo estágio, aeróbico, envolve uma reação não enzimática entre o acetaldeído acumulado e o tanino solúvel.

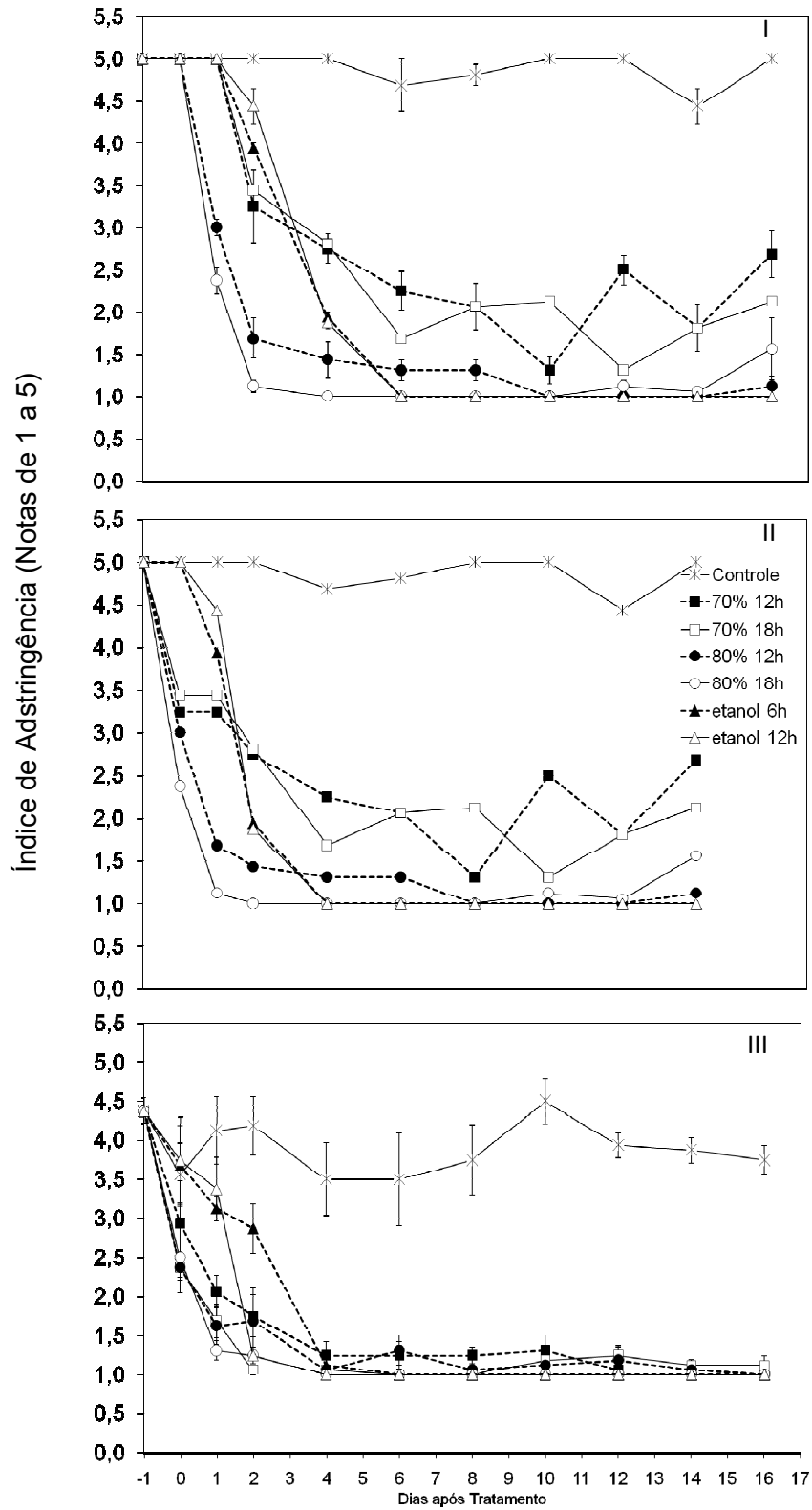


Figura 6 - Índice de Adstringência (Notas de 1 a 5) de caquis 'Rama Forte' submetidos a diferentes tratamentos de destanização e armazenados durante 16 dias sob condições de $22\pm 1^{\circ}\text{C}$ e 85% UR. (I – início; II – meados e III – final da safra)

4.1.4 Cor de casca e de polpa

Verificou-se, no que se refere a cor da casca dos frutos, uma oscilação muito grande no valor L^* , indicando que a luminosidade dos frutos, ou seja, a intensidade da cor vermelha, escura ou clara, não foi um parâmetro alterado com os tratamentos. Diferentemente, o parâmetro a^* , que indica a transição do verde para o vermelho, aumentou de forma linear em todos os tratamentos, confirmando a modificação da cor (Figura 7 e 8).

No primeiro experimento, o valor inicial de a^* foi de 8,3, no segundo foi de 24,79, e no terceiro foi de 27,16, indicando que apesar de rigorosa seleção, os produtores não são eficientes em estipular um critério para o estágio de maturação na colheita, adiantando no início (frutos verdes) e permitindo que o fruto alcance estádios avançados antes de colhê-los (frutos avermelhados) (Figura 8).

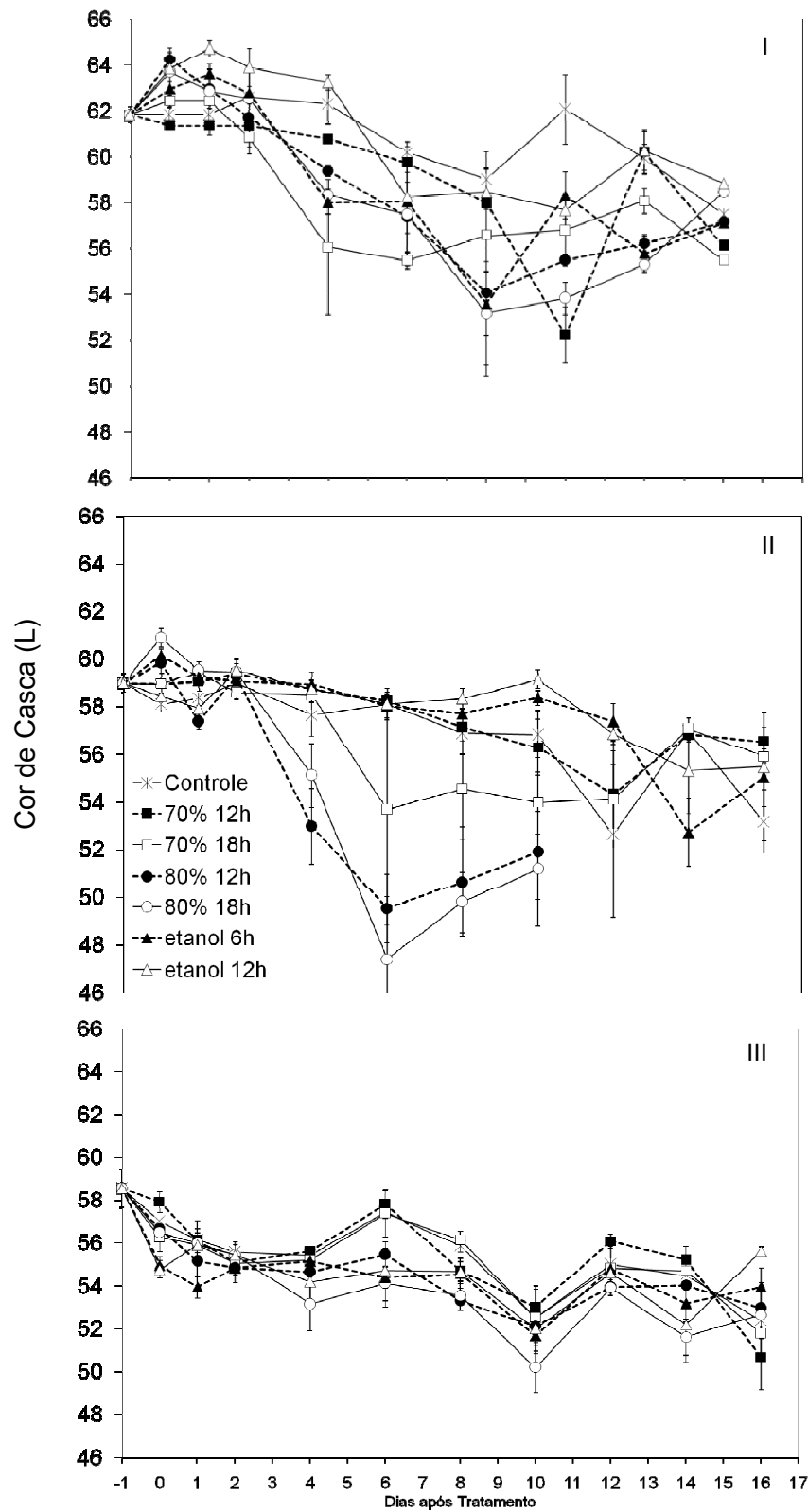


Figura 7 - Cor de casca L* de caquis 'Rama Forte' submetidos a diferentes tratamentos de destanização e armazenados durante 16 dias sob condições de $22\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $85\pm 5\%$ UR. (I - início, II - meados e III - final da safra)

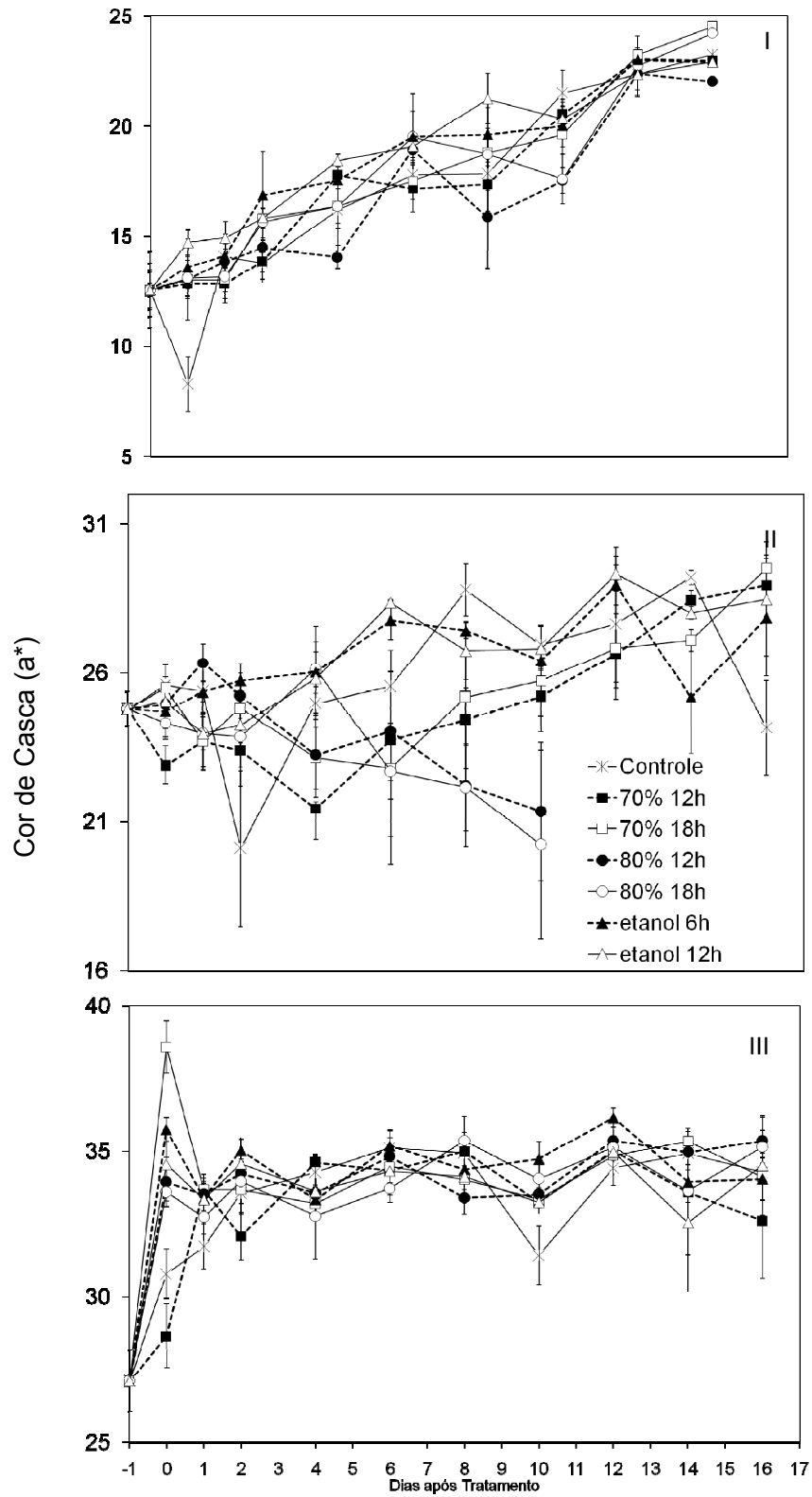


Figura 8 - Cor de casca a* de caquis 'Rama Forte' submetidos a diferentes tratamentos de destanização e armazenados durante 16 dias sob condições de $22\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $85\pm 5\%$ UR. (I - início; II - meados e III - final da safra)

Após o armazenamento, o índice de cor aumentou com respeito à cor inicial. Os resultados mostraram que este índice foi afetado pelos tratamentos (Figura 9). O índice de cor é usado para indicar a variação do verde (-20) para o vermelho (+20). Assim como o a^* , o Índice de cor dos frutos submetidos à exposição de 70 e 80% CO_2 por 18 horas, apresentavam coloração vermelha mais intensa que os demais tratamentos.

O índice de cor inicial dos frutos colhidos no início da safra era de 2,73, enquanto que nos frutos colhidos em meados da safra era de 9,34, e ao final era de 10,37 (quanto mais próximo de 20, mais vermelho). Ao final do período de armazenamento (16 dias) este índice atingiu valores em torno de 10 no início (70% CO_2 por 18 horas), 16, em meados da safra (80% CO_2 por 18 horas) e 14, nos frutos colhidos no final da safra (70% CO_2 por 12 horas).

Outra maneira de se observar a mudança na coloração dos frutos, é através do ângulo de cor, ou ângulo Hue, que é uma combinação dos parâmetros a^* e b^* , dados pelo colorímetro, onde quanto mais próximo de 90° , mais amarelo, e quanto mais próximo de 0° , mais vermelho está o fruto. Observando-se a Figura 10, verifica-se que os tratamentos de 70 e 80% por 18 horas favoreceram o desenvolvimento de coloração vermelha mais intensa quando comparados aos demais. O ângulo de cor inicialmente igual à 79,4, no primeiro experimento, 61,17, no segundo experimento e 58,65 no terceiro, alcançou valores de 59,83 no início, 49,85 em meados da safra e 54,11, todos no tratamento no qual os frutos foram exposto a 70% CO_2 por 18 horas, e indicaram que os frutos de meados da safra atingiram coloração vermelha levemente mais intensa que os demais.

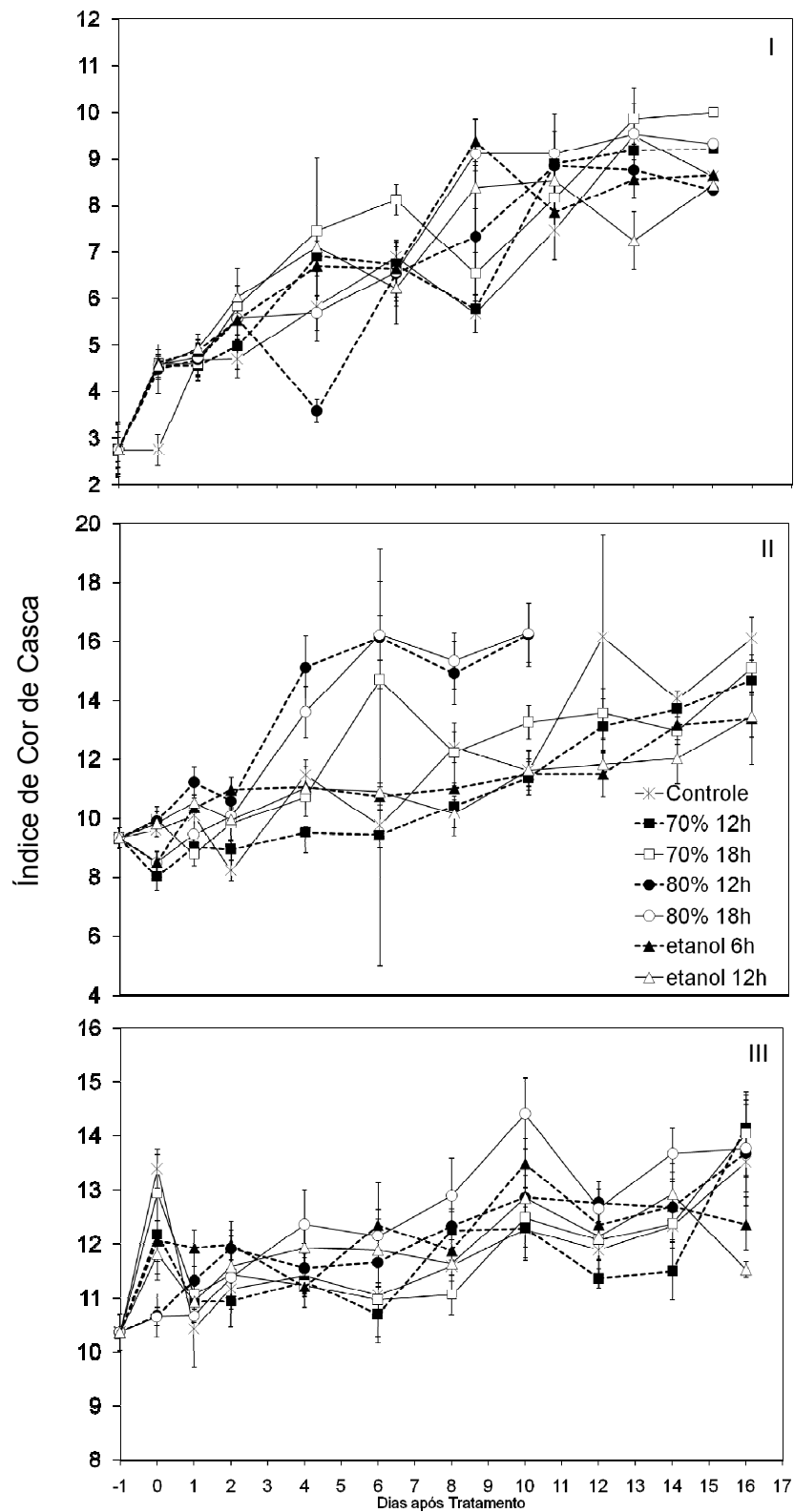


Figura 9 - Índice de cor (IC=1000.a/L.b) da casca de caquis 'Rama Forte' submetidos a diferentes tratamentos de destanização e armazenados durante 16 dias sob condições de $22\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $85\pm 5\%$ UR. (I – início; II – meados e III – final da safra)

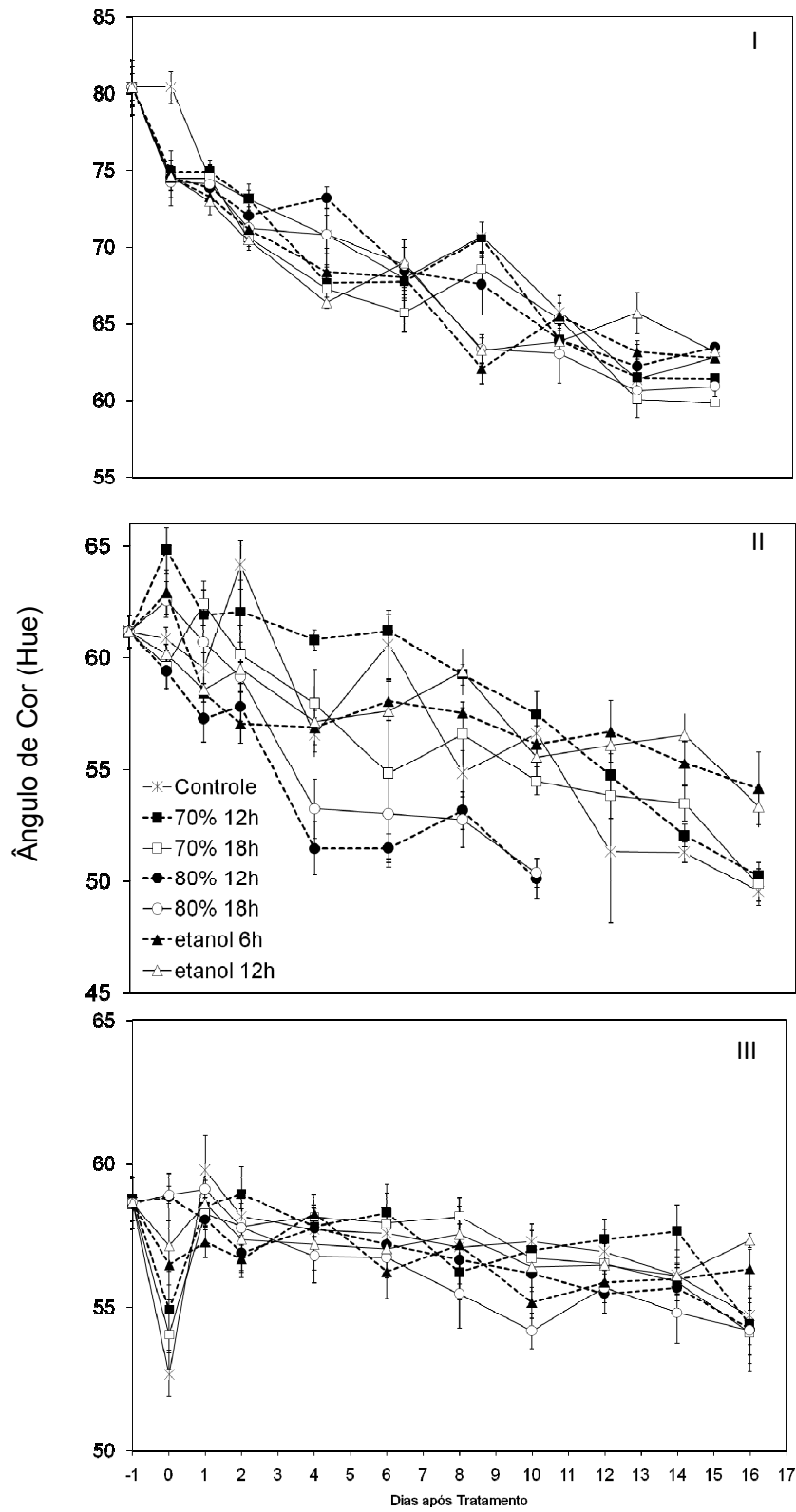


Figura 10 - Ângulo de cor da casca de caquis 'Rama Forte' submetidos a diferentes tratamentos de destanização e armazenados durante 16 dias sob condições de $22\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $85\pm 5\%$ UR. (I - início, II - meados e III - final da safra)

Verificou-se de maneira geral, redução no valor L^* e aumento no valor a^* da cor da polpa, o que implica no ganho da coloração vermelha escura, decorrente o próprio amadurecimento do fruto (Figuras 11 e 12).

A variações no Índice de cor da polpa não foram tão acentuadas quanto a cor de casca, partindo-se de um índice de 5, 3,5 e 4,46, no início, meados e final da safra, respectivamente, e atingindo valores em torno de 7 (70% CO_2 por 18 horas) , 10 (80% CO_2 por 18 horas) e 5,31(80% CO_2 por 18 horas) (Figura 13) .

