

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**

DESTANIZAÇÃO DO CAQUI (*Diospyrus kaki* L.) ‘RAMA FORTE’

Eng. Agr. VICTOR RICARDO DE SOUZA MUÑOZ

**Campinas/SP
Dezembro – 2002**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**

DESTANIZAÇÃO DO CAQUI (*Diospyrus kaki* L.) ‘RAMA FORTE’

Tese de doutorado apresentada à Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas, como cumprimento parcial dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Engenharia Agrícola.

Eng. Agr. VICTOR RICARDO DE SOUZA MUÑOZ

Orientador: Prof. Dr. ANTONIO CARLOS DE OLIVEIRA FERRAZ

Co-orientador: Dra. ELIANE A. BENATO RODRIGUES DA SILVA

**Campinas/SP
Dezembro – 2002**

Aos meus pais **Edyleda e Victor Hugo Muñoz Diaz** e à minha querida esposa **Emma Kristina Dahlbäck**, pelo apoio, carinho e compreensão que me possibilitaram chegar até aqui.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Aos produtores de caqui **Sérgio e Paulo** da **TH Frutas**, **Orlando Steck** do **Sítio dos Anjos**, **Milton Atarashi do Sítio Atarashi** e **Flávio Miamoto**, pelas frutas fornecidas para a realização dos ensaios, amizade, apoio e idéias durante estes quatro anos de trabalho.

À **Dra Eliane Ap. Benato Rodrigues da Silva**, pela amizade, orientação e oportunidade de realizar este trabalho.

Ao meu Orientador **Dr. Antônio Carlos de Oliveira Ferraz**, pela amizade, orientação e compreensão.

Aos Pesquisadores **Dr. José Maria Monteiro Sigrist** e **MSc. Silvia Valentini**, do Centro de Tecnologia de Hortifrutícolas – FRUTHOTEC – ITAL, pela amizade, orientação e total apoio durante a realização deste trabalho.

Aos Professores **Dr. Inácio M. Dal Fabbro** e **Dr. Silvio Luiz Honório**, pela amizade, orientação e apoio.

Ao meu “fiel escudeiro” **Engenheiro de Alimentos Delton Akito Seki**, pela amizade, incansável dedicação e inestimável ajuda na parte experimental.

Às incansáveis Técnicas em Alimentos **Giovanna Maria da Silva Guimarães**, **Débora Belo Alves** e **Fabiana Cristina Favoreto** e à Técnica em Bioquímica **Fátima Grazielle da Silva Guimarães**, pela amizade, dedicação e apoio na realização das análises de laboratório.

Aos Pesquisadores **Alfredo de Almeida Vitali** e **Flávio Schmidt**, do Grupo Especial de Engenharia – ITAL, pela amizade, orientação e colaboração na montagem dos experimentos.

Às Pesquisadoras **Claire I. G. L. Sarantópoulos** e **Marisa Padula**, do Centro de Tecnologia de Embalagens – CETEA – ITAL, pela amizade, orientação na indicação dos filmes plásticos e pela execução das análises de cromatografia.

À Eng^o. Agr^o MSc. **Patricia Cia**, pelo apoio e ajuda na montagem dos experimentos

Aos técnicos **Carlos Ernesto de Arruda**, **Quitéria Maria A. de Oliveira** e **Raimundo Francisco da Silva**, pela colaboração na montagem dos experimentos, ajuda nas análises e transporte dos frutos.

Ao **Centro de Tecnologia de Hortifrutícolas – FRUTHOTEC**, do Instituto de tecnologia de Alimentos – ITAL, pelo incentivo e subsídios proporcionados.

À **Faculdade de Engenharia Agrícola – FEAGRI**, da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, pelo incentivo e apoio.

Ao **Conselho Nacional de Pesquisa – CNPq**, pelo suporte através de bolsa de estudos.

À **Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP**, pelo auxílio financeiro ao projeto.

À **Associação Paulista dos Produtores de Caqui (APPC)** e à **CATI de Mogi das Cruzes**, pelo fornecimento de frutos para este trabalho.

Aos amigos do **Centro de Qualidade em Hortifrutícolas do CEAGESP** e à **Dra Anita de Souza Dias Gutierrez** pelo apoio inicial e divulgação deste trabalho.

Aos amigos e colegas do FRUTHOTEC e da UNICAMP, pelo companheirismo.

A todos vocês

MUITO OBRIGADO!