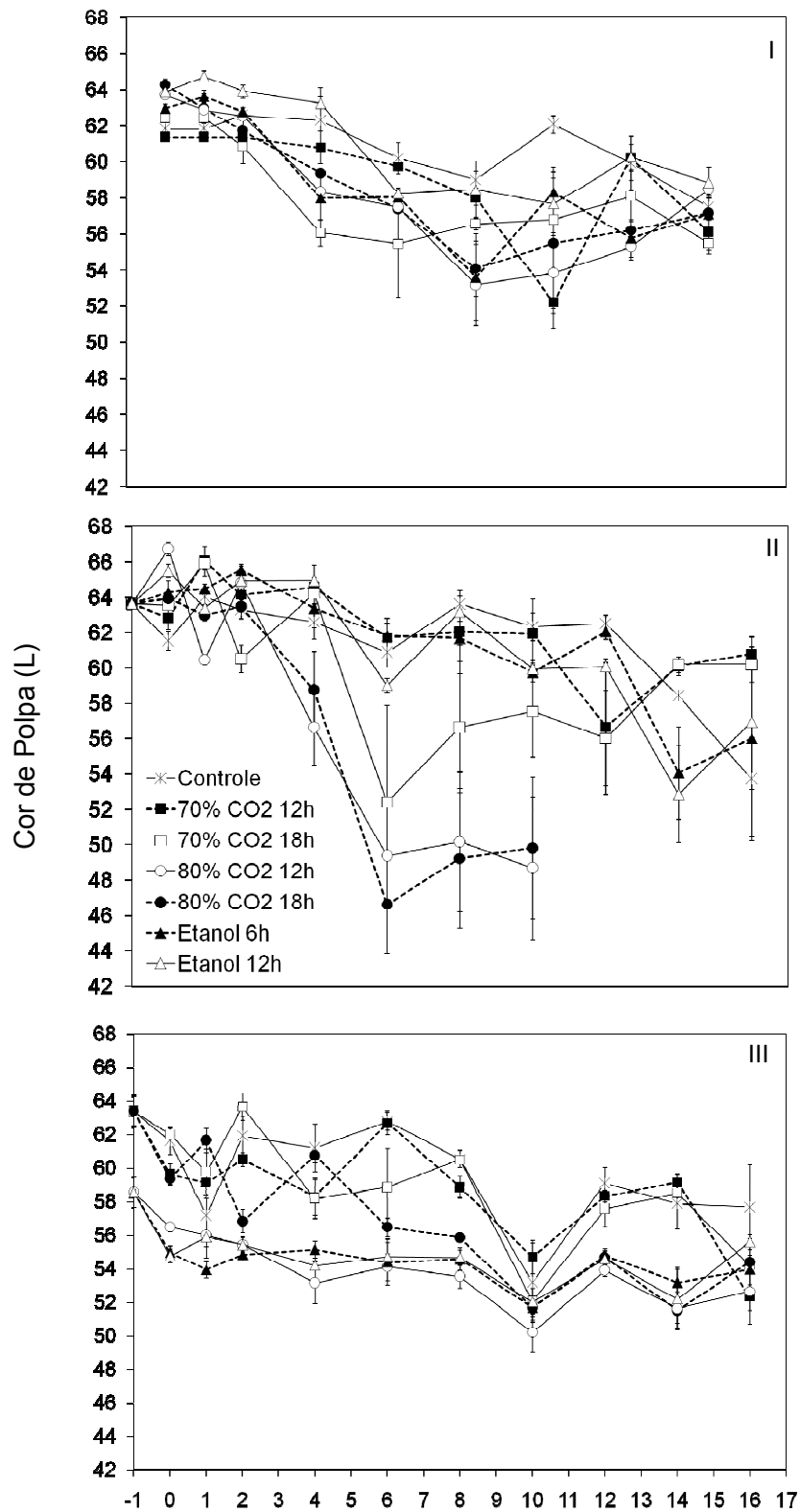


Figura 11 - Cor de polpa L* de caquis 'Rama Forte' submetidos a diferentes tratamentos de destanização e armazenados durante 16 dias sob condições de $22\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $85\pm 5\%$ UR (I - início, II - meados e III - final da safra)

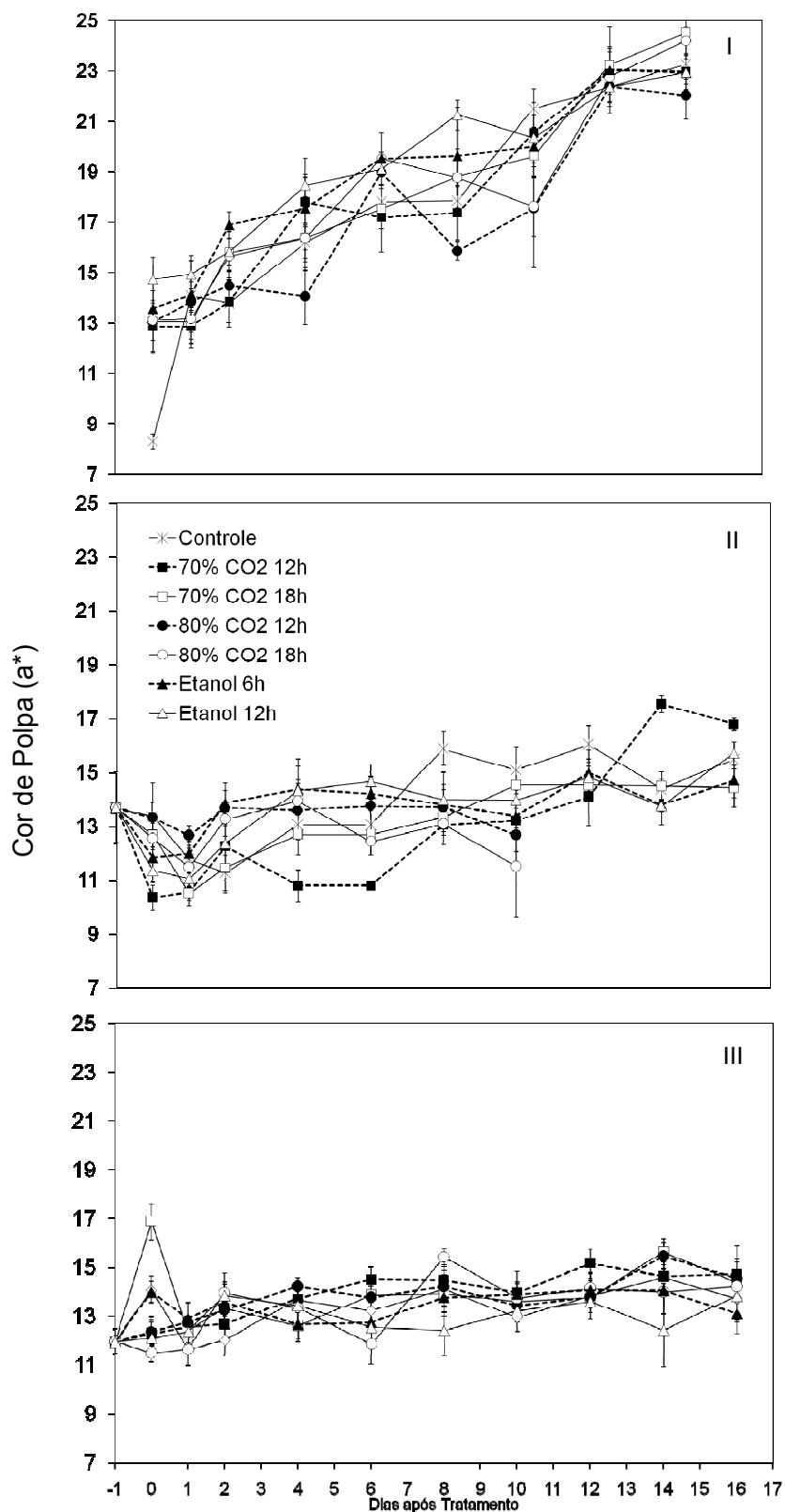


Figura 12 - Cor de polpa a^* de caquis 'Rama Forte' submetidos a diferentes tratamentos de destanização e armazenados durante 16 dias sob condições de $22\pm 1^\circ\text{C}$ e $85\pm 5\%$ UR (I - início; II - meados e III - final da safra)

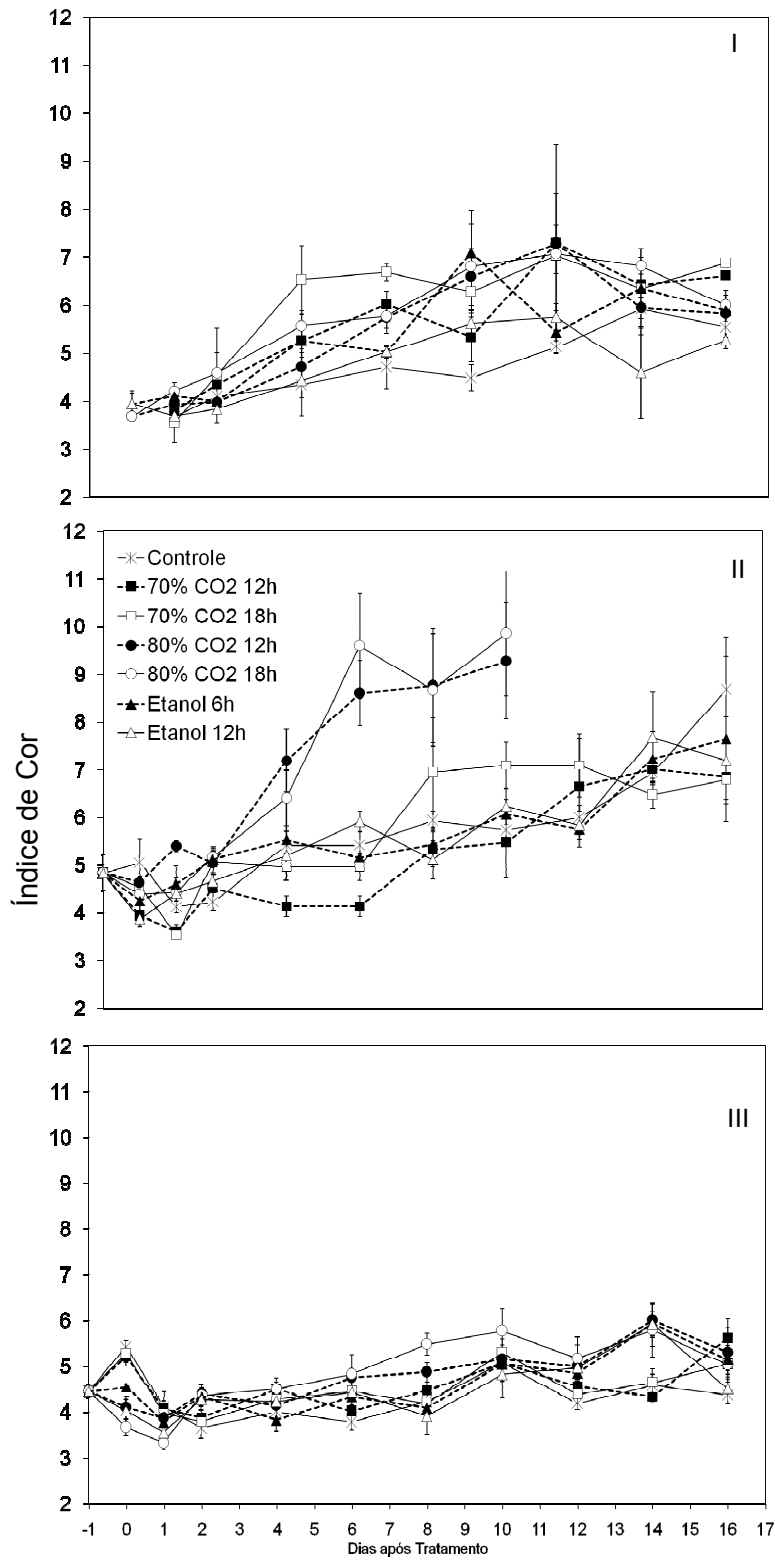


Figura 13 – Índice de cor de polpa de caquis ‘Rama Forte’ submetidos a diferentes tratamentos de destanização e armazenados durante 16 dias sob condições de $22\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $85\pm 5\%$ UR (I - início; II – meados e III – final da safra)

Quanto ao ângulo de cor, os valores foram de 77, 73 e 74,21, no início, meados e final da safra, e valores de 69 (70% CO₂ por 18 horas), 64 (70% CO₂ por 18 horas) e 73,54 (70% CO₂ por 12 horas) ao final de 16 dias de armazenamento, respectivamente (Figura 14).

Houve um aumento no índice de cor tanto da casca quanto da polpa. Assim, os frutos no início do experimento apresentavam cor alaranjada, e com o passar dos dias após os tratamentos, houve uma evolução da cor alaranjada para vermelha.

De maneira similar à cor da casca, a evolução da cor da polpa se deu no sentido de passar do alaranjado para o vermelho, principalmente nos frutos submetidos a 70% de CO₂ por 12 e 18 horas.

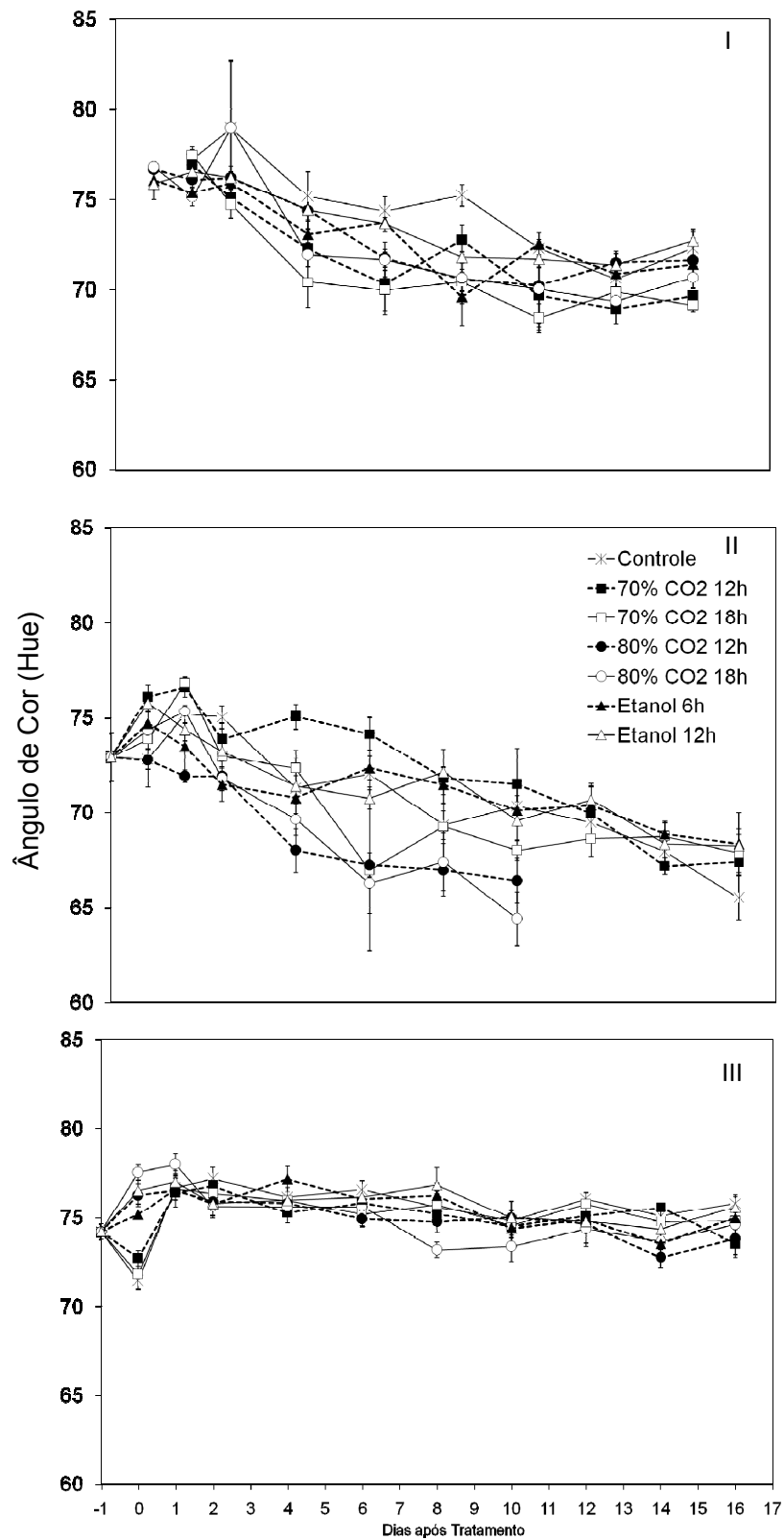


Figura 14 – Ângulo de cor de polpa de caquis 'Rama Forte' submetidos a diferentes tratamentos de destanização e armazenados durante 16 dias sob condições de $22\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $85\pm 5\%$ UR (I - início; II – meados e III – final da safra)

4.1.5 Taninos Solúveis e Totais

Pôde-se observar uma diminuição progressiva nos teores de taninos totais (Figura 15) em todos os tratamentos e nas três épocas de colheita. Da mesma forma, os frutos controle, que não sofreram tratamentos de destanização apresentaram os teores de taninos totais superiores aos demais tratamentos em todo o período analisado. Presume-se que com a aplicação de tratamentos de destanização, os taninos, tanto os solúveis como os insolúveis, sejam degradados, formando outros compostos que não promovem adstringência.

O teor de taninos solúveis (Figura 16) acompanhou o comportamento dos frutos quanto ao índice de adstringência, ficando abaixo de 0,10%, e tais frutos podem ser considerados não adstringente (VIDRIH et al., 1994), confirmando a reação do cloreto férrico com a parte solúvel dos taninos. Desta forma, após dois dias da aplicação dos processos de destanização, todos os tratamentos se apresentavam não adstringentes e prontos para a comercialização e consumo.

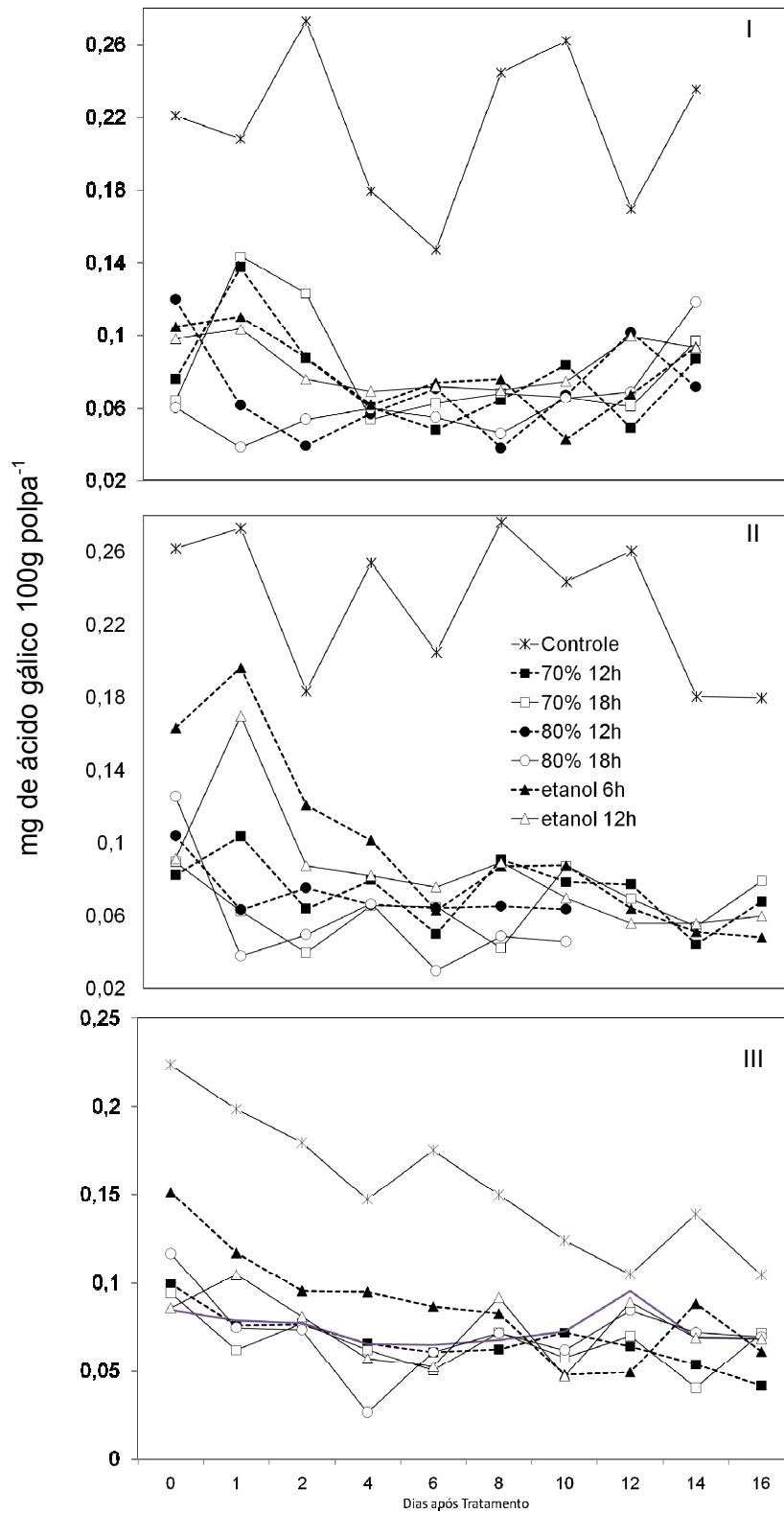


Figura 15 – Teor de taninos totais de caquis ‘Rama Forte’ submetidos a diferentes tratamentos de destanização e armazenados durante 16 dias sob condições de $22\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $85\pm 5\%$ UR (I - início, II – meados e III – final da safra)

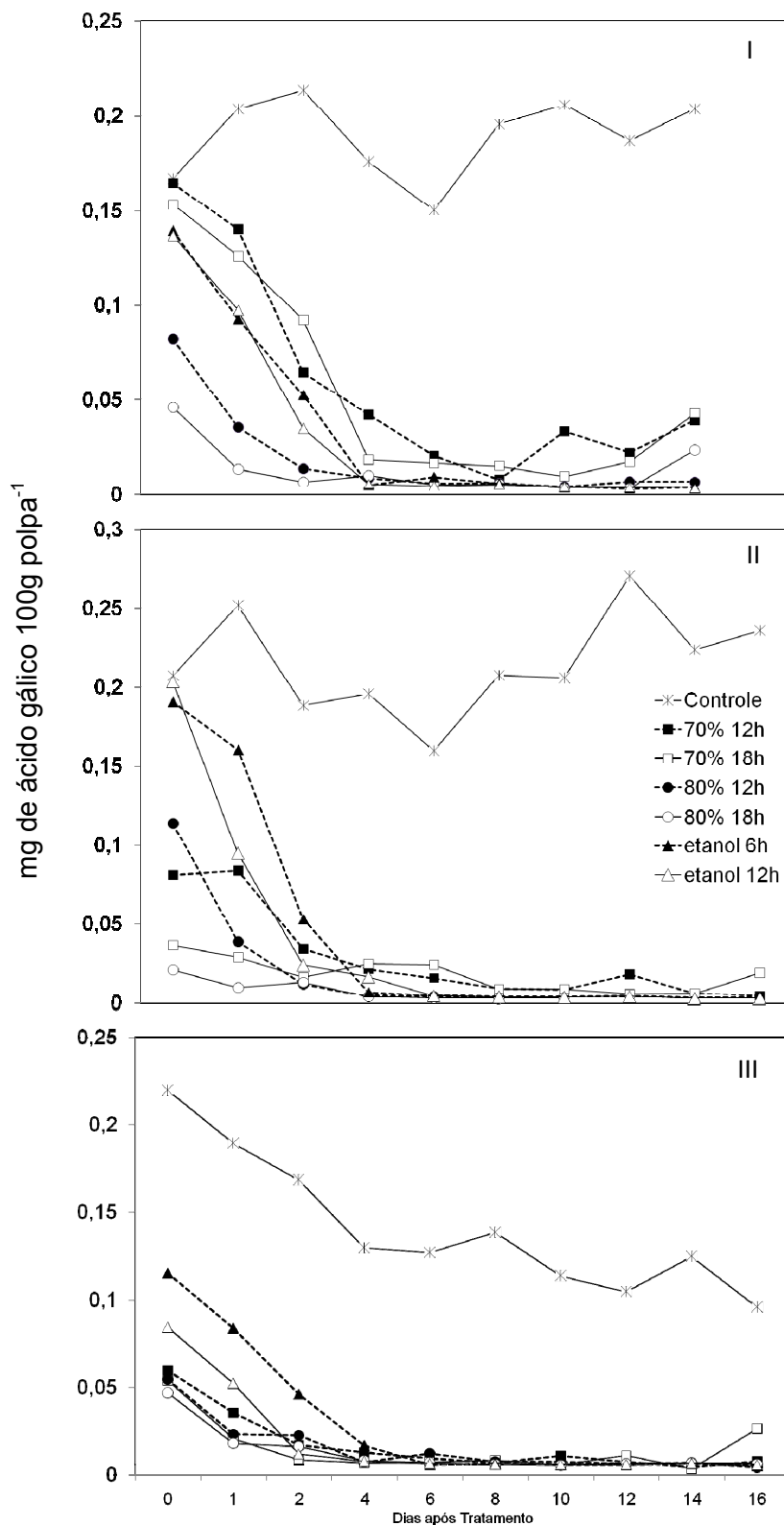


Figura 16 – Teor de taninos solúveis de caquis ‘Rama Forte’ submetidos a diferentes tratamentos de destanização e armazenados durante 16 dias sob condições de $22\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $85\pm 5\%$ UR (I - início, II – meados e III – final da safra)

4.1.6 Acetaldeído e Etanol

Observou-se, nos frutos colhidos no início da safra que após os tratamentos, todas as amostras apresentaram uma elevação na quantidade de acetaldeído (Figura 17), como um efeito da remoção da adstringência com os tratamentos com dióxido de carbono e etanol. Nos frutos submetidos à atmosfera com etanol e 80% de CO₂, a remoção da adstringência aconteceu aos 2 dias após os tratamentos, coincidindo com as maiores quantidades de acetaldeído encontrada nos frutos destes tratamentos. Em meados e no final da safra, a remoção da adstringência ocorre aos 4 dias, em concordância com a baixa quantidade de acetaldeído nos frutos antecedendo este período. Nos frutos que não foram destanizados, as quantidades de acetaldeído e etanol permaneceram baixas durante os 16 dias de armazenamento à 22°C. Nos frutos colhidos no início da safra, tanto as quantidade de acetaldeído quanto de etanol (Figura 18) foram menores do que aquelas encontradas nos frutos colhidos no final da safra, cuja remoção da adstringência ocorreu de forma mais rápida e não apresentou recorrência em nenhum dos tratamentos.

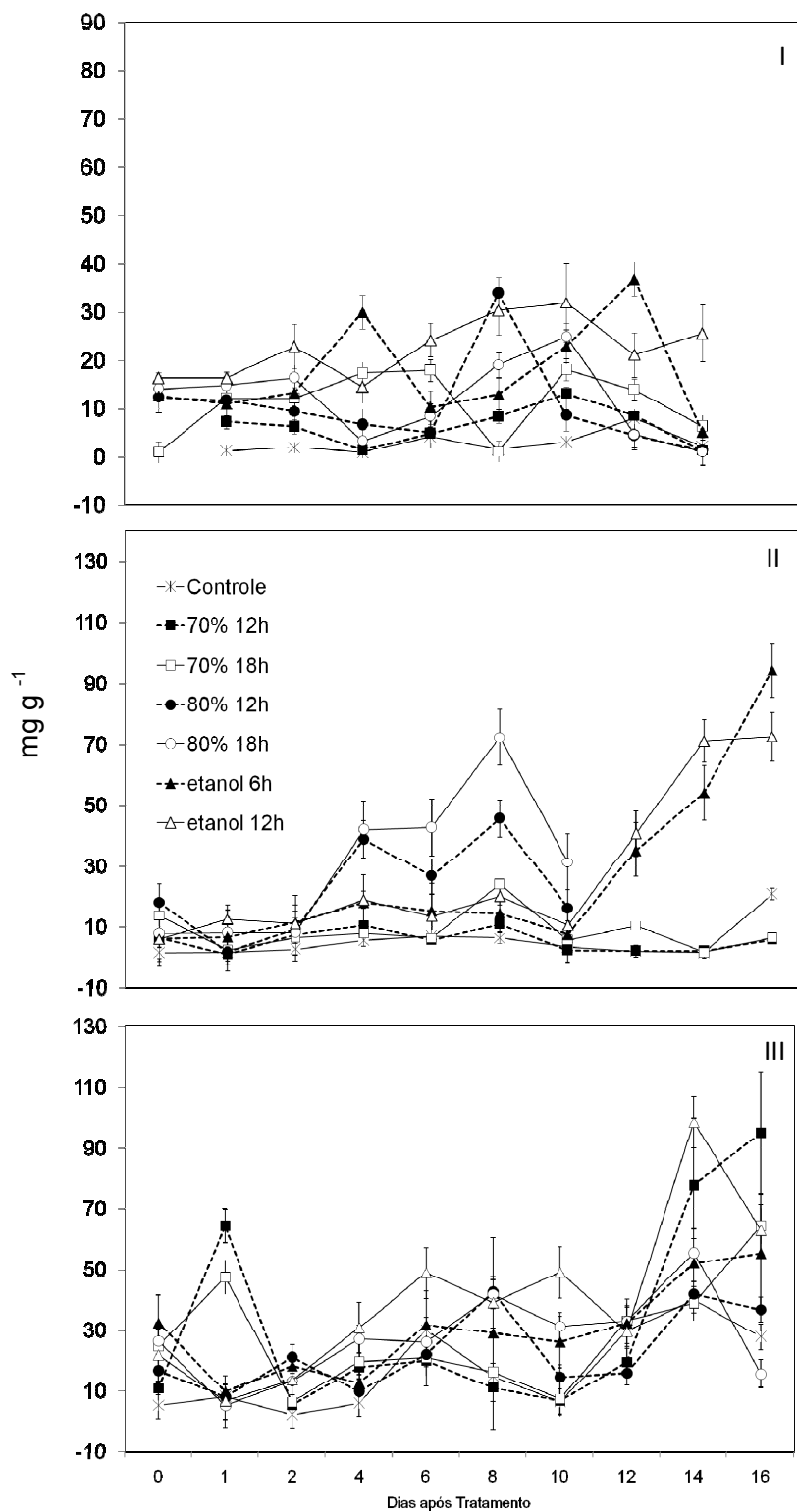


Figura 17 – Teor de acetaldeído em caquis ‘Rama Forte’ submetidos a diferentes tratamentos de destanização e armazenados durante 16 dias sob condições de $22\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $85\pm 5\%$ UR (I - início, II – meados e III – final da safra)

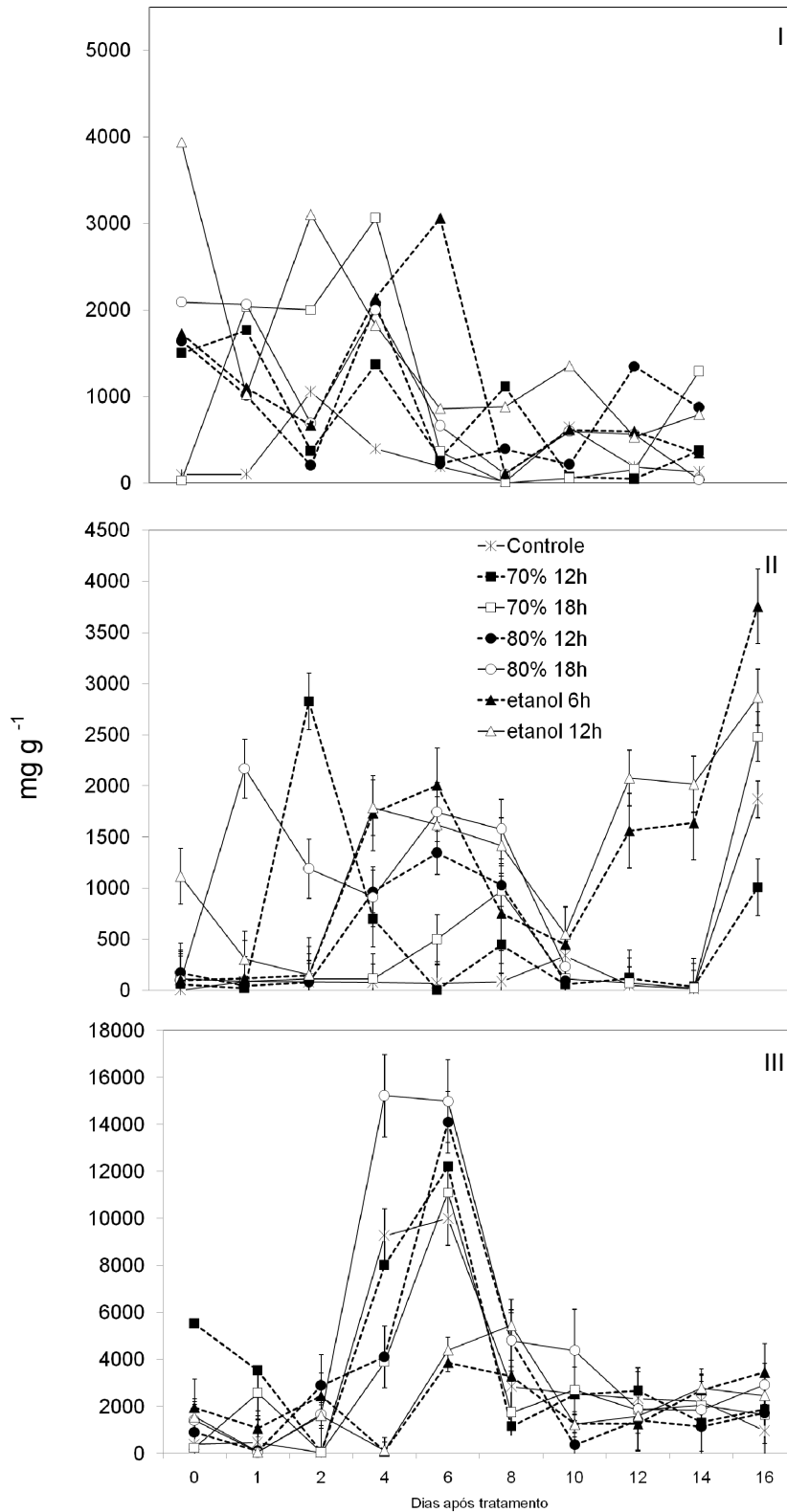


Figura 18 – Teor de etanol em caquis 'Rama Forte' submetidos a diferentes tratamentos de destanização e armazenados durante 16 dias sob condições de $22\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $85\pm 5\%$ UR (I - início, II – meados e III – final da safra)

4.2 Safra 2006/07

A tabela 3 caracteriza os frutos colhidos nas 3 épocas de avaliação, na safra 2006/2007.

Tabela 3 – Firmeza de polpa, índice de adstringência e cor de casca e de polpa de caquis 'Rama Forte' colhidos em diferentes épocas (início, meados e final da safra 2006/2007)

Época da colheita		Início da Safra		Meados da Safra		Final da Safra	
		JM	DM	JM	DM	JM	DM
Firmeza	(N)	40,54	58,80	50,22	51,49	52,10	27,14
Índice de Adstringência	Notas de 1 a 5	5	5	4,25	4,5	4,81	4,43
	L*	46,05	60,95	59,86	57,62	58,97	54,15
	a*	3,87	13,65	13,01	26,40	19,32	34,53
Cor de Casca	Ângulo de Cor	85,97	77,16	77,84	65,38	71,81	56,11
	Índice de cor	1,52	3,74	3,60	7,96	5,57	12,40
	L*	62,82	59,68	64,45	63,86	67,00	61,64
	a*	8,04	8,05	6,56	11,73	6,11	15,49
Cor de Polpa	Ângulo de Cor	82,36	80,46	82,71	77,68	83,20	74,35
	Índice de cor	2,25	2,81	1,98	3,41	1,77	4,54

4.2.1 Perda de Massa

Nas 3 épocas observadas, a perda de massa foi crescente, independente do tratamento (Figura 19), mas as maiores perdas foram obtidas nos frutos colhidos em meados da safra, em todos os tratamentos, atingindo valores de 8,6 nos frutos do controle; 8,14 nos submetidos ao vapor de etanol e 7,94 nos frutos expostos a 70% de CO₂/12 horas. As menores perdas foram observadas nos frutos colhidos no final e no início da safra, cujos valores foram de 3,52 (controle); 3,26 (etanol); 3,37 (70% CO₂/12 horas) e de 12,52 (70% CO₂/12 horas); 3,91 (controle) e 3,55 (etanol), respectivamente. Muñoz (2002), no entanto, observou que frutos expostos ao CO₂ apresentaram, ao término do tratamento, menor perda

de massa que os expostos ao etanol.

Durante 16 dias de avaliação do experimento, somente os frutos do início da safra submetidos à exposição ao monóxido de carbono apresentou valores acima de 10%, o que é considerado depreciativo para produtos hortícolas frescos (FINGER; VIEIRA, 1997).

Ortiz et al. (2005), encontraram que a perda de peso de frutos armazenados a 20°C, não mostrou diferenças até 6 dias após a colheita, mas após isso a magnitude da perda de peso no controle ultrapassou a dos frutos tratados (1-MCP) atingindo 0,47%.

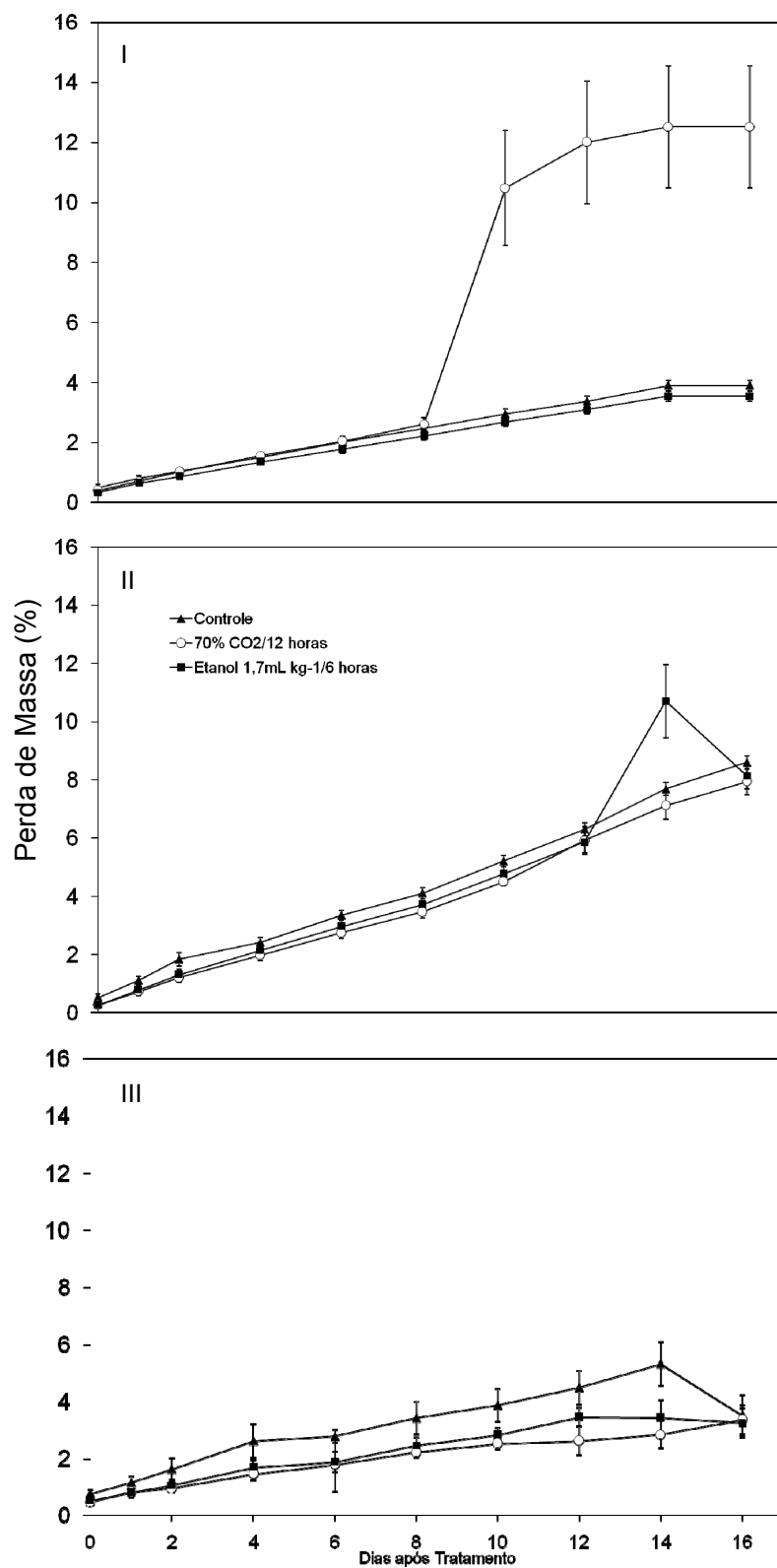


Figura 19 - Perda de massa (%) de caquis 'Rama Forte' submetidos a diferentes tratamentos de destanização e armazenados durante 16 dias sob condições de 22 °C e 85 % UR. (I - início; II - meados e III - final da safra)

Nos frutos submetidos aos tratamentos e armazenados por 30 dias a 1°C (Figura 20) a perda de massa foi crescente e menor que 10% em todos os períodos analisados e em todos os tratamentos. Após a retirada dos frutos da condição refrigerada (aos 30 dias), o aumento foi pequeno o mesmo ocorrendo aos 60 e 90 dias (Figuras 21 e 22).

No armazenamento refrigerado por 30, 60 e 90 dias foi maior nos frutos colhidos em meados da safra, mas não atingiu valores que levariam a depreciação dos produtos, ficando abaixo ou igual 10%.

Os frutos do final da safra foram analisados aos 30 e 48 dias de armazenamento refrigerado, devido à um problema nas instalações das câmaras-frias, resultando no desligamento da mesma e na conseqüente perda do lote destinado à permanecer 90 dias armazenado e rápida análise do lote que deveria permanecer 60 dias.

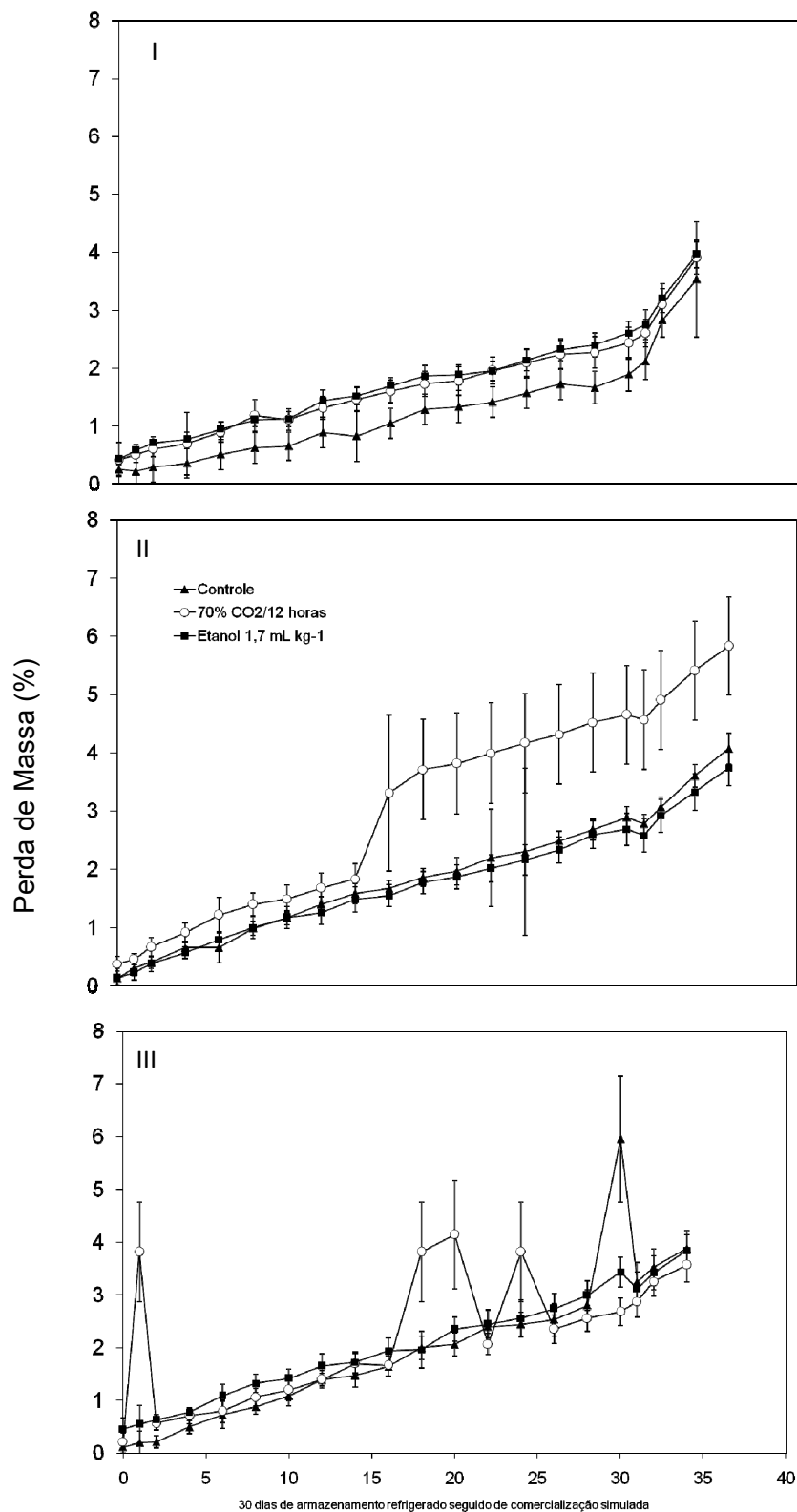


Figura 20 - Perda de massa (%) de caquis 'Rama Forte' submetidos a diferentes tratamentos de destanização e armazenados durante 30 dias sob condições de 1 °C e 85 % UR e, logo após submetidos a comercialização simulada. (I – início; II – meados e III – final da safra)

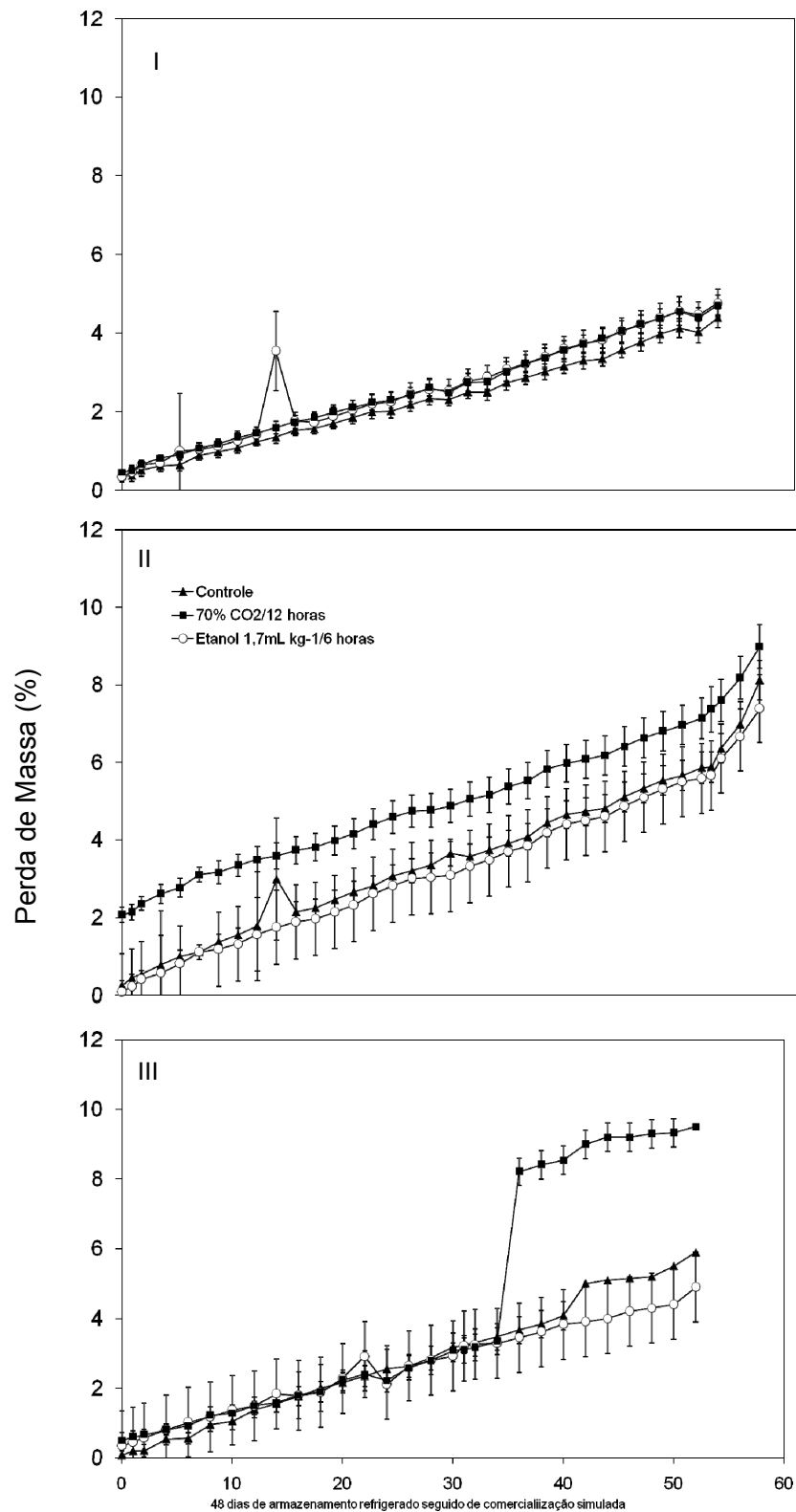


Figura 21 - Perda de massa (%) de caquis 'Rama Forte' submetidos a diferentes tratamentos de destanização e armazenados durante 60 dias sob condições de 1 °C e 85 % UR e, logo após submetidos a comercialização simulada. (I - início; II - meados e III - final da safra - armazenado por 48 dias)

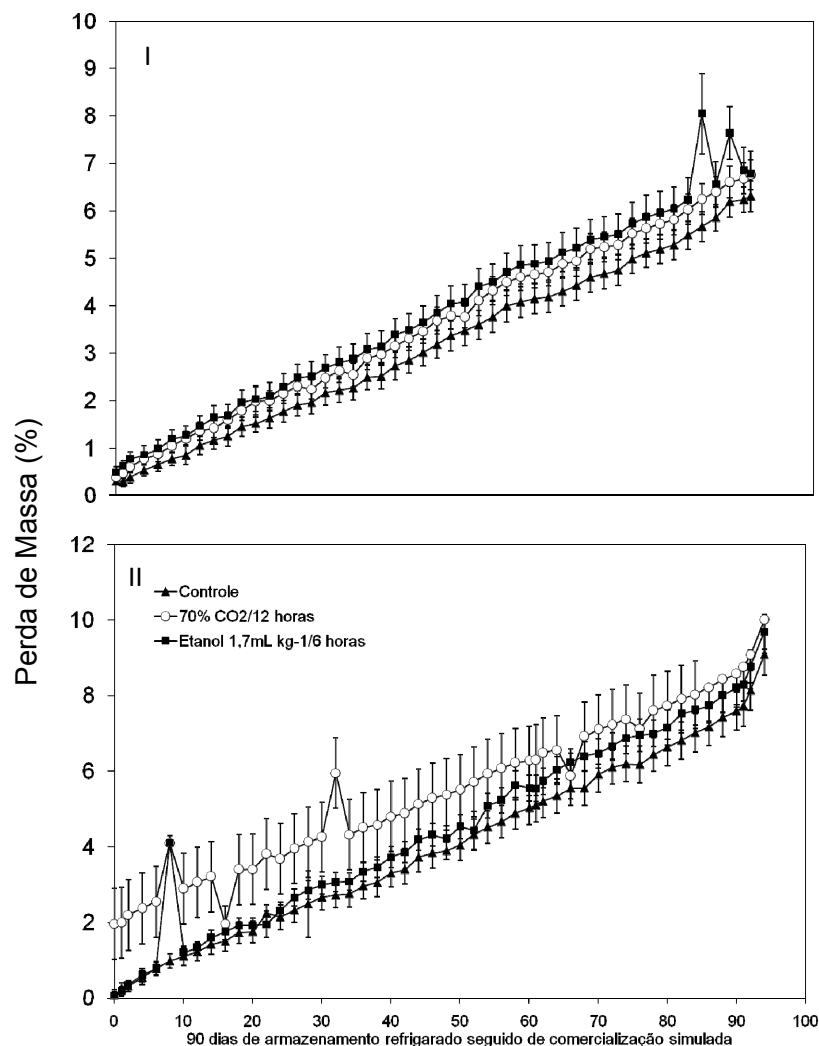


Figura 22 - Perda de massa (%) de caquis 'Rama Forte' submetidos a diferentes tratamentos de destanização e armazenados durante 90 dias sob condições de 1 °C e 85 % UR e, logo após submetidos a comercialização simulada.(I – início e II – meados da safra)

4.2.2 Firmeza

O rápido amolecimento na pós-colheita é o principal fator que limita o armazenamento e a vida-de-prateleira de caquis. Ao contrário de outras frutas climatéricas, os caquis produzem pouca mas significantes quantidades de etileno durante o período de amadurecimento (ITAMUTA et al., 1991) e aliado à isso, os tratamentos de remoção da adstringência frequentemente causam amolecimento dos frutos, encurtando sua vida de prateleira e diminuindo a qualidade dos frutos (ORTIZ et al., 2005).Ao se comparar as 3 épocas de colheita, percebe-se que

existe um valor decrescente na firmeza entre as épocas de colheita, ou seja, os frutos iniciam os tratamentos já com uma diferença na firmeza inicial (Tabela 3), a qual se acentua com o passar dos dias de armazenamento a 22°C. No início da safra, os frutos submetidos a exposição à 70% CO₂ foram os que apresentaram ao final do período, maiores valores de firmeza (42,47N), e os frutos que foram submetidos ao vapor de etanol, apresentaram os menores valores (34,92N) ficando o controle situado em valores intermediários (39,79N).

Ortiz et al. (2005), encontraram que nos frutos submetidos aos tratamentos para remoção da adstringência, o amolecimento foi observado imediatamente após a aplicação. Muñoz (2002) relatou que os frutos expostos a 70% de CO₂ por 18 horas apresentaram resistência de polpa igual a dos frutos do controle, enquanto que os frutos submetidos ao vapor de etanol apresentaram diminuição na firmeza. Por outro lado, Oz et al. (2004) afirmam que a manutenção de frutos em atmosfera com CO₂, de 60 a 90%, leva a diminuição significativa na firmeza dos frutos.

Todos os valores enquadram os frutos em níveis adequados de firmeza, considerando-se o objetivo do trabalho que é oferecer frutos sem adstringência e crocante (Figura 23). A firmeza da polpa mínima para viabilizar a comercialização é, segundo Crisosto (2003), de 22,2N para a cultivar Fuyu.

Em meados da safra, os frutos do controle se mantiveram com maior firmeza ao final de 16 dias no ambiente (Figura 23 II) e os frutos submetidos ao vapor de etanol, novamente apresentaram a menor firmeza, ficando no limite do valor considerado mínimo para produtos hortícolas.

No final de safra, os frutos submetidos ao etanol foram os que apresentaram maiores valores de firmeza, diferindo das outras épocas de colheita. Entretanto, o valor inicial da firmeza no final da safra foi maior que em meados da safra.

Após 30 dias de armazenamento refrigerado (Figura 24), observa-se uma queda brusca na firmeza dos frutos tornando-os impróprios para a comercialização e a continuação do experimento já que a firmeza mínima estipulada foi de 20N.

O rápido amolecimento na pós-colheita é o principal fator que limita o

armazenamento e a vida-de-prateleira de caquis. Ao contrário de outras frutas climatéricas, os caquis produzem pouca mas significantes quantidades de etileno durante o período de amadurecimento (ITAMUTA et al., 1991) e aliado à isso, os tratamentos de remoção da adstringência frequentemente causam amolecimento dos frutos, encurtando sua vida de prateleira e diminuindo a qualidade dos frutos (ORTIZ et al., 2005).