SUMÁRIO

SUMÁRIO.....	iv
LISTA DE TABELAS	vi
LISTA DE FIGURAS	xi
RESUMO	xv
ABSTRACT	xvii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1. ASPECTOS BOTÂNICOS	4
2.2. SITUAÇÃO DO CAQUI NO BRASIL	5
2.3. ASPECTOS DE QUALIDADE	6
2.4. MUDANÇAS BIOQUÍMICAS DURANTE O AMADURECIMENTO	6
2.4.1. Amolecimento do fruto.....	7
2.4.2. Tanino solúvel	8
2.4.3. Açúcares	8
2.4.4. Desenvolvimento de cor.....	9
2.5. ADSTRINGÊNCIA.....	10
2.6. REMOÇÃO ARTIFICIAL DA ADSTRINGÊNCIA.....	10
2.6.1. Destanização com etanol	11
2.6.2. Destanização com etileno	12
2.6.3. Destanização com dióxido de carbono	13
2.7. PROPRIEDADES MECÂNICAS.....	14
2.8. ARMAZENAMENTO REFRIGERADO E ATMOSFERA MODIFICADA/CONTROLADA	16
3. CAPÍTULO 1:	20
DESTANIZAÇÃO DO CAQUI ‘RAMA FORTE’ COM ETANOL	20
3.1. INTRODUÇÃO.....	20
3.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	20
3.2.1. Avaliações de qualidade	21
3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
3.4. CONCLUSÕES	39
4. CAPÍTULO 2:	40
DESTANIZAÇÃO DO CAQUI ‘RAMA FORTE’ COM ETILENO	40
4.1. INTRODUÇÃO.....	40
4.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	40
4.2.1. Avaliações de qualidade	42
4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	43

4.4. CONCLUSÕES	56
5. CAPÍTULO 3:	57
DESTANIZAÇÃO DO CAQUI ‘RAMA FORTE’ COM CO ₂	57
5.1. INTRODUÇÃO	57
5.2. MATERIAL E MÉTODOS	57
5.2.1. Avaliações de qualidade	59
5.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	60
5.4. CONCLUSÕES	77
6. CAPÍTULO 4:	78
COMPARAÇÃO DE DIFERENTES MÉTODOS DE DESTANIZAÇÃO DO CAQUI ‘RAMA FORTE’	78
6.1. INTRODUÇÃO	78
6.2. MATERIAL E MÉTODOS	78
6.2.1. Avaliações da qualidade	79
6.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	84
6.4. CONCLUSÕES	105
7. CAPÍTULO 5:	106
DESTANIZAÇÃO DO CAQUI ‘RAMA FORTE’ COM CO ₂ ANTES, DURANTE E DEPOIS DO ARMAZENAMENTO REFRIGERADO	106
7.1. INTRODUÇÃO	106
7.2. MATERIAL E MÉTODOS	106
7.2.1. Avaliações de qualidade	108
7.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	109
7.4. CONCLUSÕES	129
8. CAPÍTULO 6:	130
DIFERENTES EMBALAGENS PLÁSTICAS PARA O ARMAZENAMENTO REFRIGERADO DO CAQUI ‘RAMA FORTE’ PREVIAMENTE DESTANIZADO COM CO ₂	130
8.1. INTRODUÇÃO	130
8.2. MATERIAL E MÉTODOS	130
8.2.1. Avaliação da qualidade	132
8.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	133
8.4. CONCLUSÕES	150
9. CONCLUSÕES GERAIS	151
10. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	152
11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	153
12. ANEXO 1	164

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Valores médios de perda de massa (%) de caquis ‘Rama Forte’ expostos a diferentes concentrações de etanol por 24 h a 25°C e posterior armazenamentos por 3 e 5 dias.....	24
TABELA 2. Valores médios de índice de adstringência ^y de caquis ‘Rama Forte’ expostos a diferentes concentrações de etanol, por 24 h a 25°C, e posterior armazenamento.	25
TABELA 3. Valores médios de resistência da polpa a penetração (N) de caquis ‘Rama Forte’ expostos a diferentes concentrações de etanol, por 24 h a 25°C, e posterior armazenamento.....	26
TABELA 4. Valores médios de cor da casca e polpa de caquis ‘Rama Forte’ expostos a diferentes concentrações de etanol, por 24 h a 25°C, e posterior armazenamento.	28
TABELA 5. Valores médios de sólidos solúveis, pH e acidez total de caquis ‘Rama Forte’ expostos a diferentes concentrações de etanol, por 24 h a 25°C, e posterior armazenamento.....	30
TABELA 6. Valores médios de perda de massa (%) de caquis ‘Rama Forte’ expostos a 1,70 mL de etanol por kg de fruto por 0, 6, 12, 18 e 24 h a 25°C, e posterior armazenamento.	31
TABELA 7. Valores médios de índice de adstringência ^y de caquis ‘Rama Forte’ expostos a 1,70 mL de etanol por kg de fruto por 0, 6, 12, 18 e 24 h a 25°C, e posterior armazenamento.....	32
TABELA 8. Valores médios de resistência da polpa à penetração (N) de caquis ‘Rama Forte’ expostos a 1,70 mL de etanol por kg de fruto por 0, 6, 12, 18 e 24 h à 25°C, e posterior armazenamento.....	34
TABELA 9. Valores médios de cor de casca e cor de polpa de caquis ‘Rama Forte’ expostos a 1,70 mL de etanol por kg de fruto por 0, 6, 12, 18 e 24 h a 25°C, e posterior armazenamento.....	36
TABELA 10. Valores médios de sólidos solúveis (°BRIX), pH e Acidez Total (g de ac. málico por 100g de peso fresco) da polpa de caquis ‘Rama Forte’ expostos a 1,70 mL de etanol por kg de fruto por 0, 6, 12, 18 e 24 h a 25°C, e posterior armazenamento.....	38
TABELA 11. Tratamentos de destanização com aplicação de etileno e acetileno (carbureto de cálcio) a que foram submetidos os caquis ‘Rama Forte’ durante 24 h a 25±1°C 90±5% UR.....	42
TABELA 12. Tratamentos de destanização com aplicação de etileno (Etil-5) a que foram submetidos os caquis ‘Rama Forte’ a 25±1°C 90±5% UR.	42