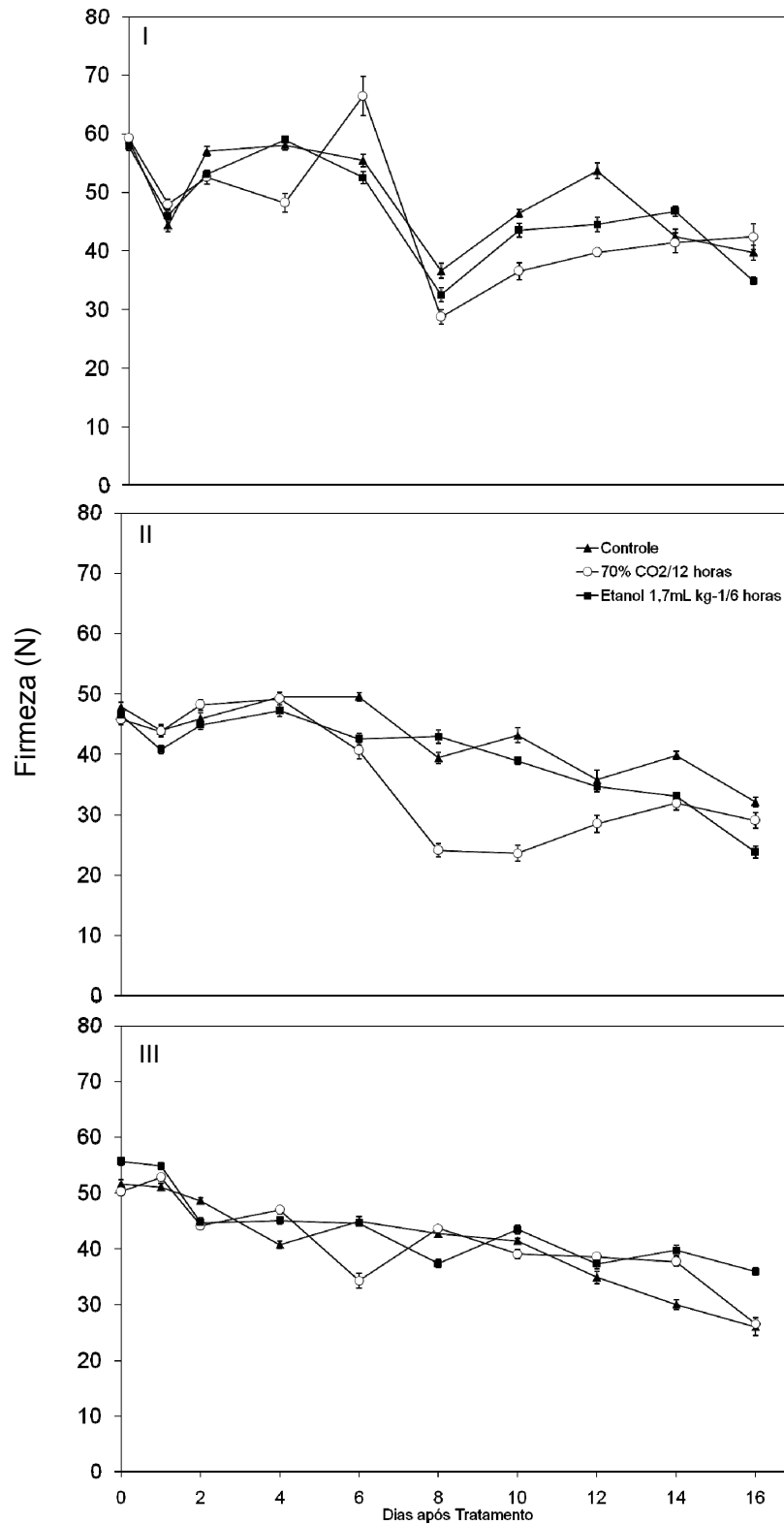


Figura 23 - Firmeza (N) de caquis 'Rama Forte' submetidos a diferentes tratamentos de destanização e armazenados durante 16 dias sob condições de 22 °C e 85 ± 5% UR. (I - início da safra; II - meados da safra e III - final da safra)

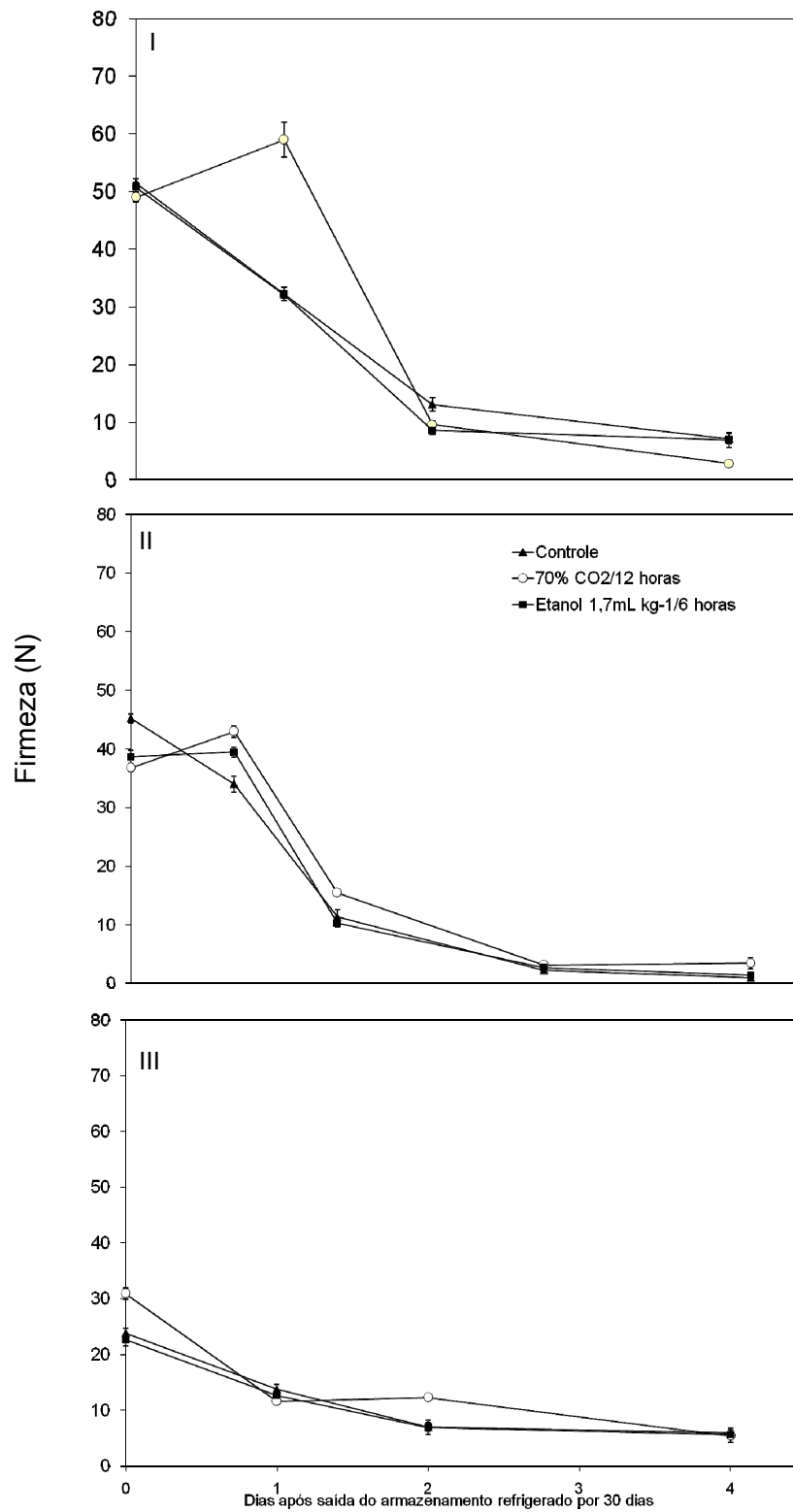


Figura 24 - Firmeza (N) de caquis 'Rama Forte' submetidos a diferentes tratamentos de destanização e armazenados durante 30 dias sob condições de $1\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $85\pm 5\%$ UR e, logo após submetidos a comercialização simulada. (I - início; II - meados e III - final da safra)

Ao retirarmos os frutos do armazenamento refrigerado após 60 dias (Figura 25), a vida de prateleira dos mesmos se reduz ainda mais quando comparada com os frutos armazenados por 30 dias, limitando-se a 2 dias no início, 6 em meados e a 2 no final da safra, havendo pouca diferença entre os tratamentos.

Aos 90 dias (Figura 26), a vida de prateleira dos frutos do início da safra se reduz a 1 dia e dos frutos de meados à 4 dias. Os frutos submetidos ao CO₂ e armazenados por 90 dias, após 2 dias de armazenamento no ambiente, ainda apresentavam elevada firmeza (26,73N).

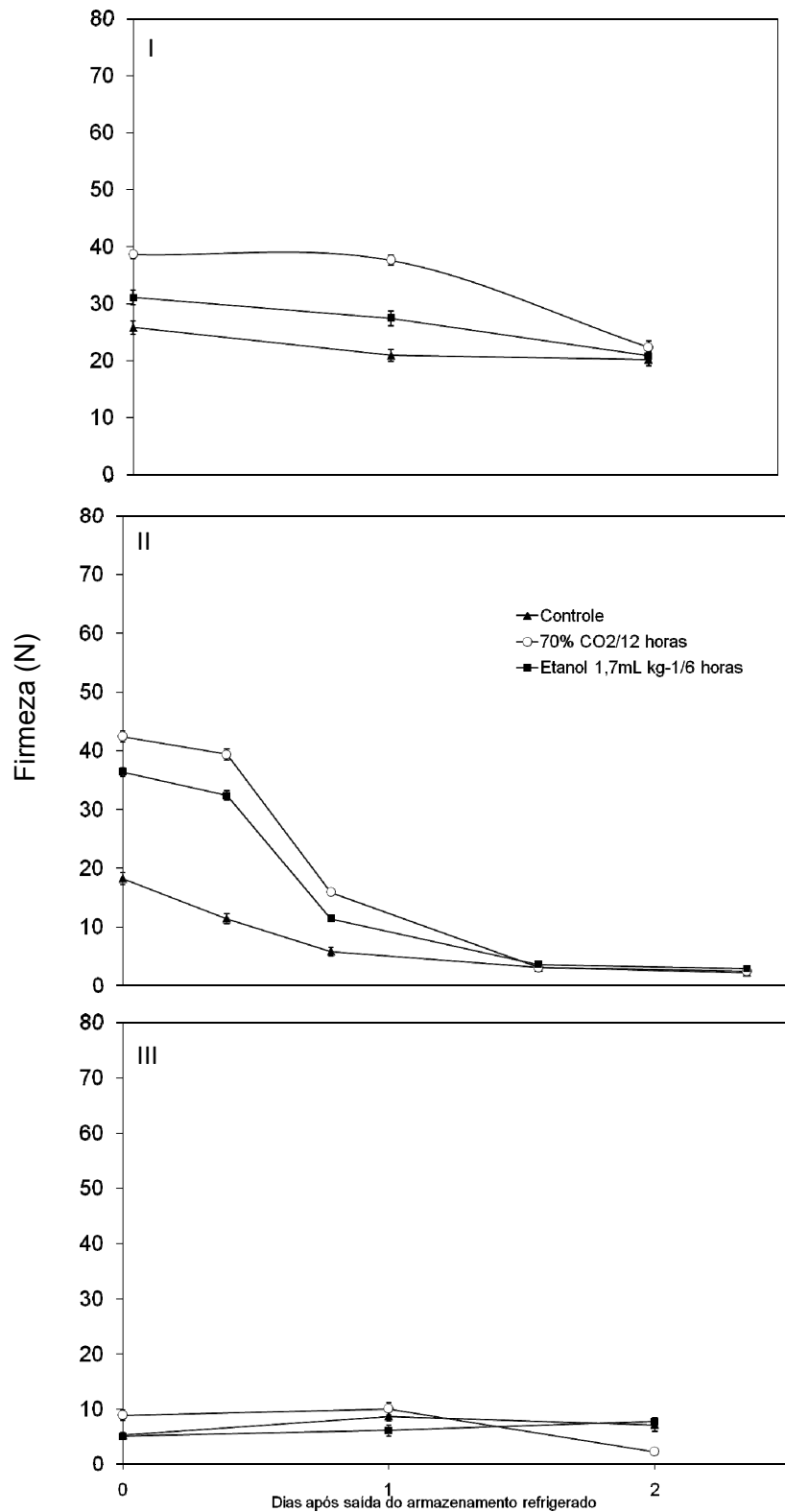


Figura 25 - Firmeza (N) de caquis 'Rama Forte' submetidos a diferentes tratamentos de destanização e armazenados durante 60 dias sob condições de 1 °C e 85 5% UR e, logo após submetidos a comercialização simulada (I, início; II – meados e III – final da safra)

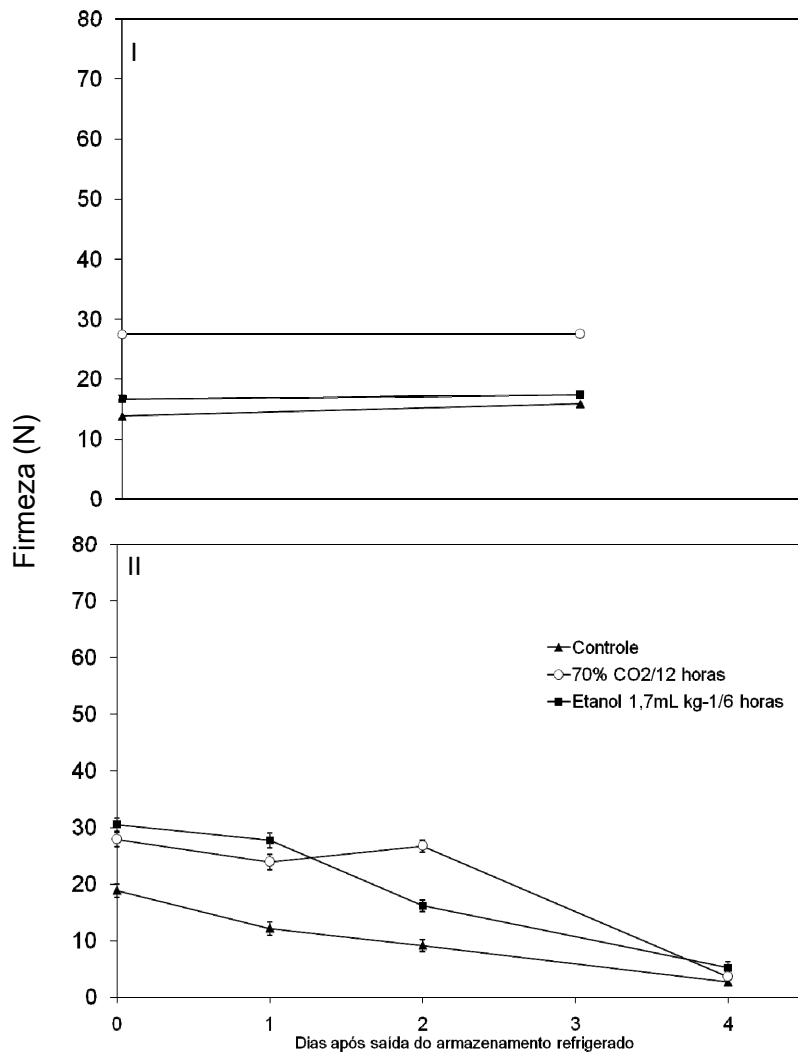


Figura 26 - Firmeza (N) de caquis 'Rama Forte' submetidos a diferentes tratamentos de destanização e armazenados durante 90 dias sob condições de 1 °C e 85 % UR e, logo após submetidos a comercialização simulada (I – início e II – meados da safra)

4.2.3 Índice de Adstringência

Observando o índice de adstringência, verificamos que nas 3 épocas de colheita, os frutos tratados com etanol tiveram a adstringência removida entre o primeiro (meados) e o quarto (final) dias após aplicação dos tratamentos (Figura 27).

No início da safra o índice de adstringência do controle, apesar de apresentar uma leve queda, continuou na classificação entre 4 e 5, permanecendo adstringente durante todo o período analisado. Os tratamentos para a remoção da

adstringência apresentaram diferenças na eficiência da remoção da mesma, sendo que os frutos tratados com etanol estavam completamente sem adstringência já no segundo dia após a exposição ao vapor, enquanto que nos frutos expostos ao CO₂ situaram-se entre moderada e ligeiramente adstringentes. O mesmo comportamento não foi observado por Muñoz (2002), cujo experimento mostrou que, logo após o tratamento de destanização, os frutos tratados com 70% de CO₂ por 18 horas já haviam sofrido redução significativa da adstringência, com valores de 2,65 (moderadamente adstringentes), enquanto os frutos expostos ao etanol por 6 horas apresentavam-se adstringentes. Ainda de acordo com o mesmo autor, durante o armazenamento, os frutos expostos ao CO₂ apresentaram-se sem adstringência logo no 2º dia, enquanto os expostos ao etanol demoraram 5 dias para atingirem este índice. Sob altas concentrações de CO₂ ocorre acúmulo de acetaldeído nos tecidos vegetais. Um dos mecanismos propostos na remoção da adstringência envolve a condensação do tanino solúvel com o acetaldeído acumulado (ITO, 1971). Por sua vez, a exposição do fruto ao etanol envolve sua evaporação e absorção durante o período de exposição (KATO, 1984a), em seguida o etanol absorvido é transformado em acetaldeído pela enzima álcool desidrogenase (YONEMORI; SUGIURA, 1996) e posteriormente o tanino solúvel é condensado pelo acetaldeído acumulado

Nos frutos do final da safra, a adstringência dos frutos submetidos ao vapor de etanol se manteve por mais tempo, mas ainda assim foi baixa logo no 2º dias após o tratamento. A recorrência foi menos pronunciada que nos frutos de meados da safra, porém somente aconteceu nos frutos submetidos ao monóxido de carbono, nas 3 épocas analisadas.

O objetivo de qualquer tratamento de remoção da adstringência é aumentar a palatabilidade através da condensação de tanino na polpa da fruta (ORTIZ et al., 2005). No entanto, a recorrência da adstringência é um processo decorrente da ressolubilização dos taninos, o que torna a fruta novamente adstringente. Ben-Arie e Sonogo (1993) também observaram a recorrência da adstringência em caquis que foram submetidos a tratamentos de destanização com CO₂. A interação entre os taninos e as proteínas dentro do complexo tanino-proteína é dinâmica. Não é

somente um complexo insolúvel que se precipita, ele pode ser constantemente remodelado e voltar a ressolubilizar (ITTAH, 1991).

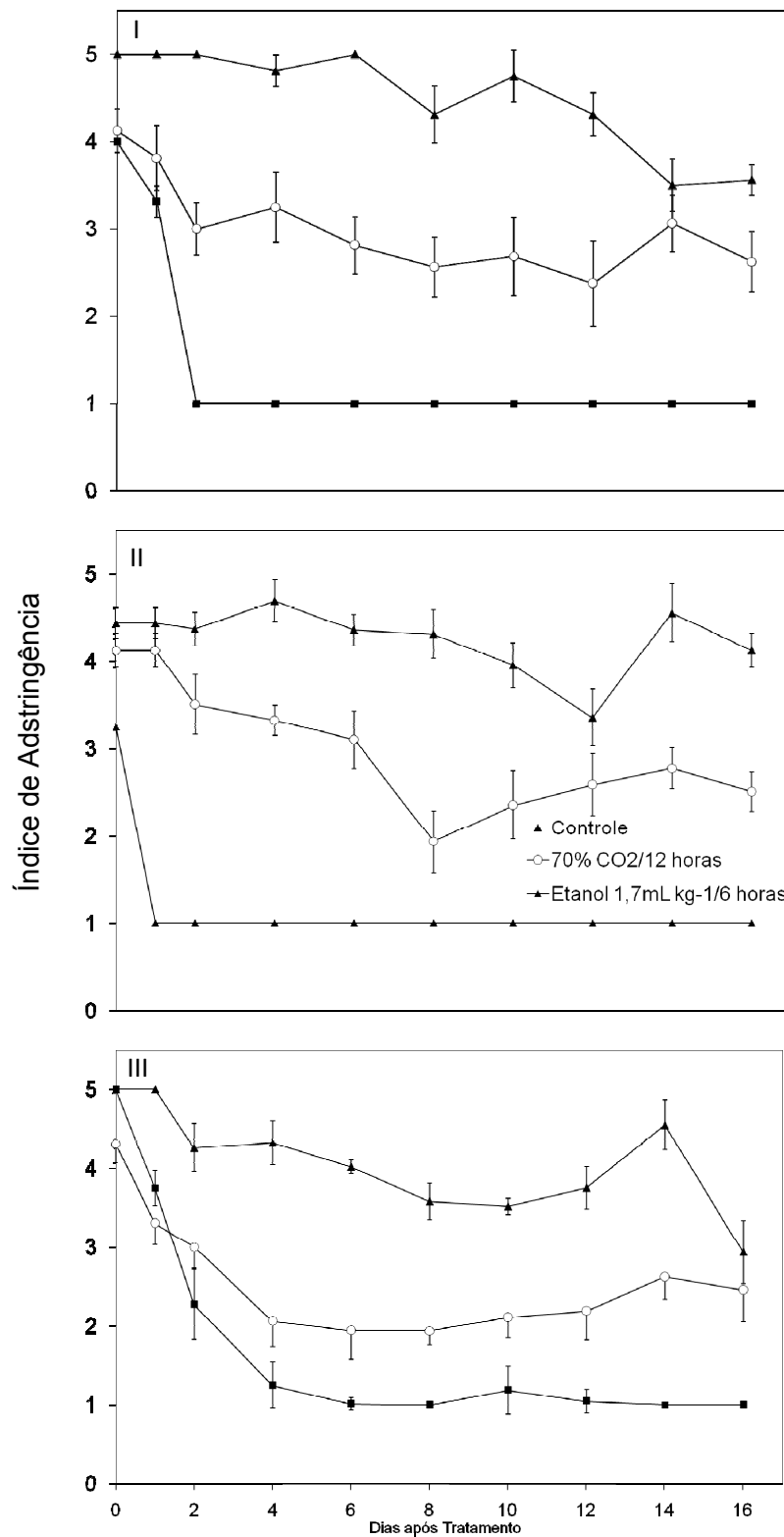


Figura 27 - Índice de Adstringência de caquis 'Rama Forte' submetidos a diferentes tratamentos de destanização e armazenados durante 16 dias sob condições de $22\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $85\pm 5\%$ UR. (I - início; II - meados e III - final da safra)

Ao sair do armazenamento após 30 dias à 1°C (Figura 28), os frutos do início da safra do tratamento controle estavam muito adstringentes (nota 5), os submetidos ao CO₂ apresentavam nota 4 e os expostos ao vapor de etanol já se apresentavam próximos de 1 (não adstringentes). Porém após 4 dias todos os frutos estavam aptos ao consumo.

Nos frutos de meados da safra, a tendência do comportamento do início da safra se manteve, ou seja, os frutos do controle eram os mais adstringentes, os submetidos ao monóxido de carbono moderadamente e os submetido ao vapor de etanol não adstringentes, já na saída do armazenamento.

Na figura 29 e 30, após 60 e 90 dias de armazenamento refrigerado, respectivamente, observa-se que as notas dos tratamentos diminui uma unidade decorridos 30 dias de armazenamento, tornando-se menos adstringentes.

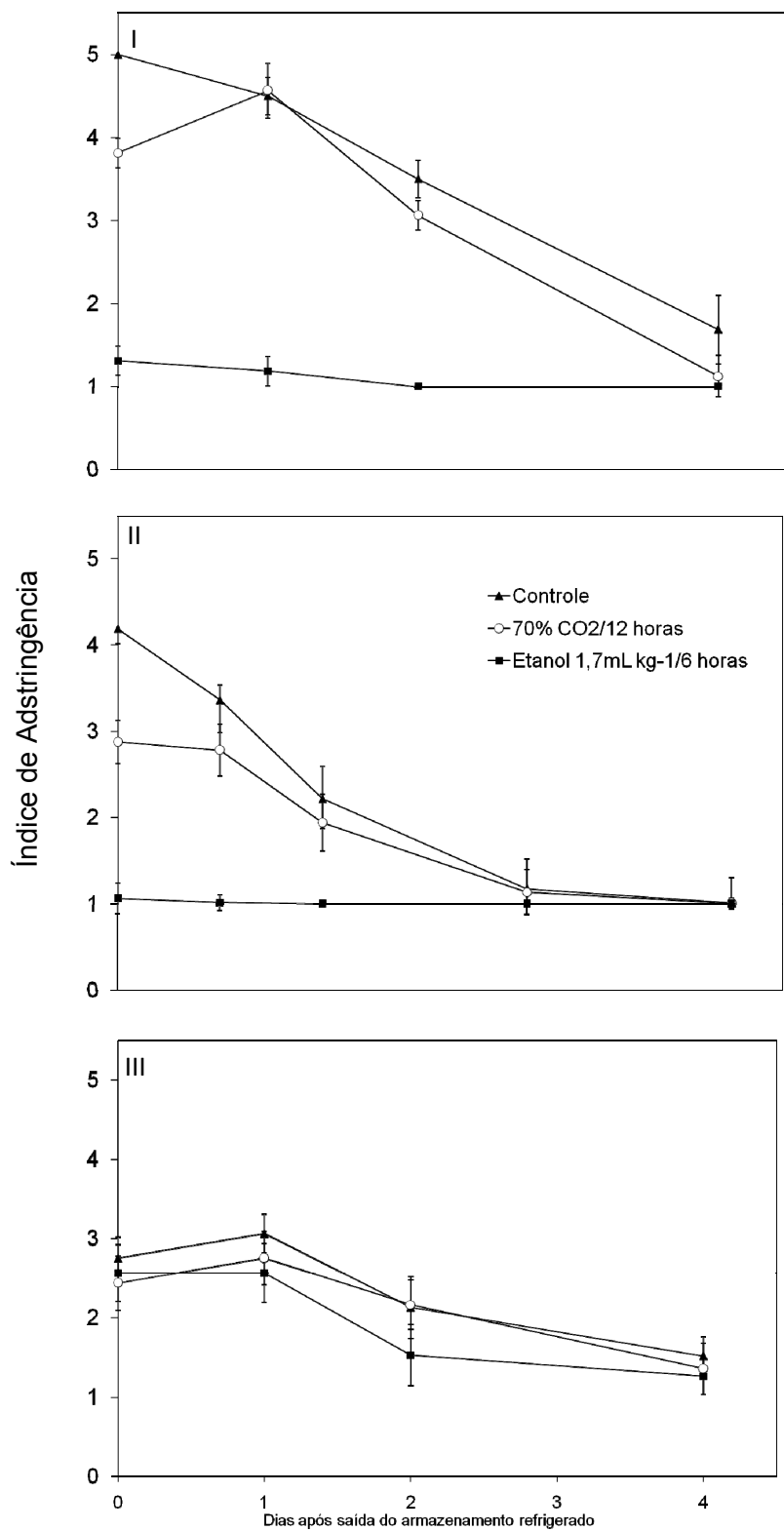


Figura 28 - Índice de dstringência de caquis 'Rama Forte' submetidos a diferentes tratamentos de destanização e durante 30 dias sob condições de 1 1°C e 85 5% UR e, logo após submetidos a comercialização simulada (I - início; II - meados e III - final da safra)

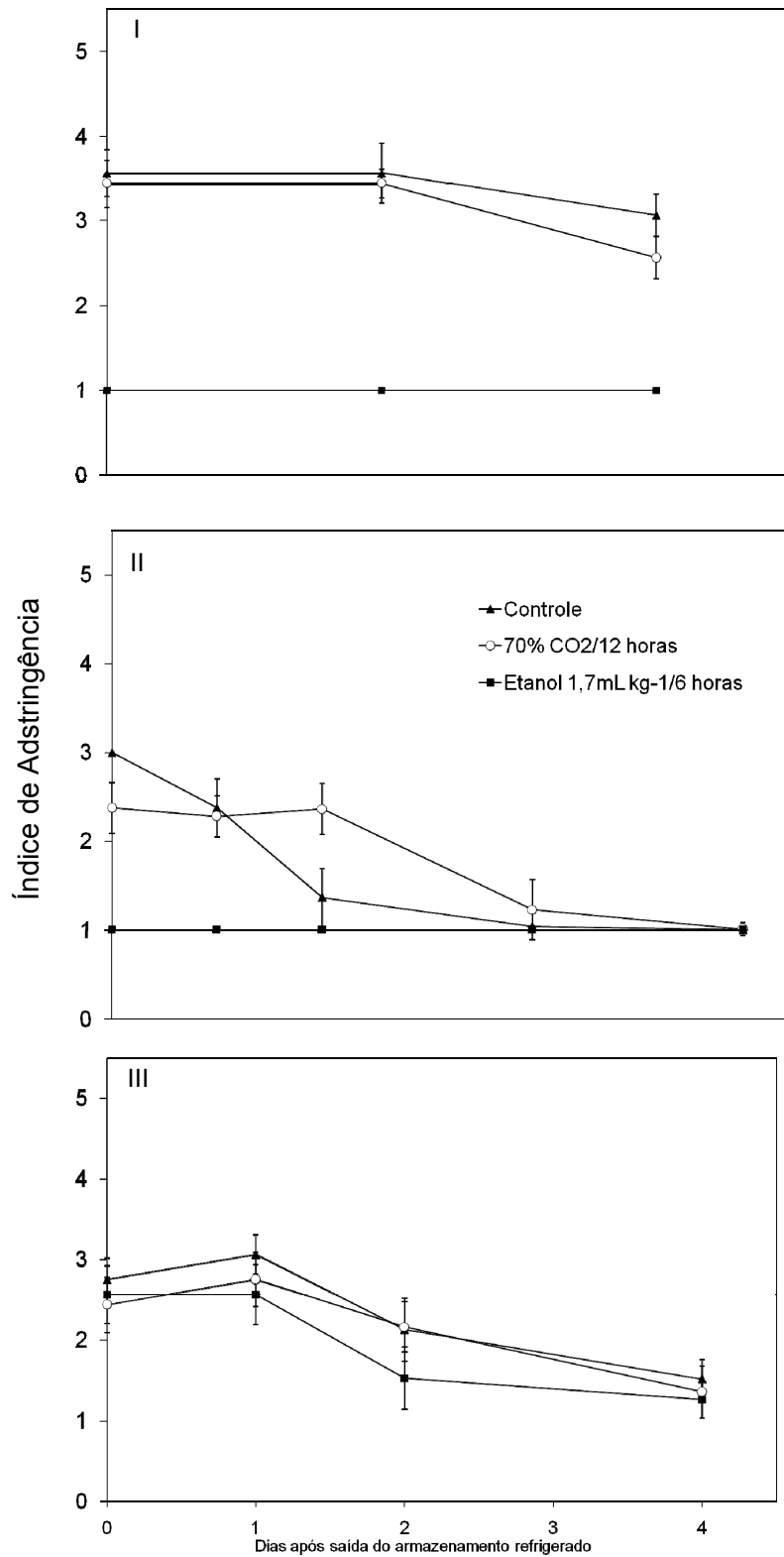


Figura 29 - Índice de adstringência de caquis 'Rama Forte' submetidos a diferentes tratamentos de destanização e durante 60 dias sob condições de 1 °C e 85 % UR e, logo após submetidos a comercialização simulada (I - início; II - meados e III - final da safra)

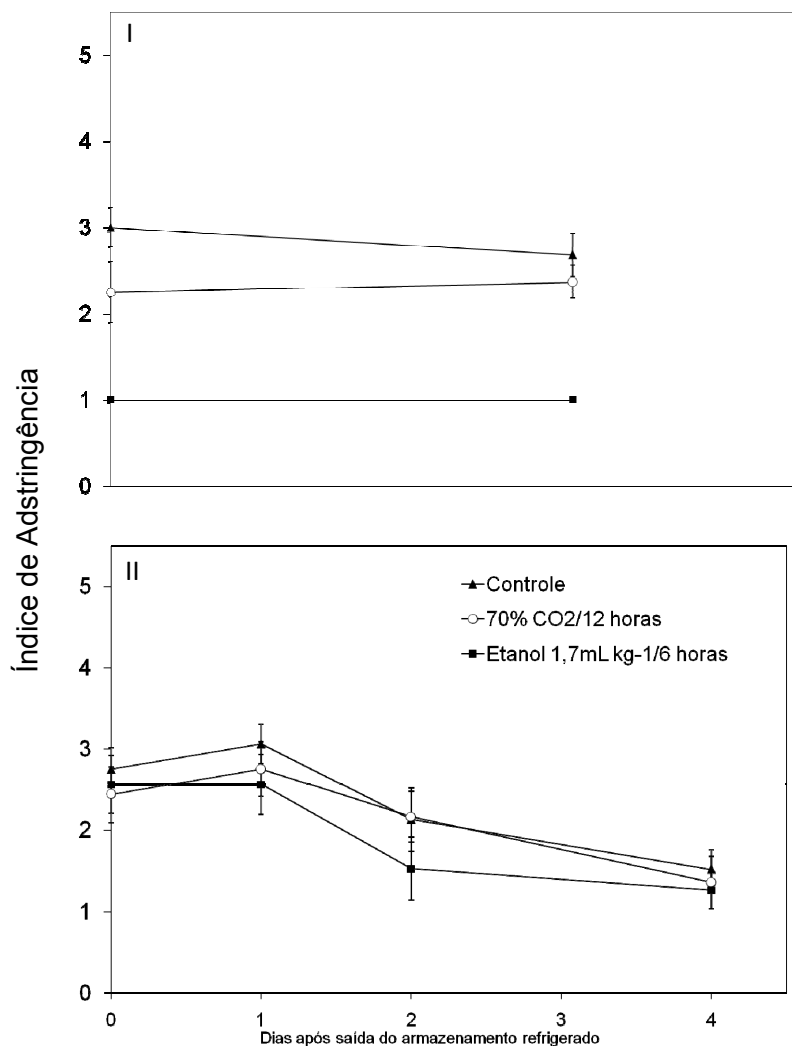


Figura 30 - Índice de adstringência de caquis 'Rama Forte' submetidos a diferentes tratamentos de destanização e durante 90 dias sob condições de 1 °C e 85 5% UR e, logo após submetidos a comercialização simulada (I – início e II – meados da safra)

4.2.4 Cor de Casca

A luminosidade dos frutos, após o armazenamento no ambiente, não diminuiu de maneira drástica entre os tratamentos, ou seja, os frutos não apresentaram uma mudança na coloração do vermelho-claro para o vermelho-escuro de maneira significativa (Figura 31).

Após 30 dias, observa-se que os frutos apresentaram uma queda no valor de L, que se pronunciou em todos os tratamentos ao longo do armazenamento no ambiente, na comercialização simulada (Figura 32). Aos 60 e 90 dias (Figura 33 e 34), observa-se que o valor de L já estava menor logo na saída do

armazenamento, indicando que os frutos continuaram seu processo de amadurecimento, mudando a intensidade da cor, mesmo permanecendo em temperatura de 1°C.

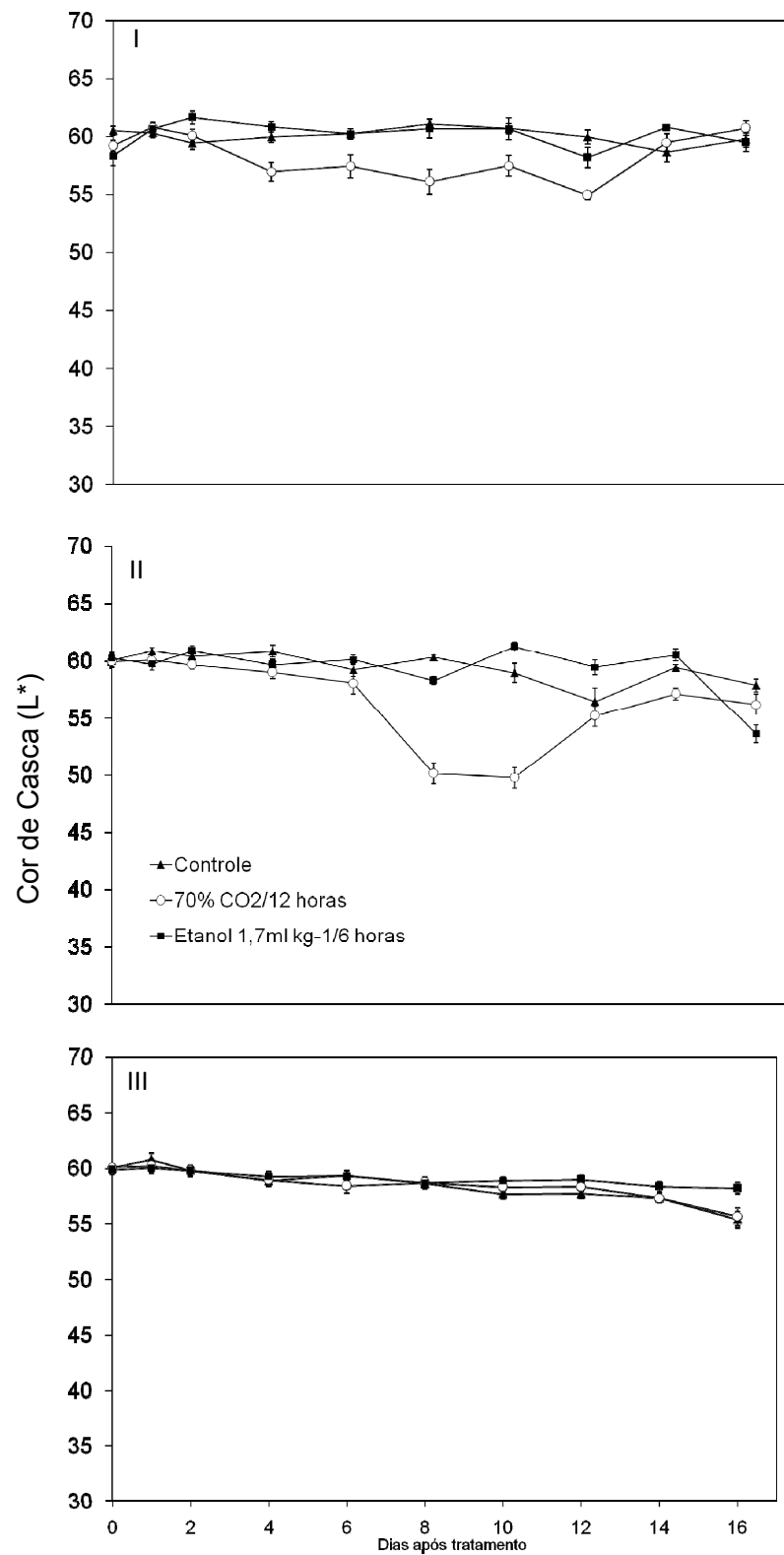


Figura 31 - Cor de casca L* de caquis 'Rama Forte' submetidos a diferentes tratamentos de destanização e armazenados durante 16 dias sob condições de 22±1°C e 85±5% UR. (I - início; II - meados e III - final da safra)

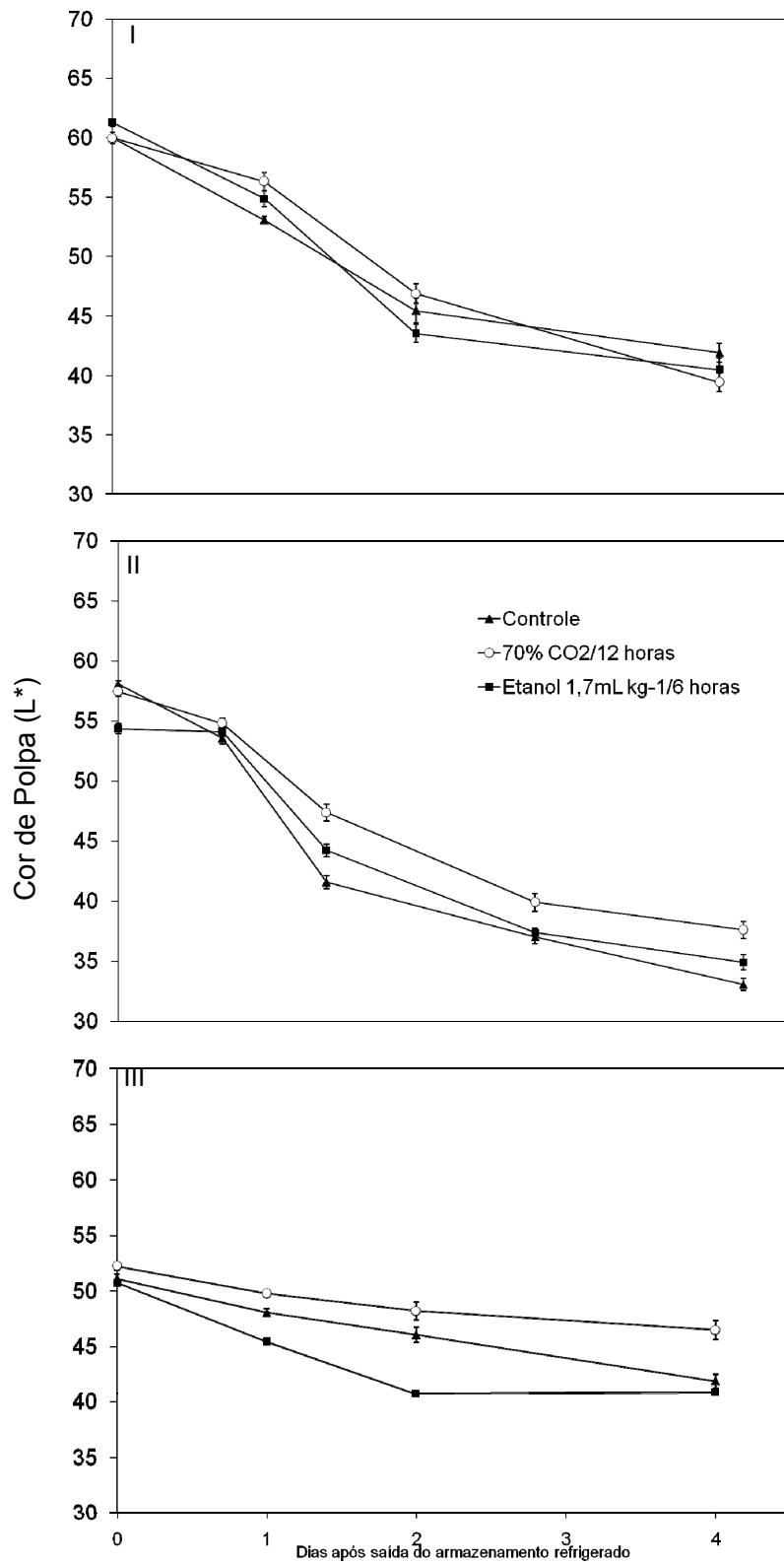


Figura 32 - Cor de casca L* de caquis 'Rama Forte' submetidos a diferentes tratamentos de destinação e armazenados durante 30 dias sob condições de $1\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $85\pm 5\%$ UR e, logo após submetidos a comercialização simulada (I – início; II – meados e III – final da safra)

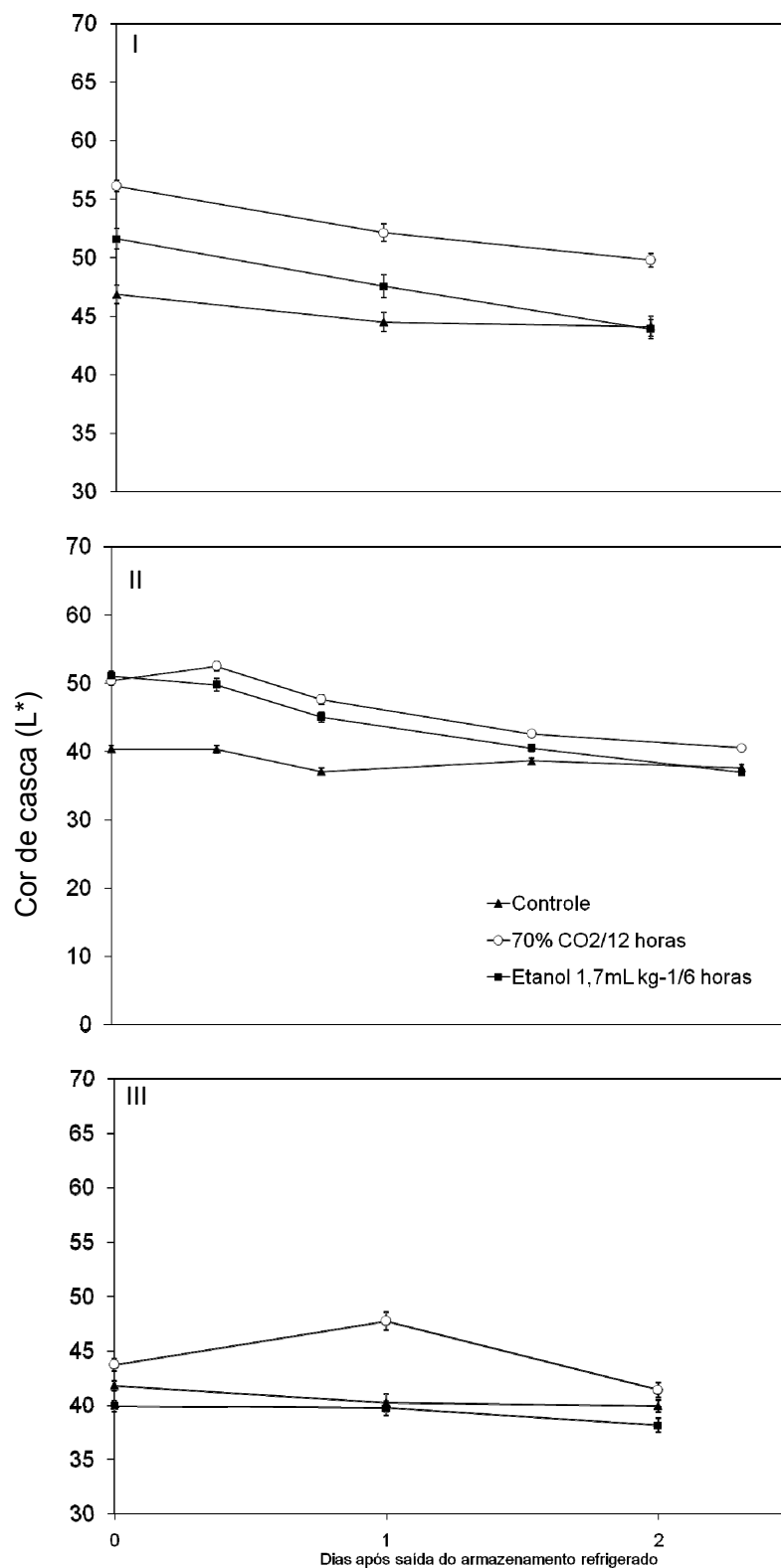


Figura 33 - Cor de casca L* de caquis 'Rama Forte' submetidos a diferentes tratamentos de destanização e armazenados durante 60 dias sob condições de $1\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $85\pm 5\%$ UR e, logo após submetidos a comercialização simulada (I - início; II - meados e III - final da safra - 48 dias de armazenamento refrigerado)

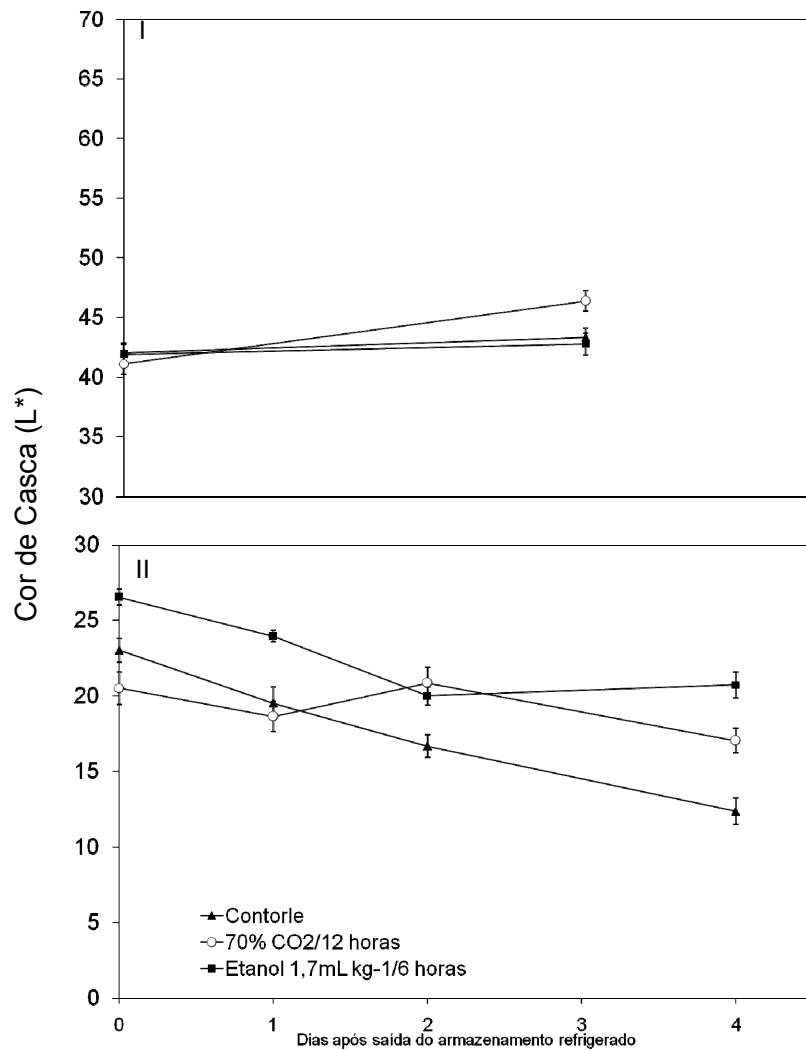


Figura 34 - Cor de casca L* de caquis 'Rama Forte' submetidos a diferentes tratamentos de destanização e armazenados durante 90 dias sob condições de $1\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $85\pm 5\%$ UR e, logo após submetidos a comercialização simulada (I – início e II – meados da safra)

O índice a^* que mede a transição do verde para o vermelho indicam que, no início da safra, a transição foi mais pronunciada que em meados e no final da safra, sendo que apesar da rigorosa seleção, os frutos do início estavam mais verdes que os das demais colheitas (Figura 35). Os tratamentos tiveram comportamentos semelhantes, seguindo o mesmo padrão de mudança de coloração.

Os frutos que foram submetidos ao armazenamento refrigerado (Figuras 36,

37 e 38), provenientes de outro produtor, não apresentaram valores de a^* que confirmassem esta mudança de cor, mas a mesma pode ser evidenciada ao observar-se o Índice de cor, conforme discutido adiante.

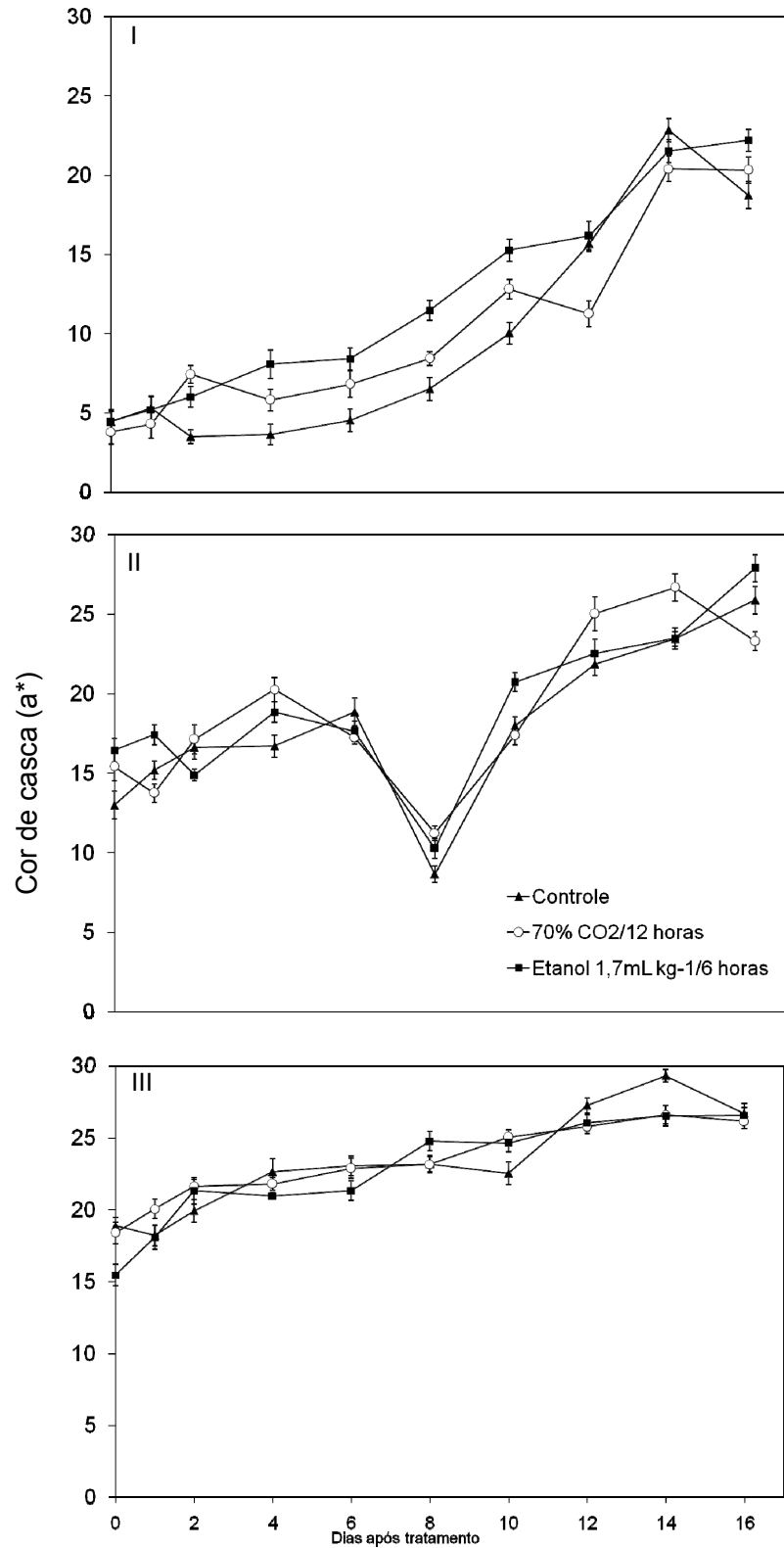


Figura 35 - Cor de casca a^* de caquis 'Rama Forte' submetidos a diferentes tratamentos de destanização e armazenados durante 16 dias sob condições de $22\pm 1^\circ\text{C}$ e $85\pm 5\%$ UR. (I - início da safra; II - meados e III - final da safra)