TABELA 13. Valores médios de perda de massa (%) de caquis ‘Rama Forte’ expostos a diferentes concentrações de etileno (ETIL – 5) e acetileno (CaC ₂ – carbureto de cálcio) a 25°C 90% UR e posterior armazenamento por 4 dias.....	43
TABELA 14. Valores médios de índice de adstringência ^y de caquis ‘Rama Forte’ expostos a diferentes concentrações de etileno (ETIL – 5) e acetileno (CaC ₂ – carbureto de cálcio) a 25°C 90% UR e posterior armazenamento por 4 dias.....	44
TABELA 15. Valores médios de resistência da polpa à penetração (N) de caquis ‘Rama Forte’ expostos a diferentes concentrações de etileno (ETIL – 5) e acetileno (CaC ₂ – carbureto de cálcio) a 25°C 90% UR e posterior armazenamento por 4 dias.	45
TABELA 16. Valores médios de cor de casca e polpa de caquis ‘Rama Forte’ expostos a diferentes concentrações de etileno (ETIL – 5) e acetileno (CaC ₂ – carbureto de cálcio) a 25°C 90% UR e posterior armazenamento por 4 dias.....	46
TABELA 17. Valores médios de sólidos solúveis (°BRIX), pH e acidez total (g de ac. málico / 100g de peso fresco) de caquis ‘Rama Forte’ expostos a diferentes concentrações de etileno (ETIL – 5) e acetileno (CaC ₂ – carbureto de cálcio) a 25°C 90% UR e posterior armazenamento por 4 dias.....	48
TABELA 18. Valores médios de perda de massa (%) de caquis ‘Rama Forte’ expostos por 12, 18 e 24 h a diferentes concentrações de etileno e posterior armazenamento a 25°C 90% UR, durante 8 dias.	49
TABELA 19. Valores médios de índice de adstringência ^y de caquis ‘Rama Forte’ expostos por 12, 18 e 24 h a diferentes concentrações de etileno e posterior armazenamento a 25°C 90% UR, durante 8 dias.....	50
TABELA 20. Valores médios de índice de resistência (N) de caquis ‘Rama Forte’ expostos por 12, 18 e 24 h a diferentes concentrações de etileno e posterior armazenamento a 25°C 90% UR, durante 8 dias.....	51
TABELA 21. Valores médios de cor da casca e polpa de caquis ‘Rama Forte’ expostos por 12, 18 e 24 h a diferentes concentrações de etileno e posterior armazenamento a 25°C 90% UR, durante 8 dias.	53
TABELA 22. Valores médios de sólidos solúveis (°BRIX), pH e acidez total (g de ac. málico por 100g de peso fresco) da polpa de caquis ‘Rama Forte’ expostos por 12, 18 e 24 h a diferentes concentrações de etileno e posterior armazenamento a 25°C 90% UR, durante 8 dias.....	55
TABELA 23. Tratamentos de destanização com CO ₂ , a que foram submetidos caquis ‘Rama Forte’ a 25±1°C e 90±5% UR, para o primeiro experimento.....	59
TABELA 24. Tratamentos de destanização com CO ₂ , a que foram submetidos caquis ‘Rama Forte’ a 25±1°C e 90±5% UR, para o segundo experimento.	59

TABELA 25. Valores médios de perda de massa (%) de caquis ‘Rama Forte’ expostos a diferentes concentrações de CO ₂ por 24, 48 e 72 h a 25°C, e posterior armazenamento por 2 dias.....	61
TABELA 26. Valores médios de índice de adstringência ^v de caquis ‘Rama Forte’ expostos a diferentes concentrações de CO ₂ por 24, 48 e 72 h a 25°C, e posterior armazenamento de 2 dias.....	62
TABELA 27. Valores médios de resistência da polpa à penetração (N) de caquis ‘Rama Forte’ expostos a diferentes concentrações de CO ₂ por 24, 48 e 72 h a 25°C, e posterior armazenamento de 2 dias.....	63
TABELA 28. Valores médios da cor da casca de caquis ‘Rama Forte’ expostos a diferentes concentrações de CO ₂ por 24, 48 e 72 h a 25°C, e posterior armazenamento de 2 dias. ..	66
TABELA 29. Valores Médios de cor da polpa de caquis ‘Rama Forte’ expostos a diferentes concentrações de CO ₂ por 24, 48 e 72 h a 25°C, e posterior armazenamento de 2 dias. ..	67
TABELA 30. Valores médios de sólidos solúveis (°BRIX), pH e Acidez total (g de ac. málico por 100g de peso fresco) da polpa de caquis ‘Rama Forte’ expostos a diferentes concentrações de CO ₂ por 24, 48 e 72 h a 25°C, e posterior armazenamento de 2 dias. ..	69
TABELA 31. Valores médios de perda de massa (%) de caquis ‘Rama Forte’ expostos a 70 e 90 % de CO ₂ por 12, 18 ou 24 h a 25°C 90% UR e posterior armazenamento por 2 dias.	70
TABELA 32. Valores médios de índice de adstringência ^v de caquis ‘Rama Forte’ expostos a 70 e 90 % de CO ₂ por 12, 18 ou 24 h a 25°C 90% UR e posterior armazenamento por 2 dias.....	71
TABELA 33. Valores médios de resistência da polpa à penetração (N) de caquis ‘Rama Forte’ expostos a 70 e 90 % de CO ₂ por 12, 18 ou 24 h a 25°C 90%UR e posterior armazenamento por 2 dias.	72
TABELA 34. Valores médios de cor de casca e polpa de caquis ‘Rama Forte’ expostos a 70 e 90 % de CO ₂ por 12, 18 ou 24 h a 25°C 90%UR e posterior armazenamento por 2 dias.	73
TABELA 35. Valores médios de sólidos solúveis (°BRIX), pH e acidez total (g de ac. málico / 100g de peso fresco) de caquis ‘Rama Forte’ expostos a 70 e 90 % de CO ₂ por 12, 18 ou 24 h a 25°C 90% UR e posterior armazenamento por 2 dias.	74
TABELA 36. Condições a que foram submetidos caquis ‘Rama Forte’ para a destanização a 25±1°C 90±5% UR por diferentes métodos.	79
TABELA 37. Condições dos ensaios de compressão do Fruto Inteiro e Espécimes cilíndricos realizados em caquis ‘Rama Forte’.	83

TABELA 38. Valores médios de perda de massa (%) de caquis ‘Rama Forte’ durante a destanização com CO ₂ , etanol ou etileno a 25°C e posterior armazenamento a 25°C 90 % de UR durante 14 dias.	84
TABELA 39. Valores médios de índice de adstringência ^v de caquis ‘Rama Forte’ durante a destanização com CO ₂ , etanol ou etileno a 25°C e posterior armazenamento a 25°C 90 % de UR durante 14 dias.	86
TABELA 40. Valores médios de sólidos solúveis (°BRIX) de caquis ‘Rama Forte’ durante a destanização com CO ₂ , etanol ou etileno e posterior armazenamento a 25°C 90 % de UR durante 14 dias.	89
TABELA 41. Avaliação de qualidade de frutos de caqui feita antes do início dos ensaios realizados nos capítulo IV e V.	110
TABELA 42. Valores médios de perda de massa (%) de caquis ‘Rama Forte’ destanizados com 70% de CO ₂ por 18 h, antes, durante ou depois de armazenamento refrigerado (1±1°C 90±5% UR) por dois meses.	111
TABELA 43. Pressão de vapor (KPa) no fruto e na câmara durante o armazenamento refrigerado e a comercialização simulada.	112
TABELA 44. Valores médios de índices de adstringência ^U de caquis ‘Rama Forte’ destanizados com 70% de CO ₂ por 18 h, antes, durante ou depois do armazenamento refrigerado (1±1°C 90±5% UR) por dois meses.	113
TABELA 45. Valores médios de sólidos solúveis, expressos em °BRIX, da polpa de caquis ‘Rama Forte’ destanizados com 70% de CO ₂ por 18 h. Antes, Após 30 e Após 60 dias de armazenamento refrigerado (1±1°C 90±5% UR) por dois meses.	116
TABELA 46. Valores médios do pH da polpa de caquis ‘Rama Forte’ destanizados com 70% de CO ₂ por 18 h, antes, durante ou depois do armazenamento refrigerado (1±1°C 90±5% UR) por dois meses.	119
TABELA 47. Valores médios de acidez total (mg de ácido málico por 100 mg de polpa de polpa) da polpa de caquis ‘Rama Forte’ destanizados com 70% de CO ₂ por 18 h, antes, durante ou depois do armazenamento refrigerado (1±1°C 90±5% UR) por dois meses.	121
TABELA 48. Coeficientes de correlação (R) entre o módulo de elasticidade e outras variáveis obtidas no experimento onde caquis ‘Rama Forte’ foram destanizados com 70% de CO ₂ por 18 h, Antes, Após 30 dias e Após 60 dias do armazenamento refrigerado (1±1°C 90±5% UR) por dois meses.	128
TABELA 49. Diferentes tipos de filmes usados para o acondicionamento de caquis ‘Rama Forte’ previamente destanizados com 70% de CO ₂ por 18 h e armazenados a 1°C 90% UR.	132

TABELA 50. Valores médios da perda de massa (%) de caquis ‘Rama Forte’ destanizados com CO ₂ e posteriormente acondicionados em três diferentes filmes flexíveis e armazenados por dois meses a 1±1°C 90±5% UR.	138
TABELA 51. Valores médios do índice de adstringência de caquis ‘Rama Forte’ destanizados com CO ₂ e posteriormente acondicionados em três diferentes filmes flexíveis e armazenados por dois meses a 1±1°C 90±5% UR.	139
TABELA 52. Valores médios do pH da polpa de caquis ‘Rama Forte’ destanizados com CO ₂ e posteriormente acondicionados em três diferentes filmes flexíveis e armazenados por dois meses a 1±1°C 90±5% UR.	145
TABELA 53. Valores médios da acidez total (mg de ácido málico por 100 mg de polpa) da polpa de caquis ‘Rama Forte’ destanizados com CO ₂ e posteriormente acondicionados em três diferentes filmes flexíveis e armazenados por dois meses a 1±1°C 90±5% UR.	146