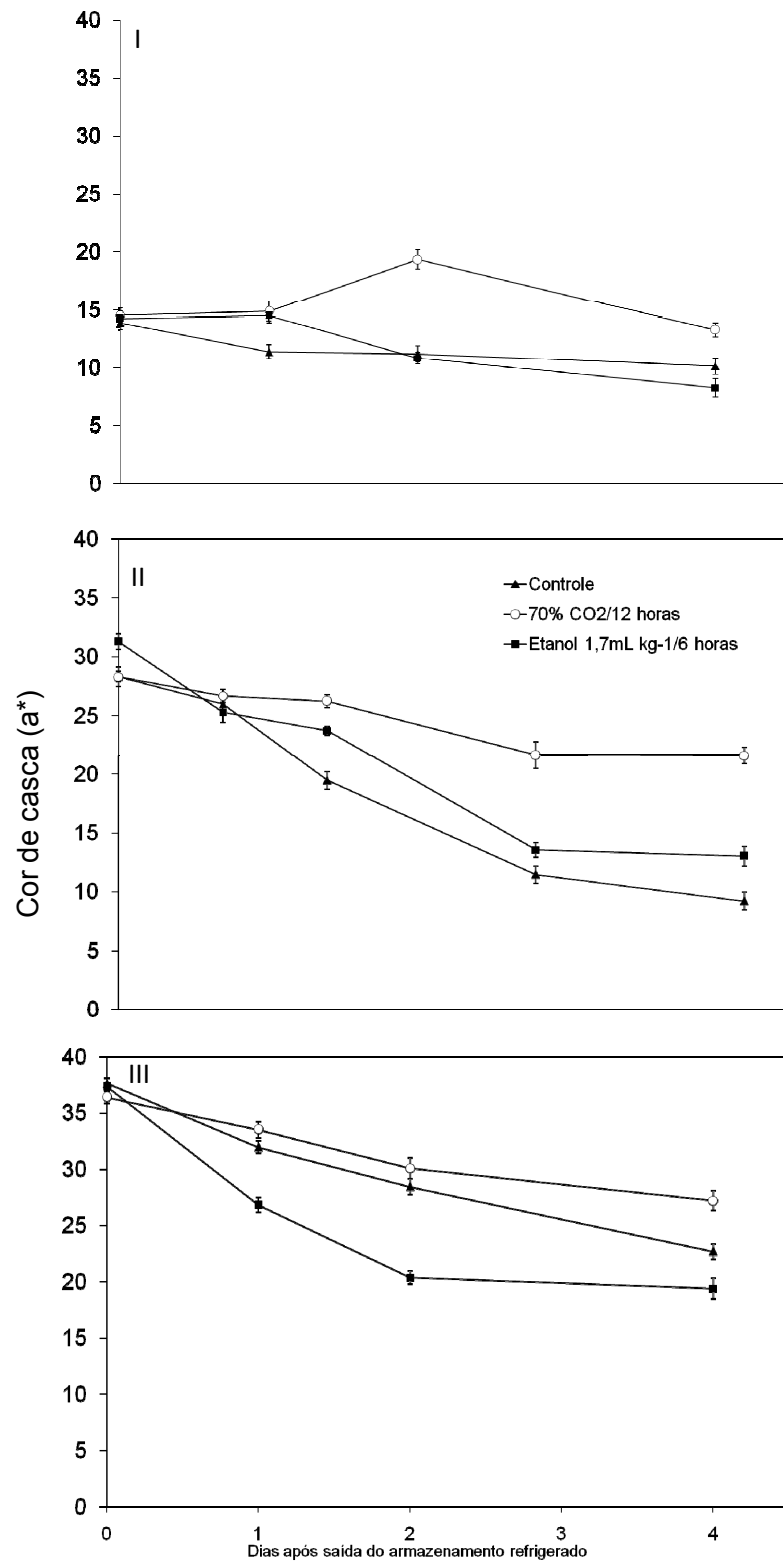


Figura 36 - Cor de casca a* de caquis 'Rama Forte' submetidos a diferentes tratamentos de destanização e armazenados durante 30 dias sob condições de 1 °C e 85 % e, logo após submetidos a comercialização simulada (I - início; II – meados e III – final da safra)

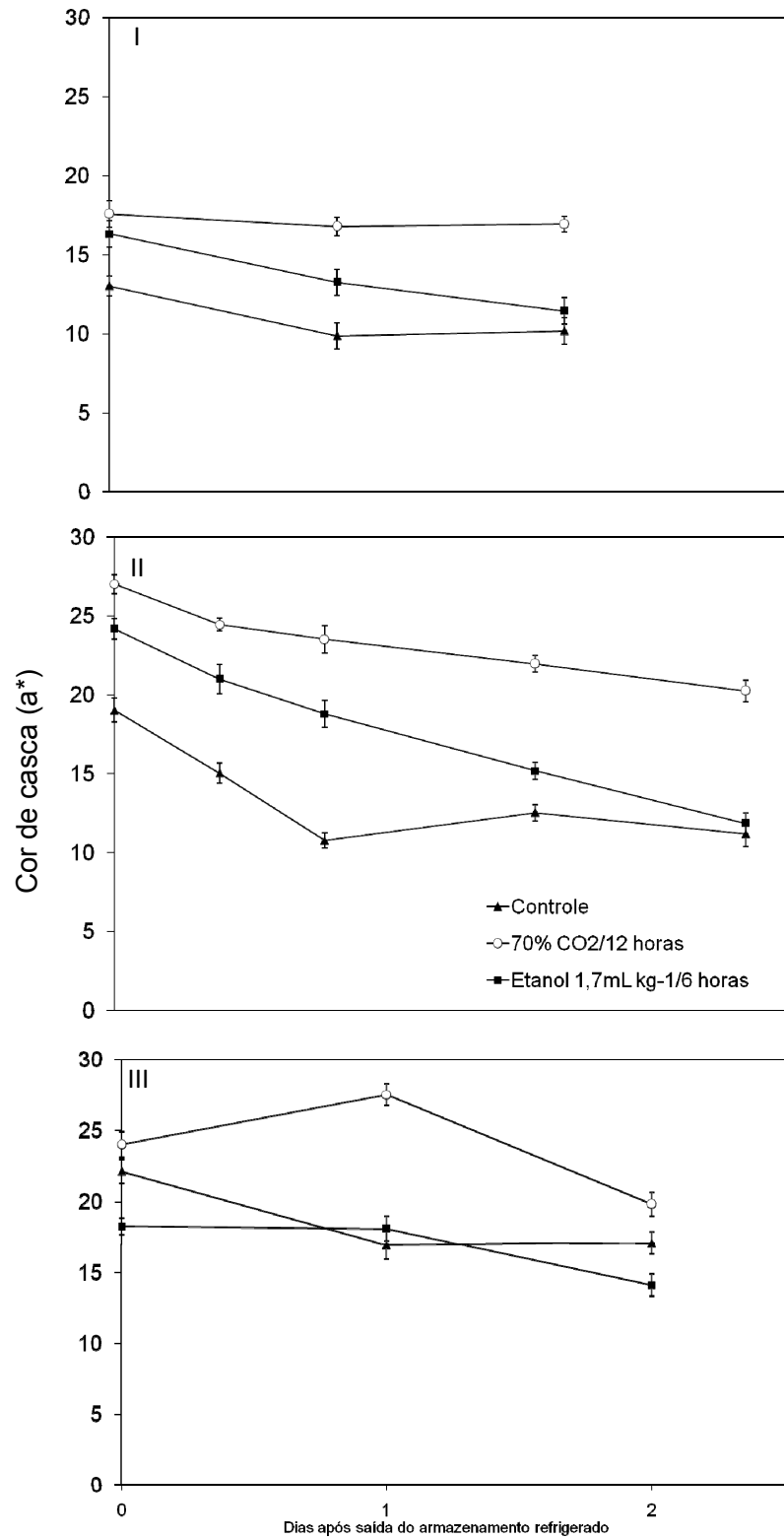


Figura 37 - Cor de casca a* de caquis 'Rama Forte' submetidos a diferentes tratamentos de destanização e armazenados durante 60 dias sob condições de 1 1°C e 85 5% e, logo após submetidos a comercialização simulada (I - início; II - meados e III - final da safra - 48 dias de armazenamento refrigerado)

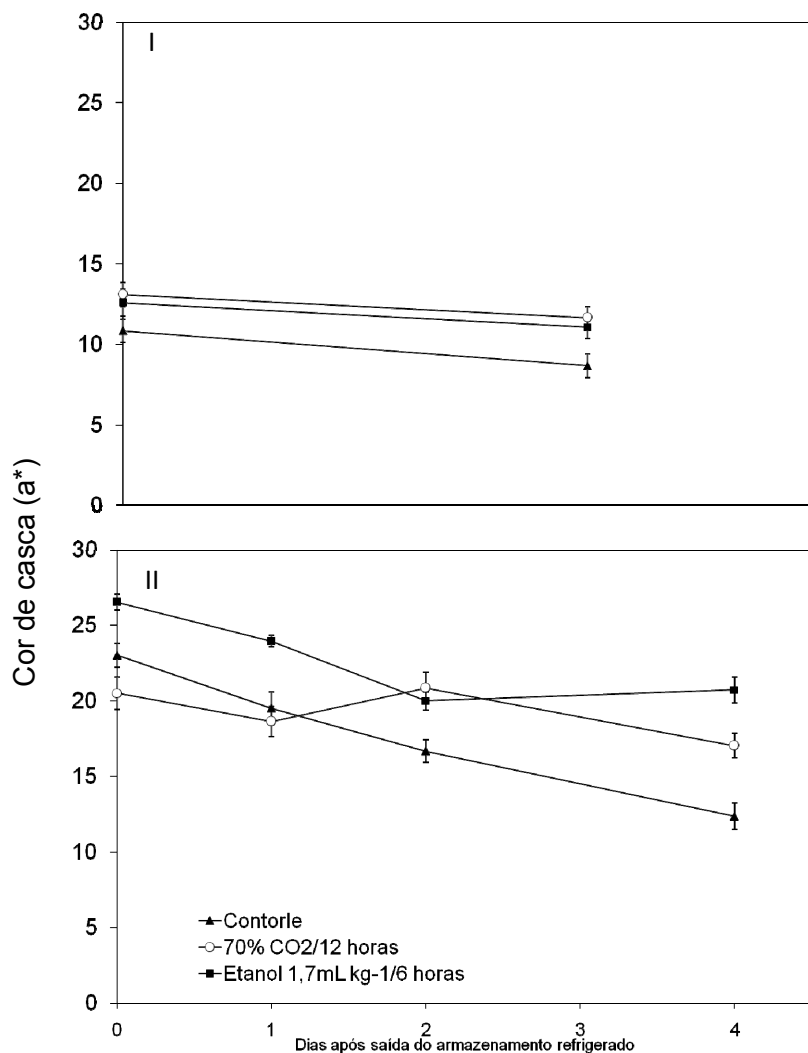


Figura 38 - Cor de casca a^* de caquis 'Rama Forte' submetidos a diferentes tratamentos de destanização e armazenados durante 90 dias sob condições de $1\pm 1^\circ\text{C}$ e $85\pm 5\%$ e, logo após submetidos a comercialização simulada (I – início e II – meados da safra)

O ângulo de cor, que indica a transição do amarelo (0°) para o vermelho (90°), mostra que em todas as épocas analisada e entre todos os tratamentos e períodos de armazenamento (Figuras 39, 40, 41 e 42) não houve mudanças expressivas, indicando que os tratamentos não tiveram efeito sobre este parâmetro.

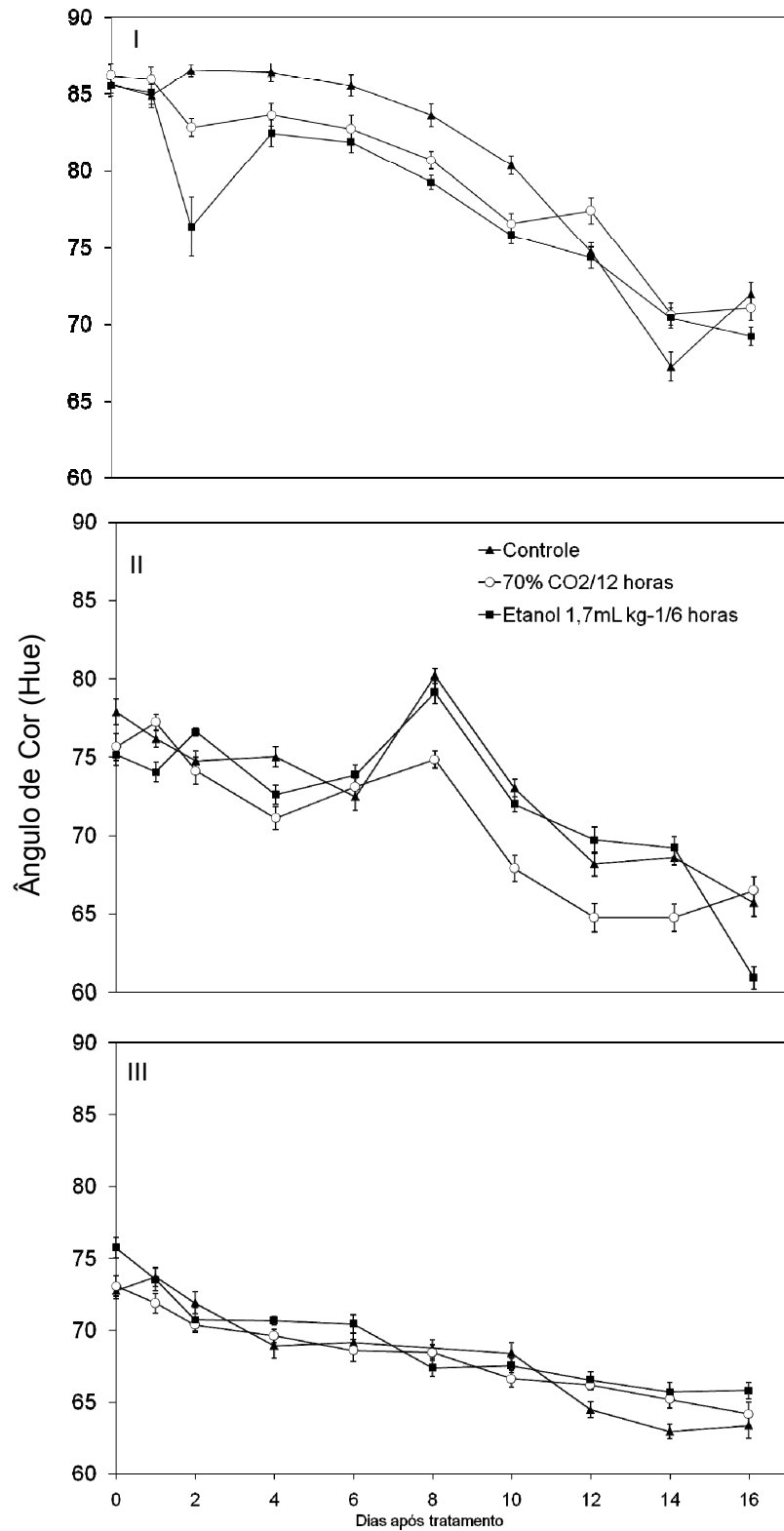


Figura 39 - Ângulo de cor de caquis 'Rama Forte' submetidos a diferentes tratamentos de destanização e armazenados durante 16 dias sob condições de $22\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $85\pm 5\%$ UR. (I - início; II - meados e III - final da safra)

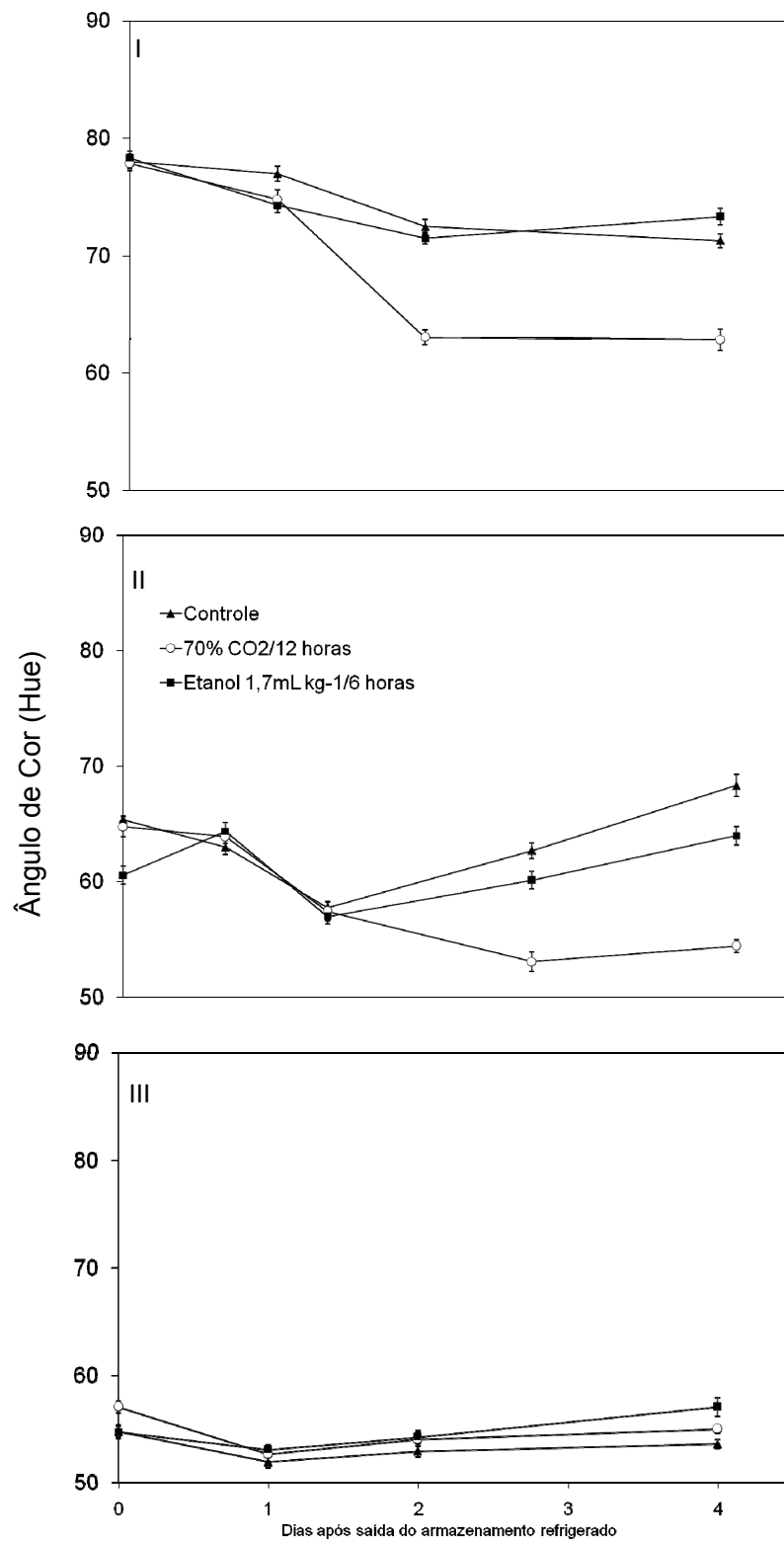


Figura 40 - Ângulo de cor de caquis 'Rama Forte' submetidos a diferentes tratamentos de destanização e armazenados durante 30 dias sob condições de 1 °C e 85 % UR e, logo após submetidos a comercialização simulada (I - início; II - meados e III - final da safra)

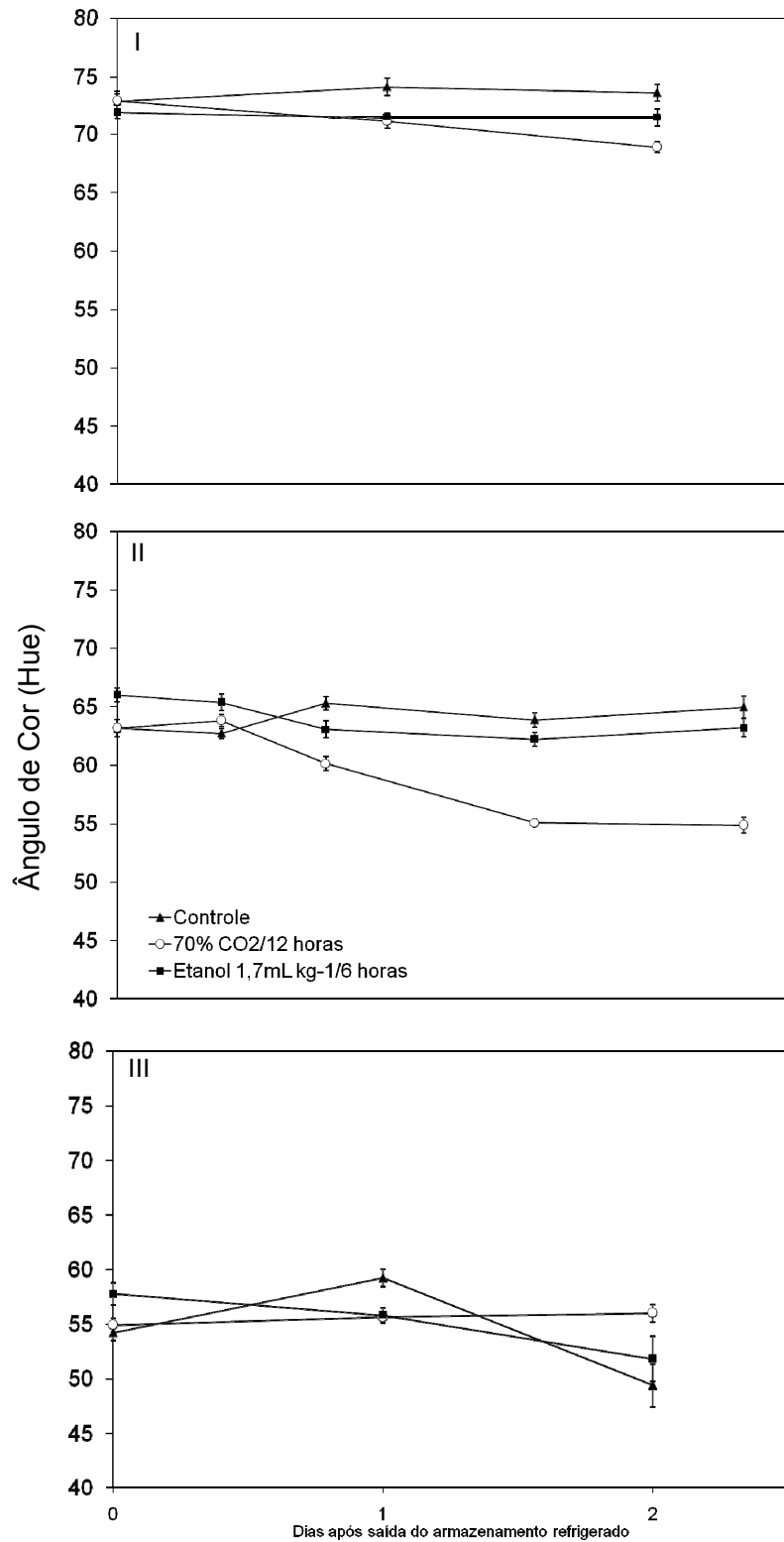


Figura 41 – Ângulo de cor de caquis ‘Rama Forte’ submetidos a diferentes tratamentos de destanização e armazenados durante 60 dias sob condições de 1 °C e 85 % UR e, logo após submetidos a comercialização simulada (I – início; II – meados e III - final da safra – 48 dias de armazenamento refrigerado)

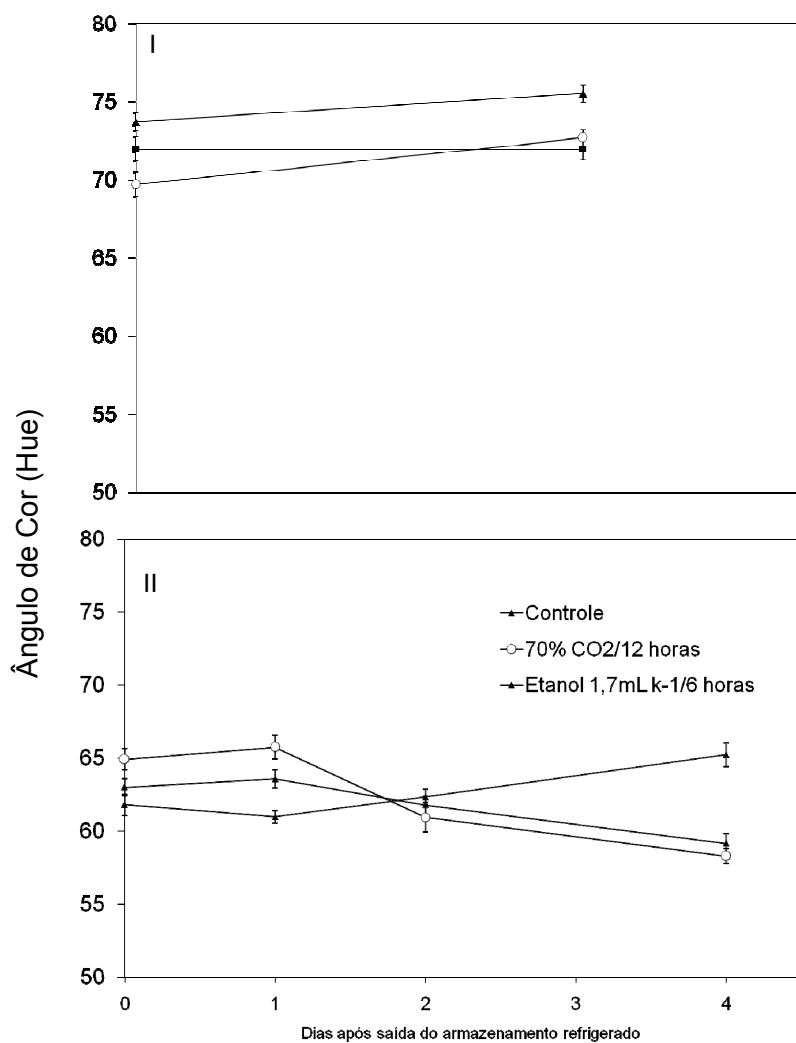


Figura 42 – Ângulo de cor de caquis 'Rama Forte' submetidos a diferentes tratamentos de destanização e armazenados durante 60 dias sob condições de 1 °C e 85 % UR e, logo após submetidos a comercialização simulada (I – início e II – meados da safra)

O Índice de cor, parâmetro que vai do -20 (verde) ao +20 (vermelho), indica que nos frutos armazenados no ambiente (Figura 43) logo após os tratamentos tiveram uma evolução do mesmo, passando de valores de 1 a 5 para 8 a 10, sem, no entanto, apresentar efeito significativo dos tratamentos.

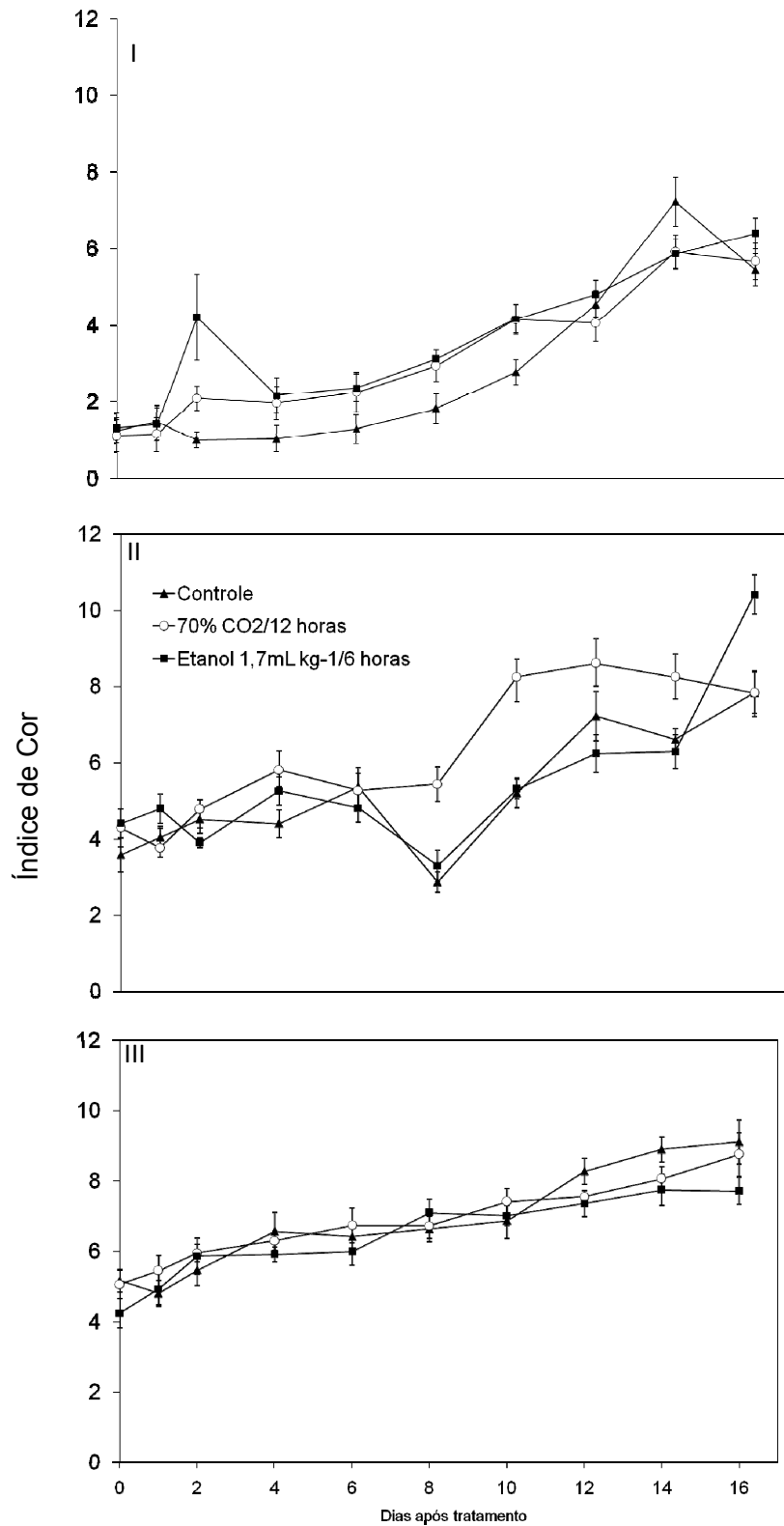


Figura 43 - Índice de cor de caquis 'Rama Forte' submetidos a diferentes tratamentos de destanização e armazenados durante 16 dias sob condições de $22 \pm 1^\circ\text{C}$ e $85 \pm 5\%$ UR. (I - início; II - meados e III - final da safra)

Após os dias de armazenamento refrigerado (Figuras 44, 45 e 46), observa-se que os frutos do final da safra se apresentavam com coloração mais vermelha que os demais, já na saída da temperatura de 1°C, evoluindo mais rapidamente portanto após o contato com temperatura de 22 °C.