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 01. Impressão em papel-filtro, impregnado com FeCl_3 , da metade de um caqui 'Hachiya', cortado longitudinalmente, em diferentes estádios de adstringência (1 = não adstringente, 2 = ligeiramente adstringente à não adstringente, 3 = moderadamente adstringente, 4 = adstringente e 5 = muito adstringente) (GAZIT E LEVY, 1963).....23
- FIGURA 02. Cor da Casca de caquis 'Rama Forte' expostos a 1,70 mL de etanol por kg de fruto por 0, 6, 12, 18 e 24 h a 25°C, e posterior armazenamento.....35
- FIGURA 03. Efeito de diferentes tempos de exposição e concentração de etileno sobre a cor da casca de caquis 'Rama Forte' (e posterior) no sexto dia de armazenamento a 25°C 90% UR, no Dia 6.52
- FIGURA 04. Porcentagem de enegrecimento da polpa de caquis 'Rama Forte' após a exposição a 70 ou 90 % de CO_2 por 24, 48 ou 72 h, seguidas de armazenamento a atmosfera normal a 25°C por 48 h. Não houve enegrecimento nos frutos expostos a 0, 15, 30 e 50% de CO_265
- FIGURA 05. Relação entre Sólidos solúveis e Índice de adstringência de caquis 'Rama Forte' após a exposição (Dia 1) a 70 ou 90 % de CO_2 por 12, 18 ou 24 h. Tratamentos: 1 = 0 % / 18 h; 2 = 70 % / 12 h; 3 = 70 % / 18 h; 4 = 70 % / 24 h; 5 = 90 % / 12 h; 6 = 90 % / 18 h e 7 = 90 % / 24 h. Regressão linear significativa ($P < 0,05$), $R = 0,87$75
- FIGURA 06. Direções vertical e horizontal de compressão e locais para a retirada dos Espécimes Cilíndricos nas direções vertical e horizontal, da polpa de caquis 'Rama Forte'.81
- FIGURA 07. Compressão entre pratos planos, rígidos e paralelos do Fruto Inteiro (a) e espécimes cilíndricos (b).81
- FIGURA 08. (a) Gráfico obtido após compressão do fruto inteiro entre pratos planos, rígidos e paralelos e (b) Gráfico obtido após compressão uniaxial de espécimes cilíndricos entre pratos planos, rígidos e paralelos.....82
- FIGURA 09. Cor de casca e polpa (valores L^* , a^* e b^*) de caquis 'Rama Forte' durante a destanização com (\square) CO_2 , (\blacktriangle) etanol, (Δ) etileno e (\blacklozenge) testemunha e posterior armazenamento a 25°C 90 % de UR durante 14 dias. Inicial = avaliação antes da exposição aos tratamentos, PT = avaliação após os tratamentos, 1... 14 = avaliação nos respectivos dias de armazenamento a 25°C 90 % UR. Barras no sentido vertical indicam a diferença mínima significativa (DMS) com probabilidade de 5% segundo o teste de Tukey87
- FIGURA 10. Cor de casca e polpa e índice de adstringência de caquis 'Rama Forte' expostos a 70 % de CO_2 por 18 h, 1,70 mL de etanol por 6 h, 10 $\mu\text{L L}^{-1}$ por 24 h e testemunha e posterior armazenamento a 25°C 90 % UR por 8 dias.88

- FIGURA 11. Correlação entre sólidos solúveis (°BRIX) e índice de adstringência (1 = não adstringente a 5 = muito adstringente) de caquis submetidos a diferentes métodos de destanização e posterior armazenamento por 14 dias a 25°C 90 % UR. Inicial = avaliação antes da exposição aos gases, PT = avaliação logo após a exposição e 1...14 = avaliação nos respectivos dias de armazenamento. 90
- FIGURA 12. pH de caquis ‘Rama Forte’ durante a destanização com (□) CO₂, (▲) etanol, (Δ) etileno e (◆) testemunha e posterior armazenamento a 25°C 90 % de UR durante 14 dias. Inicial = avaliação antes da exposição aos tratamentos, PT = avaliação após os tratamentos, 1... 14 = avaliação nos respectivos dias de armazenamento a 25°C 90 % UR. Barras no sentido vertical indicam a diferença mínima significativa (DMS) com probabilidade de 5% segundo o teste de Tukey. 91
- FIGURA 13. Acidez Total (mg de ácido málico por 100 mg de polpa) de caquis ‘Rama Forte’ durante a destanização com (□) CO₂, (▲) etanol, (Δ) etileno e (◆) testemunha e posterior armazenamento a 25°C 90 % de UR durante 14 dias. Inicial = avaliação antes da exposição aos tratamentos, PT = avaliação após os tratamentos, 1... 14 = avaliação nos respectivos dias de armazenamento a 25°C 90 % UR. Barras no sentido vertical indicam a diferença mínima significativa (DMS) com probabilidade de 5% segundo o teste de Tukey 92
- FIGURA 14. Resistência da polpa à penetração (N) de caquis ‘Rama Forte’ durante a destanização com CO₂, etanol ou etileno, e posterior armazenamento a 25°C 90 % de UR durante 14 dias. Inicial = avaliação antes da exposição aos tratamentos, PT = avaliação após os tratamentos, 1... 14 = avaliação nos respectivos dias. Barras verticais indicam a diferença mínima significativa (DMS) segundo o teste de Tukey a P < 0,05. 94
- FIGURA 15. Valores médios de Força e Energia necessária para deformação de 3 % do diâmetro do fruto e IF de caquis submetidos à compressão antes e após diferentes processos de destanização com (□) CO₂, (▲) etanol, (Δ) etileno e (◆) testemunha. Inicial = avaliação antes da exposição aos tratamentos, PT = avaliação após os tratamentos, 1... 14 = avaliação nos respectivos dias. Barras verticais indicam a diferença mínima significativa (DMS) segundo o teste de Tukey a P<0,05. 97
- FIGURA 16. Curvas de Tensão – Deformação obtidas após a compressão de Espécimes Verticais extraídos da polpa de caqui, antes e após a exposição do fruto a 1,7 mL de etanol por kg de fruta durante 6 h. Inicial = amostras retiradas antes da exposição ao etanol. Dia 2 e 8 = amostras retiradas após um período de armazenamento de 2 e 8 dias a 25°C. Cada curva representa uma média da compressão de 15 espécimes cilíndricos extraídos de diferentes frutos. 99
- FIGURA 17. Valores médios de módulo de elasticidade obtido das curvas de Tensão-Deformação após a compressão de Espécimes Verticais (◆) e Horizontais (□) extraídos da polpa de caquis após a destanização. Inicial = avaliação antes da destanização, PT = avaliação após os tratamentos, 1... 14 = avaliação nos respectivos dias de armazenamento. Barras no sentido vertical indicam diferença mínima significativa (DMS) (P<0,05) Tukey. * indica diferença significativa. 101

- FIGURA 18. Valores médios de Módulo de Elasticidade, Força máxima e Energia requerida para ruptura de espécimes extraídos da polpa de caquis em diferentes processos de destanização com (□) CO₂, (▲) etanol, (Δ) etileno e (◆) testemunha. Inicial=avaliação antes da exposição aos tratamentos, PT=avaliação após os tratamentos, 1... 14=avaliação nos respectivos dias de armazenamento. Barras no sentido vertical indicam a diferença mínima significativa (DMS) com probabilidade de 5% segundo o teste de Tukey. 103
- FIGURA 19. Esquema dos tratamentos usados para avaliação do efeito de diferentes períodos de destanização do caquis ‘Rama Forte’, em relação ao armazenamento refrigerado (1°C) por dois meses. 108
- FIGURA 20. Cor de casca e polpa (L*, a* e b*) de caquis ‘Rama Forte’ destanizados com 70% de CO₂ por 18 h. Antes, Após 30 e Após 60 dias de armazenamento refrigerado (1±1°C 90±5% UR) por dois meses. * Letras diferentes sob as colunas indicam diferenças significativas (P<0,05) segundo Tukey. A ausência de letras indica a não significância. ** +5 = período de comercialização simulada, onde os frutos permaneceram por 5 dias a 25±1°C 80±5% UR..... 115
- FIGURA 21. Correlação entre (■) sólidos solúveis e (□) índice de adstringência de caquis destanizados com 70% de CO₂ por 18 h. Testemunha, Antes, Após 30 dias e Após 60 dias do armazenamento refrigerado (1±1°C 90±5% UR) por dois meses..... 118
- FIGURA 22. Valores médios da resistência da polpa à penetração (N) de caquis ‘Rama Forte’ destanizados com 70% de CO₂ por 18 h, Antes, Após 30 dias e Após 60 dias do armazenamento refrigerado (1±1°C 90±5% UR) por dois meses. * - Letras diferentes sob as colunas indicam diferenças significativas (P<0,05) segundo Tukey. A ausência de letras indica diferença não significativa. ** - +5 = período de comercialização simulada, onde os frutos permaneceram por 5 dias a 25±1°C 80±5% UR..... 123
- FIGURA 23. Valores médios da Força (a) e Energia (b) necessária para deformação de 3 % do diâmetro do fruto e IF (c) obtidos da compressão de caquis destanizados com CO₂. Antes, Após 30 dias e Após 60 dias do armazenamento por dois meses. * Letras diferentes sobre as colunas indicam diferenças significativas (P<0,05) segundo Tukey. A ausência de letras indica a não significância. ** + 5 = período de comercialização simulada, onde os frutos permaneceram por 5 dias a 25±1°C 80±5% UR. 125
- FIGURA 24. Valores médios do módulo de elasticidade, obtido após a compressão entre pratos planos paralelos, de espécimes cilíndricos, extraído da polpa de caqui ‘Rama Forte’ destanizado com 70% de CO₂ por 18 h, antes, durante e depois do armazenamento refrigerado (1±1°C 90±5% UR) por dois meses. * Letras diferentes sob as colunas indicam diferenças significativas (P<0,05) segundo Tukey. A ausência de letras indica a não significância. ** + 5 = período de comercialização simulada, onde os frutos permaneceram por 5 dias a 25±1°C 80±5% UR. 127
- FIGURA 25. Concentrações de O₂ e CO₂ medidos no espaço livre de três diferentes filmes plásticos usados para o acondicionamento de caquis previamente destanizados com CO₂ e