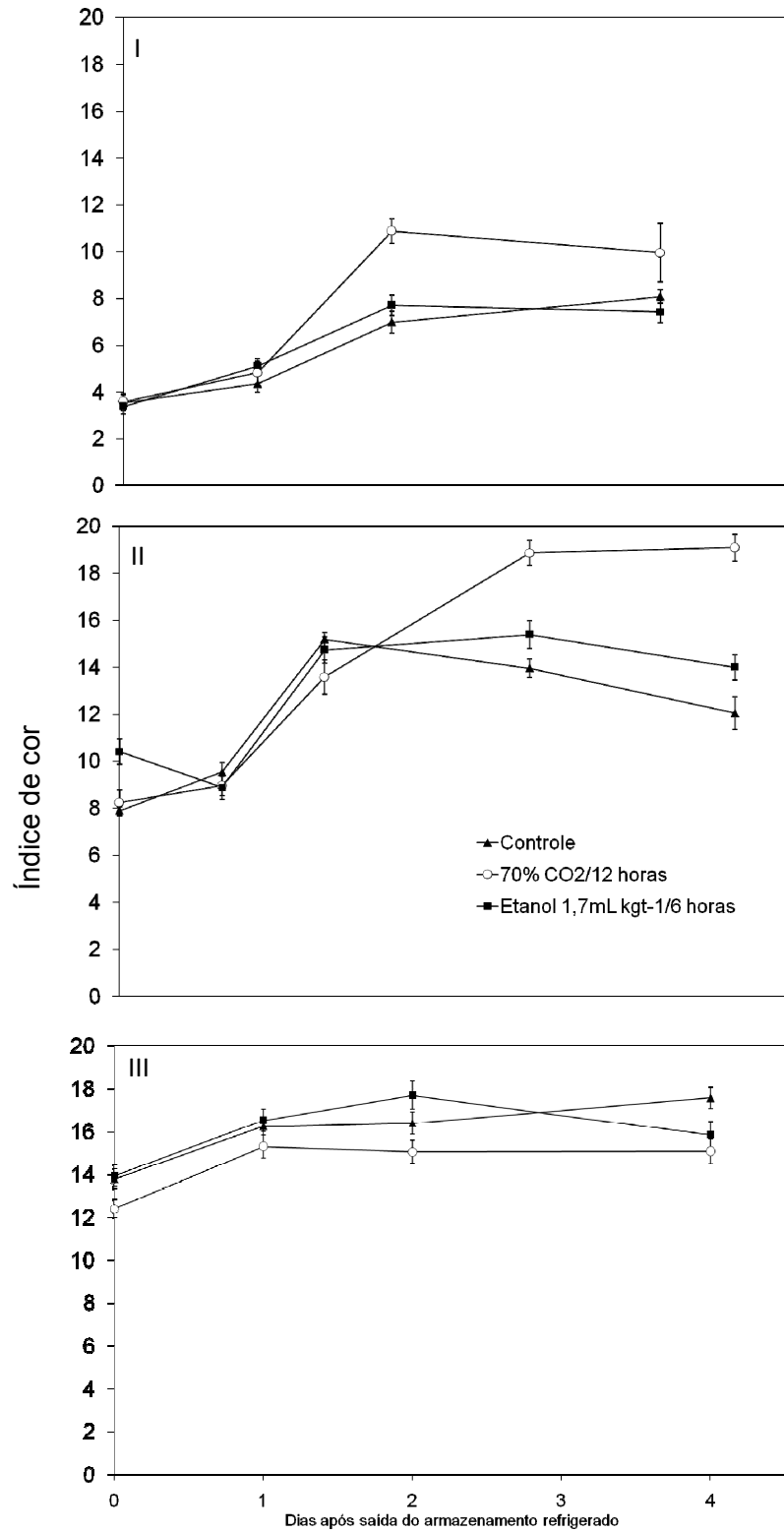


Figura 44 - Índice de cor de caquis 'Rama Forte' submetidos a diferentes tratamentos de destanização e armazenados durante 30 dias sob condições de 1 °C e 85-5% UR e, logo após submetidos a comercialização simulada (I - início; II - meados e III -

final da safra)

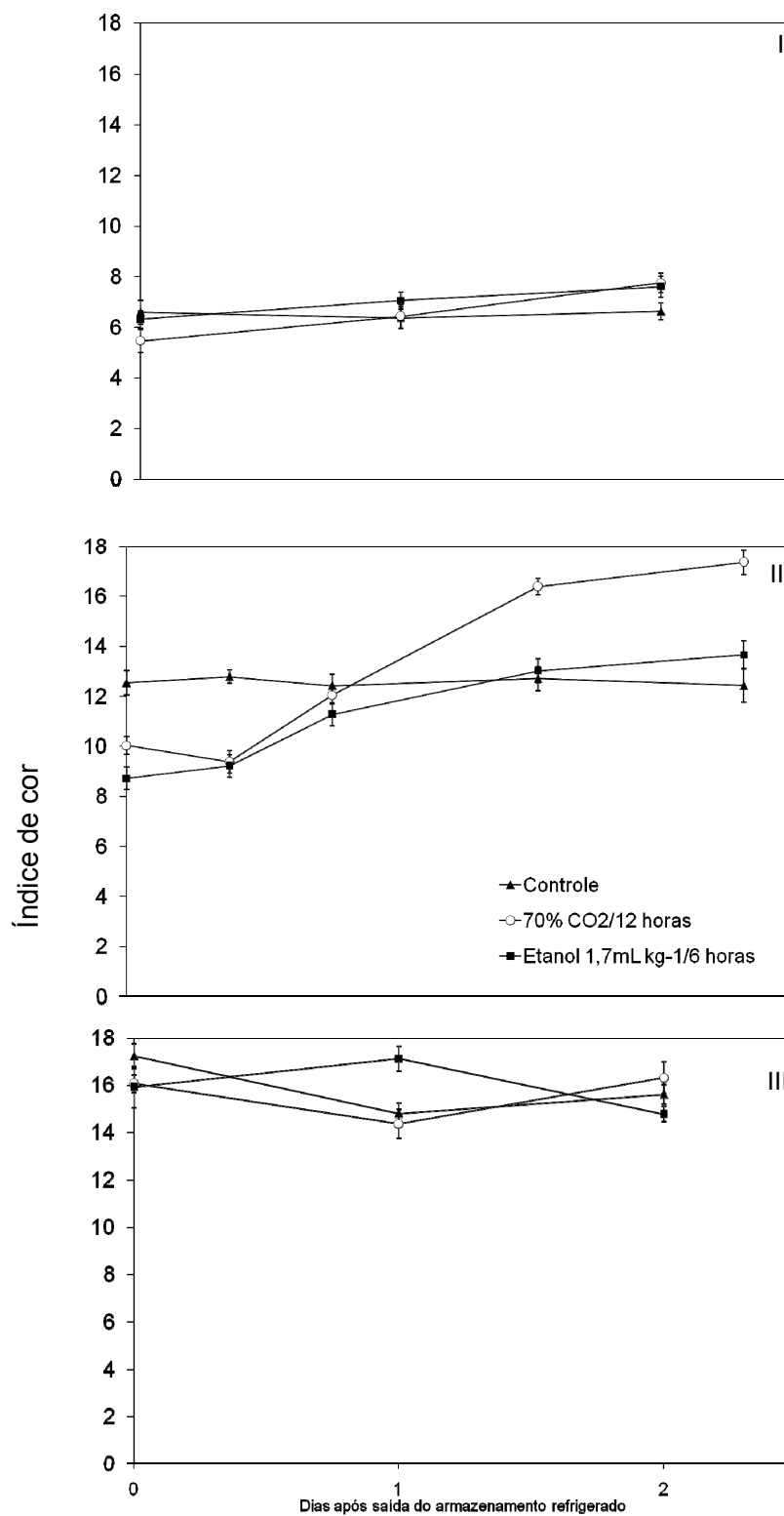


Figura 45 - Índice de cor de caquis 'Rama Forte' submetidos a diferentes tratamentos de destanização e armazenados durante 60 dias sob condições de 1 1°C e 85 5% UR

e, logo após submetidos a comercialização simulada (I – início e II – meados da safra – 48 dias de armazenamento refrigerado)

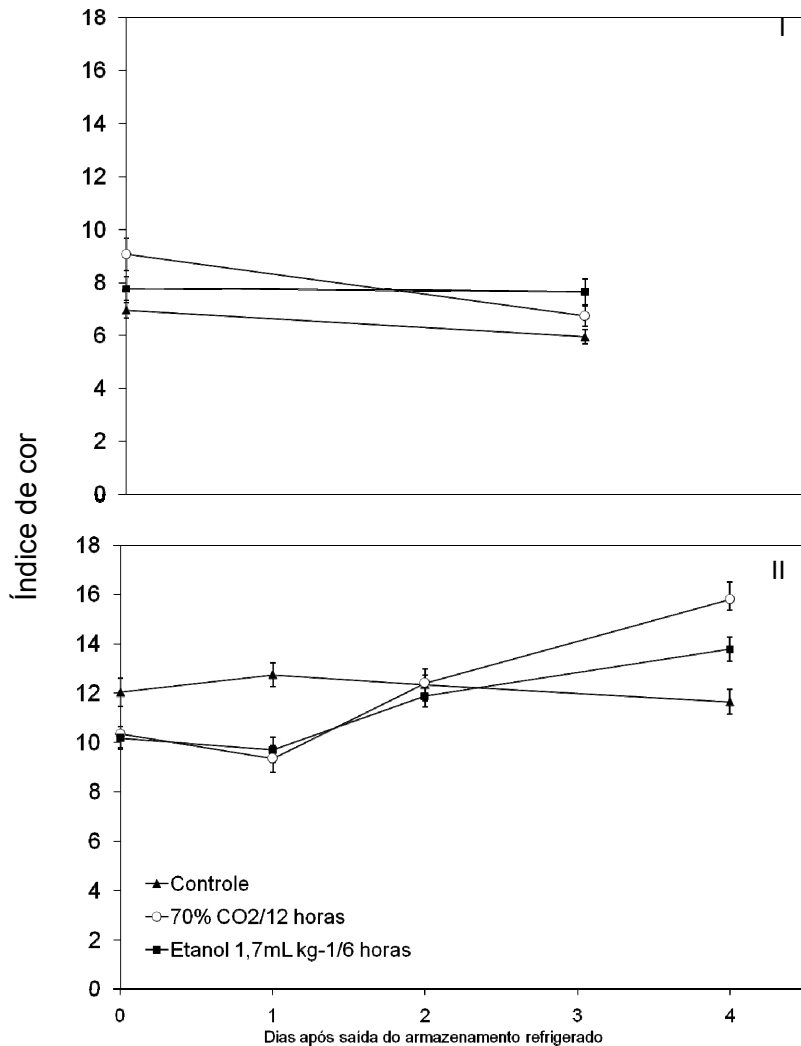


Figura 46 - Índice de cor de caquis 'Rama Forte' submetidos a diferentes tratamentos de destanização e armazenados durante 90 dias sob condições de 1 °C e 85 5% UR e, logo após submetidos a comercialização simulada (I – início e II – meados da safra)

4.2.5 Pectinametilesterase

Houve efeito significativo dos tratamentos aplicados sobre a atividade da enzima pectinametilesterase (PME) (Figura 47). Após 16 dias de armazenamento no ambiente a atividade da PME foi muito baixa no controle e praticamente igual para os demais tratamentos. Isto indica que a remoção da adstringência leva à um aumento na atividade da enzima, já que a atividade é bem menor no controle em

comparação com os tratamentos de destanização. Esta diferença fica bastante clara na Figura 47 I, na qual a atividade da enzima no controle fica baixa durante todo o período analisado.

A PME apresentou aumento de atividade em todos os tratamentos após a saída dos frutos do armazenamento refrigerado em todos os períodos de armazenamento, 30, 60 e 90 dias (Figura 48, 49 e 50).

Ortiz et al. (2005) observaram que a atividade da PME nos frutos do controle diminuiu do máximo na colheita, chegando ao mínimo após 16 dias. Embora os mecanismos de rápido amolecimento em caqui seja pouco entendido, é provável que a atividade da PME contribua para a desintegração do tecido levando à uma menor vida de prateleira.

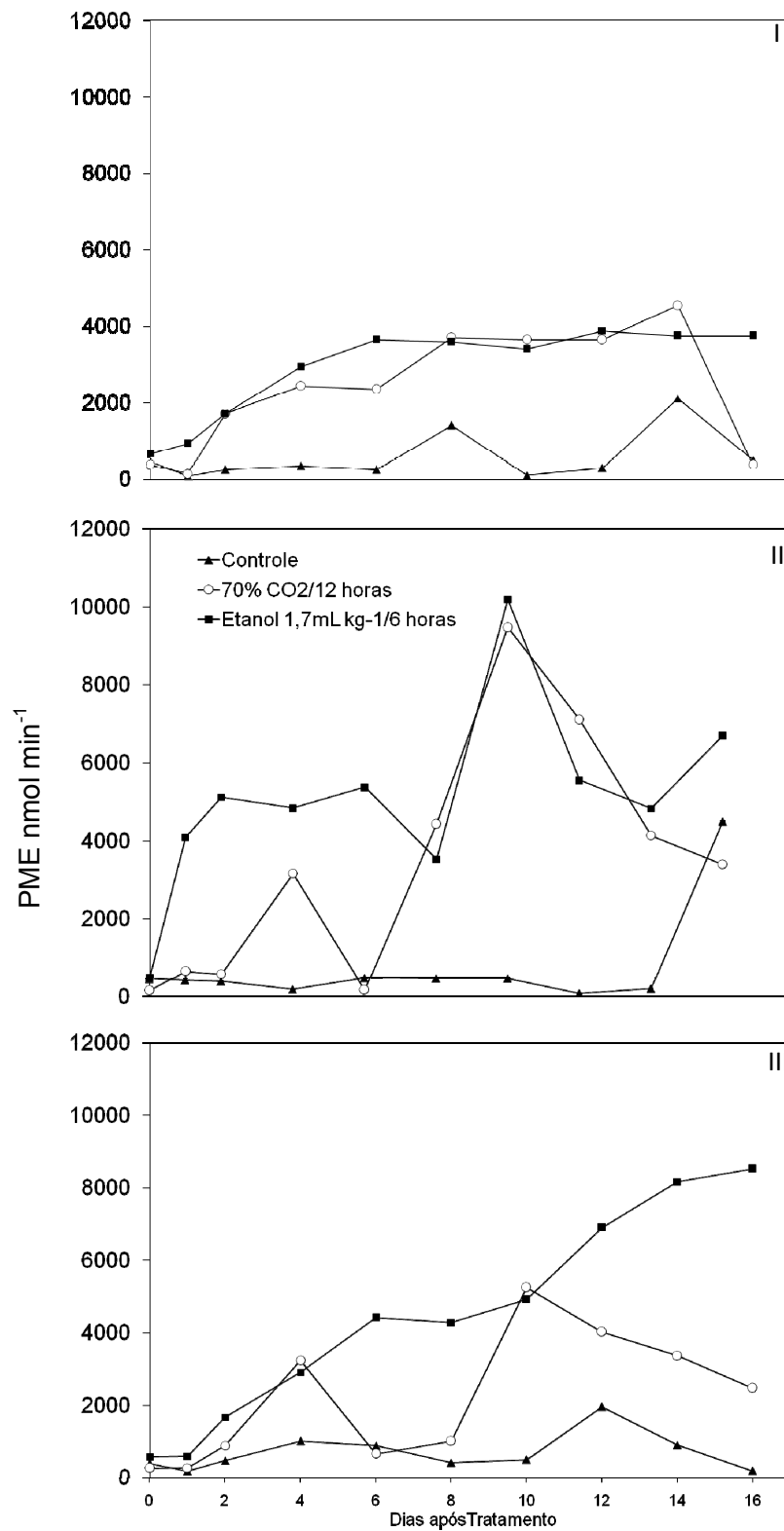


Figura 47 - Efeito de diferentes tratamentos sobre a atividade da pectinametilase (PME) em caquis 'Rama Forte' submetidos a diferentes tratamentos de destanização e armazenados durante 16 dias sob condições de $22 \pm 1^\circ\text{C}$ e $85 \pm 5\%$ UR. (I - início; II - meados e III - final da safra)

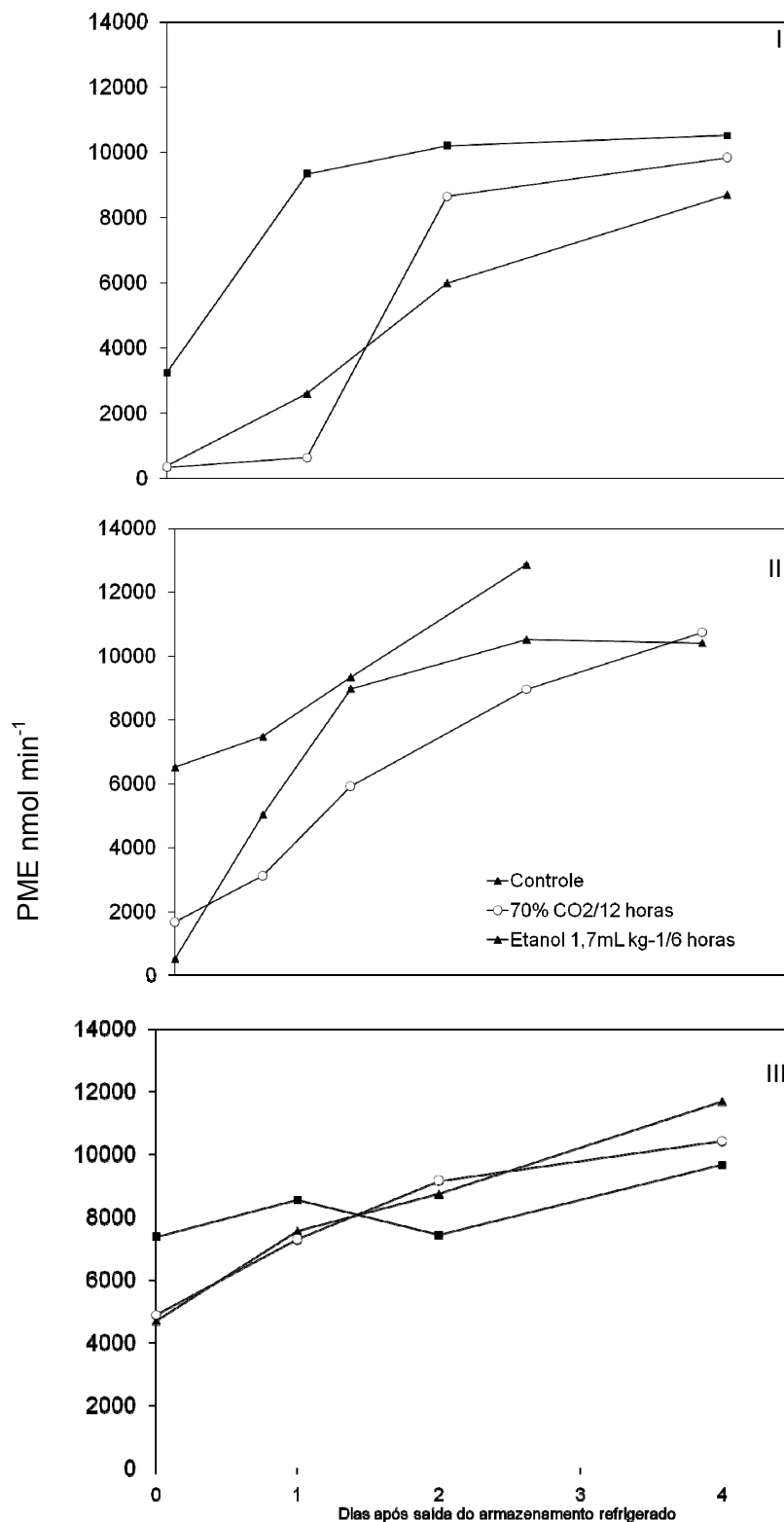


Figura 48 - Efeito de diferentes tratamentos sobre a atividade da pectinametilesterase (PME) em caquis 'Rama Forte' submetidos a diferentes tratamentos de destanização e armazenados durante 30 dias sob condições de 1 °C e 85 % UR e, logo após submetidos a comercialização simulada (I - início; II - meados e III - final da safra)

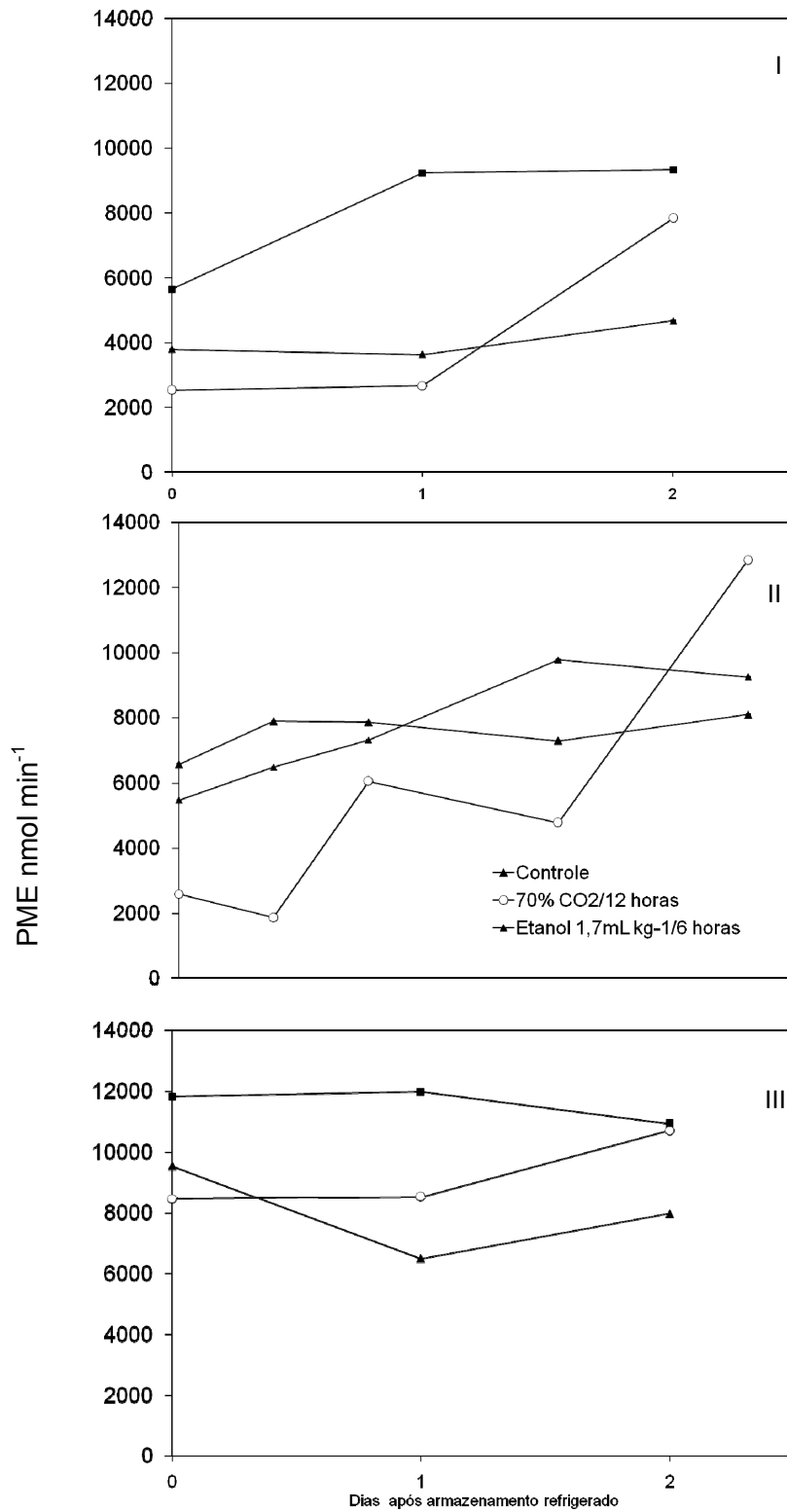


Figura 49 - Efeito de diferentes tratamentos sobre a atividade da pectinamylesterase (PME) em caquis 'Rama Forte' submetidos a diferentes tratamentos de destanização e armazenados durante 60 dias sob condições de 1 1°C e 85 5% UR e, logo após submetidos a comercialização simulada (I - início; II - meados e III - final da safra - 48

dias de armazenamento)

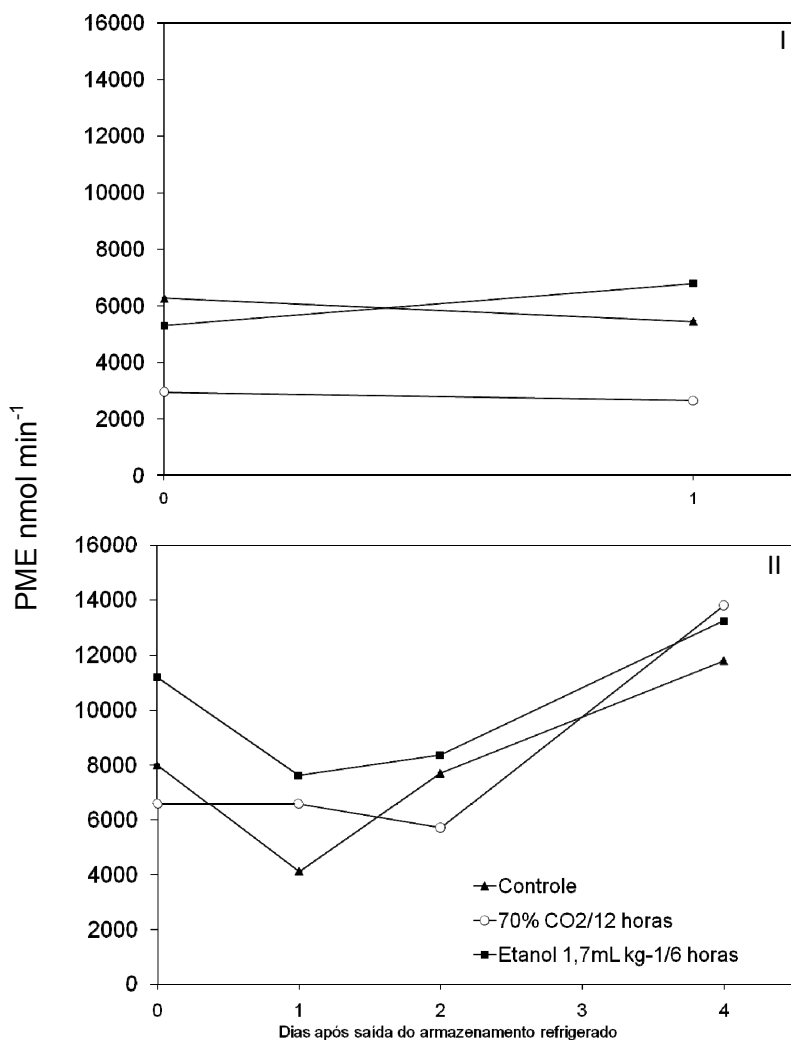


Figura 50 - Efeito de diferentes tratamentos sobre a atividade da pectinametilesterase (PME) em caquis 'Rama Forte' submetidos a diferentes tratamentos de destanização e armazenados durante 16 dias sob condições de $22\pm 1^\circ\text{C}$ e $85\pm 5\%$ UR. (I – início e meados da safra)

4.3 Discussão

De maneira semelhante ao observado nos experimentos realizados na safra 2004/2005, menor perda de massa foi verificada nos frutos expostos ao etanol nos experimentos realizados nas três épocas. Apesar de Muñoz (2002) verificar que frutos expostos ao CO₂ apresentaram, ao término do tratamento, menor perda de massa que os expostos ao etanol, os valores encontrados no presente trabalho podem ser decorrentes da maior umidade inicial no interior das caixas plásticas,

uma vez que mantida a temperatura, a perda de massa será menor em uma condição de umidade relativa maior. Todos os experimentos mostraram pequena oscilação na perda de massa, com a maioria dos valores entre 1 e 2%. As maiores perdas situaram-se ao redor de 3,5%, valor que, segundo Finger & Vieira (1997), está abaixo da faixa de 5-10% de perda, onde, para a maioria dos produtos hortícolas frescos ainda não se observa aparecimento de murcha ou enrugamento da superfície.