- armazenados por 60 dias a 1°C 90% UR. Linha continua (refrigeração) e linha tracejada (comercialização simulada a 25°C)..... 135
- FIGURA 26. Níveis de acetaldeído e etanol medidos em três diferentes embalagens usadas para o acondicionamento de caquis ‘Rama Forte’ previamente destanizados com CO₂ e armazenados por dois meses a 1±1°C 90±5% UR. As análises foram feitas somente após um período de 5 dias de comercialização simulada (CS), onde os frutos permaneceram a 25°C..... 137
- FIGURA 27. Valores médios da cor de casca (L*, a* e b*) de caquis ‘Rama Forte’ destanizados com CO₂ e posteriormente acondicionados em três diferentes filmes flexíveis e armazenados por dois meses a 1±1°C 90±5% UR. * Letras diferentes sob as colunas indicam diferenças significativas (P<0,05) segundo Tukey. A ausência de letras indica a não significância. ** +5 = período de comercialização simulada, onde os frutos permaneceram por 5 dias a 25±1°C 80±5% UR. 141
- FIGURA 28. Valores médios da cor de polpa (L*, a* e b*) de caquis ‘Rama Forte’ destanizados com CO₂ e posteriormente acondicionados em três diferentes filmes flexíveis e armazenados por dois meses a 1±1°C 90±5%UR. * Letras diferentes sob as colunas indicam diferenças significativas (P<0,05) segundo Tukey. A ausência de letras indica a não significância. ** +5 = período de comercialização simulada, onde os frutos permaneceram por 5 dias a 25±1°C 80±5% UR. 142
- FIGURA 29. Valores médios dos sólidos solúveis (°BRIX) da polpa de caquis‘Rama Forte’ destanizados com CO₂ e posteriormente acondicionados em três diferentes filmes flexíveis e armazenados por dois meses a 1±1°C 90±5% UR. * Letras diferentes sob as colunas indicam diferenças significativas (P<0,05) segundo Tukey. A ausência de letras indica a não significância. +5 = período de comercialização simulada, onde os frutos permaneceram por 5 dias a 25±1°C 80±5% UR. 144
- FIGURA 30. Valores médios da resistência da polpa à penetração (N) de caquis‘Rama Forte’ destanizados com CO₂ e posteriormente acondicionados em três diferentes filmes flexíveis e armazenados por dois meses a 1±1°C 90±5% UR. * Letras diferentes sob as colunas indicam diferenças significativas (P<0,05) segundo Tukey. A ausência de letras indica a não significância. +5 = período de comercialização simulada, onde os frutos permaneceram por 5 dias a 25±1°C 80±5% UR. 147
- FIGURA 31. Valores médios do módulo de elasticidade, em MPa, de caquis‘Rama Forte’ destanizados com CO₂ e posteriormente acondicionados em três diferentes filmes flexíveis e armazenados por dois meses a 1±1°C 90±5% UR. * Letras diferentes sob as colunas indicam diferenças significativas (P<0,05) segundo Tukey. A ausência de letras indica a não significância. +5 = período de comercialização simulada, onde os frutos permaneceram por 5 dias a 25±1°C 80±5% UR. 149

RESUMO

As cultivares adstringentes de caqui (*Diospyros kaki* L.) apresentam, como principal característica, altos teores de taninos solúveis, requerendo portanto, um processo artificial de destanização. Dentre as cultivares adstringentes, destaca-se a 'Rama Forte', que representa 60 % do caqui comercializado no Estado de São Paulo. Entretanto, além dos preços baixos durante o pico de safra, o caqui enfrenta ainda alguns problemas no processo de destanização. A falta de conhecimento e tecnologia disponível aos produtores faz com que sejam aplicadas técnicas rudimentares que, eliminam a adstringência, mas promovem um amolecimento do fruto, impedindo sua conservação por períodos prolongados. A bibliografia cita várias técnicas de destanização, como etanol, etileno e CO₂, entretanto, não há referências para as cultivares produzidas no Brasil. Frente a este contexto, elaborou-se este trabalho com o objetivo de definir as melhores condições (tempo de exposição e concentração) para estes métodos de destanização e avaliar a melhor forma de conservação do fruto por períodos prolongados. Para a seleção das melhores condições de destanização e conservação dos frutos foram avaliados o índice de adstringência e outros índices de qualidade durante os processos de destanização e conservação. Na determinação das melhores condições de destanização para cada método, os resultados indicaram que o uso do etanol mostrou boa eficiência na destanização, foram obtidos frutos firmes e sem adstringência quando se aplicou 1,7 mL de etanol por kg de fruto por 6h, concentrações ou tempos de exposição superiores, promoveram um maior amolecimento dos frutos. O método de destanização com etileno, promoveu a remoção da adstringência, através da indução do amadurecimento, causando, independente da concentração ou tempo de exposição, um rápido amolecimento da polpa. Para o método do CO₂, verificou-se que concentrações de 70 % de CO₂ por 18 h, eliminaram a adstringência e mantiveram os frutos firmes por oito dias. As melhores condições de destanização em cada método foram comparadas durante 14 dias a 25°C. Os resultados indicaram que frutos tratados com etanol, apesar de permanecerem firmes, somente perderam a adstringência após o quinto dia. Por sua vez, frutos tratados com etileno amoleceram rapidamente. Os melhores resultados foram obtidos com o CO₂, os frutos perderam a adstringência dois dias após a exposição ao gás e mantiveram-se firmes até o final do experimento. Como o CO₂ mostrou ser o método mais eficiente na remoção da adstringência, outro ensaio foi feito para determinar seu efeito