Observou-se uma redução na firmeza inicial dos frutos no decorrer da safra, podendo-se constatar valores de 54,9, 43,68 e 36,44N, para frutos colhidos no final de março, final de abril e final de junho, respectivamente.

Pode-se notar que quanto maior a concentração de dióxido de carbono e de etanol, maior é a queda de firmeza dos frutos. Ao contrário, Muñoz (2002) relatou que frutos expostos a 70% de CO₂ por 18 horas apresentaram firmeza de polpa igual a dos frutos controle, ao passo que os frutos tratados com etanol apresentaram diminuição na firmeza. Oz et al. (2004) constataram que frutos de caqui tratados com uma atmosfera controlada de 90, 80 e 60% de dióxido de carbono afetam de maneira significativa a firmeza dos frutos. Antonioli et al. (2002) observaram perda de firmeza em caqui Giombo tratamentos com etanol. Arnal et al. (2003) também observaram queda de firmeza em caquis cv. Rojo brilhante tratados com atmosfera controlada de dióxido de carbono.

A firmeza de polpa mínima para viabilizar a comercialização é, segundo Crisosto (2003), de 22,2N para a cultivar 'Fuyu', utilizando uma ponteira de 8mm. Assim, os frutos dos experimentos realizados no início e em meados da safra encontravam-se aptos à comercialização, enquanto que os frutos do final da safra apresentavam-se com firmeza inferior ao valor preconizado por Crisosto (2003), quais sejam 11,87 e 11,92, nos frutos submetidos a 70% CO₂ por 12 e 18 horas respectivamente.

Tanto na primeira época de colheita quanto na segunda, observou-se a recorrência da adstringência. A recorrência da adstringência é um processo decorrente da resolubilização dos taninos, o que torna a fruta novamente adstringente. Os frutos tratados com 70% de dióxido de carbono apresentaram a

recorrência tanto na primeira quanto na segunda época, enquanto que os frutos tratados com 80% de dióxido de carbono apresentaram recorrência apenas na segunda época. Estas diferenças precisam ainda ser melhor explicadas. Ben-Arie & Sonogo (1993) também observaram a recorrência da adstringência em caquis que foram submetidos a tratamentos de destanização com CO₂. Eles observaram que o tanino insolúvel, resultante do tratamento com CO₂, foi ressolubilizado a temperaturas maiores que 30°C. Ao submergir frutos de caquis em água a 60°C, observa-se a remoção seguida da reaparição da adstringência. Prolongando o tratamento com calor pode-se causar a ativação seguida da inativação da piruvato descarboxilase reduzindo a quantidade de produção de acetaldeído. Ao mesmo tempo, a porção de tanino insolúvel formado é ressolubilizada não enzimaticamente pela temperatura elevada, e o fruto recupera o grau de adstringência, dependendo da extensão da ressolubilização.

Pôde-se observar que o processo de destanização é mais eficaz em frutos mais maduros. Isso foi confirmado na terceira época, onde não houve recorrência da adstringência e todos os tratamentos foram eficientes na remoção da mesma até o final do período de armazenamento. Adicionalmente, foi verificado que frutos tratados com etanol não apresentaram recorrência de adstringência.

A remoção da adstringência dos frutos, devido à insolubilização dos taninos realizada com atmosferas controladas com elevadas concentrações de dióxido de carbono tem sido considerada eficiente por diversos autores. Utilizando gelo seco como fonte de dióxido de carbono, Oz et al. (2004) destanizaram frutos com um tempo de exposição de 24 e 48 horas. Hribal et al. (2000) e Vidrih et al. (1993) verificaram a insolubilização dos taninos em caqui com atmosfera com 100% de dióxido de carbono durante 20 horas de exposição. Utilizando uma atmosfera anaeróbica, Zavrtnik et al. (1999) verificaram a destanização de caquis, porém observaram escurecimentos de polpa em frutos tratados com dióxido de carbono. Segundo Muñoz (2002), logo após o tratamento de destanização os frutos tratados com 70% de CO₂ por 18 horas já haviam sofrido redução significativa da adstringência, com valores de 2,65 (moderadamente adstringentes), enquanto os frutos expostos ao etanol por 6 horas apresentavam-se adstringentes. Ainda de

acordo com o mesmo autor, durante o armazenamento, os frutos expostos ao CO₂ apresentaram-se sem adstringência logo no 2º dia, enquanto os expostos ao etanol demoraram 5 dias para atingirem este índice. Sob altas concentrações de CO₂ ocorre acúmulo de acetaldeído nos tecidos vegetais. Um dos mecanismos propostos na remoção da adstringência envolve a condensação do tanino solúvel com o acetaldeído acumulado (ITO, 1971). Por sua vez, a exposição do fruto ao etanol envolve sua evaporação e absorção durante o período de exposição (KATO, 1984b), em seguida o etanol absorvido é transformado em acetaldeído pela enzima álcool desidrogenase (YONEMORI; SUGIURA, 1996) e posteriormente o tanino solúvel é condensado pelo acetaldeído acumulado, como no caso do CO₂.

Em função da recorrência da adstringência nos frutos colhidos no início da safra, torna-se difícil a indicação do melhor tratamento de remoção da adstringência, no entanto, ao 2º dia, os frutos tratados com etanol por 6 e 12 horas apresentavam-se praticamente não adstringentes e ainda com adequada firmeza de polpa. Na segunda época (meados da safra) ficou confirmada a eficiência do etanol, por 6 ou 12 horas, na destanização dos caquis, propiciando frutos com reduzida adstringência a partir do 2º dia e elevada firmeza de polpa até o 16º dia de comercialização simulada. Além disso, a exposição dos frutos à 70% de CO₂ por 18 horas, resultou em frutos ligeiramente adstringentes ao 4º dia e com firmeza em torno de 40N ao final do período de armazenamento, devendo-se considerar então tal tratamento como eficiente na remoção da adstringência de caquis 'Rama Forte'. Na terceira época (final da safra) todos os tratamentos foram eficientes na remoção da adstringência, no entanto, a eficiência dos mesmos fica restrita aos 10 dias, abaixo do qual a firmeza se reduz a níveis não aceitáveis comercialmente.

Visualmente os frutos tratados com dióxido de carbono foram mais atrativos, considerando que não apresentaram manchas escuras na casca. Os frutos tratados com etanol apresentaram um escurecimento de pequenas fissuras encontradas na epiderme da casca do fruto. Essas fissuras, causadas por excesso de chuvas, desequilíbrios de nutrição mineral, manuseio de colheita e pós-

colheita, quando entram em contato com uma atmosfera de destanização com etanol, se tornam escuras, abaixando o valor de comercialização do produto.

Os tratamentos de destanização são baseados em várias teorias. As moléculas de tanino da fração solúvel podem reagir com pectinas solúveis presentes no citossol, tornando os taninos insolúveis e os frutos não adstringentes (OSHIDA et al., 1996). As pectinas solúveis são formadas através da degradação da parede celular, devido ao aumento da atividade de enzimas de parede celular como pectinametilesterase (PME) e poligalacturonase (PG). Esse fato explicaria a remoção da adstringência dos frutos de caqui 'Rama-Forte' que se apresentam em um estágio de maturação mais avançado com baixa firmeza. Outro fato que ocorre na senescência dos frutos de caqui é o acúmulo de etanol e acetaldeído nas células. A molécula de acetaldeído é muito reativa, podendo polimerizar as moléculas de taninos solúveis, tornando-as maiores e menos reativas, removendo a adstringência dos frutos. O acetaldeído pode ser formado através do etanol, com o aumento da atividade da enzima álcooldehidrogenase (ADH) ou a partir do piruvato, com a ação da piruvato descarboxilase (PDC). Desta forma, os tratamentos de remoção de adstringência sem o inconveniente da perda de firmeza dos frutos de caqui, se baseiam no acúmulo de acetaldeído com o intuito de polimerizar as moléculas de taninos solúveis. A aplicação de etanol promove o aumento da atividade de álcooldehidrogenase devido ao deslocamento do equilíbrio entre etanol/acetaldeído. A aplicação de uma atmosfera com alta concentração de dióxido de carbono tem como intuito provocar anaerobiose, impedindo a respiração dos frutos, acumulando piruvato e este sendo transformado em acetaldeído (BEN-AIRE et al., 1996). Outro possível caminho para a formação de acetaldeído seria a fermentação alcoólica provocada pela anaerobiose, culminando na produção de etanol e este sendo transformado em acetaldeído.

O processo de destanização pode ser dividido em duas etapas, uma enzimática, que consiste no acúmulo de acetaldeído pelo aumento da atividade da ADH ou PDC, e outra química, que seria a polimerização das moléculas de tanino (HRIBAR et al., 2000). Para evitar a recorrência da adstringência, é necessário

garantir que ambas as etapas sejam completas, para que o processo de insolubilização dos taninos seja irreversível, assim também evitando a formação de fitobezoar, compostos que apresentam caráter anti-nutricional (ITTAH, 1991).

Esperava-se que os frutos que sofreram os tratamentos de remoção de adstringência apresentassem um pico de produção de acetaldeído no período que antecederesse o início da insolubilização dos taninos. Porém isso não pode ser observado no período analisado no experimento (Figura 17I).

Com relação à produção de etanol, previa-se um aumento em sua concentração antes do acúmulo de acetaldeído. Nos tratamentos em que se aplicou etanol, esperava-se que ocorresse um acúmulo deste composto logo após sua aplicação. Porém não foi possível observar esse comportamento no período analisado, nas três épocas de colheita (Figura 18II).

Os frutos controle, que não sofreram tratamentos de destanização não apresentaram aumento na produção tanto de etanol como o de acetaldeído, e se mantiveram adstringentes durante todo o período analisado. Dessa forma pode-se observar que existe uma relação entre o acúmulo de acetaldeído com a remoção de adstringência, estando de acordo com a literatura.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os frutos de meados e final de safra apresentam-se em um estágio de maturação mais avançado, diminuindo a vida de prateleira dos frutos devido à menor firmeza destes.

Frutos armazenados por 30, 60 ou 90 dias à 1°C, devem ser comercializados em, no máximo dois dias após a saída da condição refrigerada.

A remoção da adstringência com 70% de CO₂/12 horas é parcial quando os frutos são mantidos em temperatura ambiente, mas é eficiente após o armazenamento refrigerado, com vida de prateleira de, no máximo 2 dias.

O vapor de etanol é, sem dúvida, o melhor tratamento para a remoção da adstringência de caquis 'Rama Forte'. No entanto, a dificuldade operacional do método exige maiores investimentos em pesquisa buscando alternativas como por exemplo, o desenvolvimento de sachês liberadores de etanol dentro de embalagens.

REFERÊNCIAS

ANTONIOLLI, L.R. **Remoção da adstringência e armazenamento refrigerado de frutos de caqui (Diospyros kaki L.) cv. Giombo**. 1999. 83 p.

Dissertação (Mestrado em Fisiologia e Bioquímica de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1999.

ANTONIOLLI, L.R.; CAMARGO E CASTRO, P.R.; KLUGE, R.A.; SCARPARE FILHO, J.A. Remoção da adstringência de frutos de caqui 'Giombo' sob diferentes períodos de exposição ao vapor de álcool etílico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 10, p. 2083-2091, 2000.

_____. Remoção da adstringência de frutos do caqui 'giombo' sob diferentes temperaturas, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 5, p. 687-691, maio 2002.

ARNAL, L.; DEL RÍO, M.A.; Removing astringency by carbon dioxide and nitrogen-enriched atmospheres in persimmon fruit cv. Rojo brillante. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 58, n. 4, p. 1516-1518, 2003.

BEN-ARIE, R.; GUELFAT-REICH, S. Softening effects of CO₂ treatment for removal and recurrence in persimmon. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 101, n. 2, p. 179-181, 1976.

BEN-ARIE, R.; SONEGO, L. Temperature affects astringency removal and recurrence in persimmon, **Journal of Food Science**, Chicago, v. 58, n. 6, p. 1397-1400, 1993.

BEN-ARIE, R.; SAKS, Y.; SONEGO, L.; FRANK, A. Cell wall metabolism in gibberellin treated persimmon. **Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v. 19, n. 1, p. 25-33, 1996.

BIASI, G.; BIASI, L.A.; GERHARDT, I.R. Efeito da aplicação de vinagre, álcool e ethephon na destanização de caquis cv. Okira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 14, n. 2, p. 31-36, 1992.

BRACKMANN, A.; MAZARO, S.M.; SAQUET, A.A. Frigoconservação de caquis (*Diospyrus kaki*, L.) das cultivares Fuyu e Rama Forte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 27, n. 4, p. 561-565, 1997.

BRAZ, V.B.; NUNES, E.S.; VIEIRA, G.; RIBEIRO JÚNIOR, J.I.; BERTINI, L.A.; COUTO, F.A.D. Indução do amadurecimento de mangas cv. Tommy Atkins e cv. Ubá pela aplicação de ethephon pós-colheita. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 1, p. 225-232, fev. 2008.

CAMPO-DALL'ORTO, F.A.; OJIMA, M.; BARBOSA, W.; ZULLO, M.A.T. Novo processo de avaliação da adstringência dos frutos no melhoramento do caquizeiro. **Bragantia**, Campinas, v. 55, n. 2, p. 237-243, 1996.

CARVALHO, C.R.L.; MANTOVANI, D.M.B.; CARVALHO, P.R.N.; MORAES, R.M.M. **Análises químicas de alimentos**. Campinas: ITAL, 1990. 121 p. (Manual Técnico).

CHIOU, D.G.; EDAGI, F.K.; VITTI, D. C.C.; KLUGE, R.A. 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: Editora IAC, 2007. p. 112-114.

CHITARA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: Editora de Universidade Federal de Lavras, 2005. 785 p.

COMPANHIA DE ENTREPÓSITOS E ARMAZÉNS GERAIS DE SÃO PAULO. Seção de Economia e Desenvolvimento. **Boletim anual 1998**. São Paulo, 1998. 241 p.

CRISOSTO, C.H.; CRISOSTO, G.M.; METHENEY, P. Consumer acceptance of 'Brooks' and 'Bing' cherries is mainly dependent on fruit SSC and visual skin color, **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 28, p. 159-167, 2003.

COLLINS, R.J.; TISDELL, J.S. The influence of storage time and temperature on chilling injury in Fuyu and Suruga persimmon (*Diospyros kaki* L.) grown in subtropical Australia. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 6, n. 1, p. 149-157, 1995.

EDAGI, F.K. ; KLUGE, R.A. Remoção de adstringência de caqui: um enfoque bioquímico, fisiológico e tecnológico. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 2, p. 585-594, 2009.

FAO. **Production and exportation of fruits**. Disponível em: <<http://apps1.fao.org/>>. Acesso em: 31 maio 2004.

FINGER, F.L.; VIEIRA, G. **Controle da perda pós-colheita de água em produtos hortícolas**. Viçosa: UFV, 1997. 29 p. (Cadernos Didáticos, 19).

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

FUKUSHIMA, T.; KITAMURA, T.; MURAYAMA, H.; YOSHIDA, T. Mechanisms of astringency removal by ethanol treatment in 'Hiratanenashi' kaki fruits. **Japanese Society for Horticultural Science Journal**, Tokyo, v. 60, n. 3, p. 685-694, 1991.

GAZIT, S.; ADATO, I. Effect of carbon dioxide atmosphere on the course of astringency disappearance of persimmon (*Diospyrus kaki* Linn) fruits. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 37, n. 6, p. 815-817, 1972.

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

GOTTREICH, M.; BLUMENFELD, A. Light microscopic observation of tannin cell walls in persimmon fruit. **Journal of the Horticultural Science**, London, v. 66, p. 731-736, 1991.

HARDENBURG, R.E.; WATADA, A.E.; WANG, C.Y. **The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks**. Washington: USDA, Agricultural Research Service, 1986. 130 p. (Agriculture Handbook, 66).

HRIBAL, J.; ZAVRTANIK, M.; SIMCIC, M.; VIDRIH, R. Changes during storing and astringency removal of persimmon fruit *Diospyros kaki*. **Akadémia Kiadó**, Budapest, v. 29, n. 2, p. 123-136, 2000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2007.
<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/contagem2007/default.shtm>.
Acesso em: 13 fev. 2009.

ITO, S. The persimmon. In: HULME, A.C. **The biochemistry of fruits and their products**. London: Academic Press, 1971. v. 2, chap. 8, p. 281-301.

ITTAH, Y. BSA-bound persimmon tannin interactions with other proteins. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**. Washington, v. 39, p. 2119-2122, 1991.

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

KADER, A.A. **Postharvest technology of horticultural crops**. 2nd ed. Oakland: University of California, Division of Agricultural and Natural Resources, 1992. 296 p.

KATO, K. Astringency removal and ripening as related to ethanol concentrations in persimmon fruits. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, Tokyo, v. 53, n. 3, p. 278-289, 1984a.

_____. The condition of tannin and sugar extraction, the relation of tannin concentration to astringency and the behavior of ethanol during the de-astringency by ethanol in persimmon fruits. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, Tokyo, v.53, n.2, p.127-134, 1984b.

_____. Astringency removal and ripening as related to temperature during the astringency removal by ethanol in persimmon fruits. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, Tokyo, v.55, n.4, p.498-509, 1987a.

_____. Large-scale trials for the short term de-astringency in persimmon fruits by ethanol. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, Tokyo, v. 56, n. 1, p. 92-100, 1987b

KLUGE, R.A.; NACHTIGAL, J.C.; FACHINELLO, J.C.; BILHALVA, A.B. **Fisiologia e manejo pós-colheita de frutas de clima temperado**. Pelotas: Editora UFPEL, 1997. 163 p.

LENG, P.; LI, B.; ZHANG, W.; JIA, K. Effects of carbon dioxide on astringency removal in mopanshi persimmon. **Agricultural Sciences in China**, Beijing, v. 2, n. 12, p. 1382-1386, 2003.

LYON, B.G.; SENTER, S.D.; PAYNE, J.A. Quality characteristics of oriental persimmons (*Diospyros kaki*, L.cv. Fuyu) grow in the south-eastern United States. **Journal of Food Science**, Athens, v. 57, n. 3, p. 693-695, 1992.

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

MATSUO, T.; ITOO, S. A model experiment for de-astringency of persimmon fruit with high carbon dioxide treatment: in vitro gelation of kaki-tannin by reacting with acetaldehyde. **Agricultural Biology Chemistry**, Tokyo, v. 46, n. 3, p. 683-689, 1982.

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

MORETTI, C.L.; ARAÚJO, A.L.; MAROUELLI, W.A.; SILVA, W.L.C. Atividade respiratória e escurecimento de raízes de batata-doce minimamente processada, **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.20, n.3, p.497-500, 2002.

MUÑOZ, V.R.S. **Destanização do caqui (*Diospyros kaki* L.) 'Rama Forte'**. 2002. 164 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

ORTIZ, G.I.; SUGAYA, S.; SEKOZAWA, Y.; HISASHI, I.; WADA, K.; GEMMA, H. Efficacy of 1-Methylcyclopropene (1-MCP) in prolonging the self-life of 'Rendaiji' persimmon fruits previously subjected to astringency removal treatment. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, Tokyo, v. 74, n. 3, p. 248-254, 2005.

OSHIDA, M.; YONEMORI, K.; SUGIURA, A. On the nature of coagulated tannins in astringency type persimmon fruit after an artificial treatment and astringency removal. **Postharvest Biology and Technology**. Amsterdam, v. 8, n. 4, p. 317-327, 1996.

ÓZ, A.T.; OZELKOK, I.S., ALBAYRAK, B. Sugar and tannin content changes in persimmon fruit during artificial ripening with dry ice. **Acta Horticulture**, Leuven, n. 682, p. 682. 2004. Apresentado no INTERNATIONAL POSTHARVEST SYMPOSIUM, 5., 2004. Verona.

PEKMEZCI, M.; ERKAN, M.; GÜBBÜK, H. The effects of harvest time, and method and duration of storage on quality of 'Hachiya' and 'Fuyu' persimmons. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 441, p. 279-286, 1997.

PENTEADO, S.R. Cultura do caquizeiro. In: _____. **Fruticultura de clima temperado em São Paulo**. Campinas: Fundação Cargill, 1986. cap. 8, p. 157-173.

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

PESIS, E.; BEN-ARIE, R. Carbon dioxide assimilation during postharvest removal of astringency from persimmon fruit. **Physiology Plantarum**, Copenhagen, v. 67, n. 4, p. 644-648, 1986.

PROGRAMA BRASILEIRO PARA A MODERNIZAÇÃO DA HORTICULTURA. **Normas de classificação do caqui**. . São Paulo: CEAGESP, Centro de Qualidade em Horticultura, 2000. 4 p. (CQH. Documentos, 22).

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

RATNER, A.; GOREN, R.; MONSELINE, S.P. Activity of pectin esterase and cellulase in the abscission zone of citrus leaf explants. **Plant Physiology**, Washington, v. 44, p. 1717-1723, 1969.

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

SALUNKHE, D.K.; DESAI, B.B. Persimmon. In: _____. **Postharvest biotechnology of fruits**. Boca Raton: CRC Press, 1984. v. 2, chap. 15, p. 105-109.

SALVADOR, A.; ARNAL, L.; BESADA, C.; LARREA, V.; QUILES, A.; PÉREZ-MUNUERA, I. Physiological and structural changes during ripening and deastringency treatment of persimmon cv. 'Rojo Brillante'. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 46, p. 181–188, 2007.

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

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

SMAGULA, J.M.; BRAMLAGE, W.J. Acetaldehyde accumulation: is it a cause of physiological deterioration fruits? **HortScience**, Alexandria, v.12, n.3, p.200-2003, 1977.

SUGIURA, A.; TOMANA, T. Relationships of ethanol production by seeds of different types of Japanese persimmons and their tannin content. **HortScience**, Alexandria, v.18, n.3, p.319-321, 1983.

SUGUIRA, A.; YONEMORI, K.; HARADA, H.; TOMANA, T. Changes in the ethanol and acetaldehyde contents of Japanese persimmon fruits in relation to natural loss of astringency. **Studies from the Institute of Horticulture**, Kyoto, v. 9, p. 41-47, 1979.

TAIRA, S. Adstringency in persimmon. **Modern Methods of Plant Analysis**, Berlin, v. 18, p. 97-110, 1996.

TAKATA, M. Respiration, ethylene production and ripening of Japanese persimmon fruit harvest at various stages of development. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, Tokyo, v. 52, n. 1, p. 78-84, 1983. Resumo em **CAB Abstracts on CD-ROM**, 1984-1986.

TAYLOR, J.E. Exotics. In: SEYMOUR, G.B.; TAYLOR, J.E.; TUCKER, G.A. **Biochemistry of fruit ripening**. London: Chapman & Hall, 1993. chap. 5, p. 151-186.

TERRA, F.A.M.; EDAGI, F.K.; MONTEIRO, M.; KLUGE, R.A. Destanização de caquis cv. Giombo em diferentes temperaturas e tempos de exposição. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA USP, 14., 2006, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, 2006. 1 CD-ROM.

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

VIDRIH, R.; SIMCIC, M.; HRIBAR, J.; PLESTENJAK, A. Adstringency removal by high CO₂ treatment in persimmon fruit (*Diospyros kaki*). **Acta Horticulture**, Leuven, n. 368, p. 652-656, 1994. Apresentado no INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON POSTHARVEST TREATMENT OF HORTICULTURAL CROPS, 1993, Kecskemét.

VITTI, D.C.C.; MAIA, F.A.; TERRA, F.A.M.; EDAGI, F.K.; KLUGE, R.A. 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. **Anais...** Campinas: IAC, 2007. p. 54-56.

VITTI, D.C.C.; EDAGI, F.K.; NUNES, S.D.V.; CHIOU, D.G.; TERRA, F.A.M.; MAIA, F.A.; PUPIN, F.; MIGUEL, P.; ANTONIOLLI, L.R.; KLUGE, R.A. Efeito da época de colheita sobre a destanização de caquis Rama-Forte'. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 19., 2006, Cabo Frio. **Anais...** Cabo Frio, 2006. p. 437-437.

WILL, S.H.H.; LEE, T.H.; GRAHAM, D.; McGLASSON, W.B.; HALL, E.G.
Postharvest: an introduction to the physiology and handling of fruit and vegetables. Kensington: New South Wales University Press, 1981. 161 p.

YONEMORI, O.; SUGIURA, A. On the nature of coagulated tannins in astringency-type persimmon fruit after an artificial treatment of astringency removal.
Postharvest Biology and Technology, Amsterdam, v. 8, p. 317-32, 1996.

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