quando aplicado em diferentes períodos de armazenamento refrigerado a 1°C (antes, após 30 e 60 dias). Estes resultados indicaram que independentemente do período de armazenamento em que o gás foi aplicado, todos os frutos perderam a firmeza da polpa quando transferidos para 25°C. Para evitar a perda de firmeza, causada pelo armazenamento refrigerado a 1°C, foram avaliados os efeitos de três tipos de filmes plásticos na conservação do fruto. Os frutos foram destanizados com CO₂, acondicionados nos filmes e armazenados a 1°C por 60 dias. Os resultados indicaram que os frutos acondicionados com CLYSAR (filme flexível multicamada coextrusado a base de poliolefina) mantiveram-se firmes mesmo quando transferidos para 25°C. O filme de PEBD 50 µm (polietileno de baixa densidade) induziu anaerobiose nos frutos após 45 dias a 1°C. O filme de PVC (cloreto de polivinila) não foi eficiente na manutenção da qualidade.

ABSTRACT

Deastringency of Persimmon (*Diospyros kaki* L.) ‘Rama Forte’

The astringent varieties of persimmon (*Diospyros kaki*) present high level of soluble tannins, as main characteristic, requiring therefore, an artificial process of deastringency. One of the most important astringent variety is ‘Rama Forte’ that represents 60 % of persimmon commercialized in São Paulo State. However, beyond the low prices during the harvest peak, persimmon still faces some problems in the deastringency process. The lack of knowledge and available technology to the producers results in the use of rudimentary techniques. These techniques eliminate the astringency, but cause fruit softening, hindering its storage for long periods. There are several deastringency methods, such as ethanol, ethylene and CO₂, but there are no references for Rama Forte variety. The objectives of this work were: to determine the best conditions (time of exposure and concentration) for these three deastringency methods, to compare the best conditions of each method tested in order to establish the most efficient one during storage at 25°C and afterwards, the method that presented the best result was evaluated for long time storage at 1°C. In order to determine the most efficient deastringency conditions, the astringency index and other quality parameters of the fruit were evaluated. The results showed that the use of ethanol was efficient on the astringency removal and kept the fruit quality under the exposure to 1,70 mL of ethanol per kg of fruit. Higher concentrations or exposure times caused fruit softening. Ethylene promoted the astringency removal through the induction of ripeness causing, independently of the concentration or time of exposure, a fast pulp softening. For the CO₂ method was verified that the concentration of 70 % per 18 h eliminated the astringency and kept the fruit firmness for eight days. In the comparison test among the best results of each method, it was observed that fruit exposed to ethanol kept firm, but lost astringency only after the fifth day of storage. Ethylene caused quick fruit softening. Fruit quality was maintained under CO₂ conditions, the astringency was removed two days after gas treatment and fruit kept firm throughout the storage. Since CO₂ showed its efficiency in astringency removal, another test was carried out to determine its effect when applied in different periods of cold storage at 1°C - before, at the 30th and 60th storage-day. Independently of the period of gas application, the fruit firmness decreased upon removal

from cold storage. In order to avoid softening as consequence of cold storage, three different package films were tested. The fruits were submitted to CO₂ before cold storage, and then packed. The results showed that fruit packed in CLYSAR (multilayer polyolephynic) kept firmness upon removal from cold storage. The LDPE (low density polyethylene) 50 µm induced anaerobiosis in the fruits after 45 days at 1°C. The PVC (polyvinyl chloride) 20 µm was not efficient in keeping fruit quality.

1. INTRODUÇÃO

O caqui, pertencente ao gênero *Diospyros* da família *Ebenaceae*, possui quatro espécies de importância comercial, dentre as quais a *Diospyros kaki* é a mais importante. Originário da China teve seu maior desenvolvimento comercial no Japão, onde tem sido um fruto tradicional há séculos. Nos últimos vinte anos, houve um aumento na produção de caqui na Austrália, Nova Zelândia e América do Sul, devido ao seu grande potencial de exportação (COLLINS e TISDELL, 1995).

O caqui chegou em São Paulo em 1890, porém a expansão da cultura só ocorreu a partir de 1920 com a chegada dos imigrantes japoneses que trouxeram outros cultivares e técnicas de produção. O Estado de São Paulo é o principal produtor brasileiro de caqui com 87 mil toneladas por ano, área plantada de 3.160 hectares e quase um milhão de plantas. Os principais municípios produtores são Mogi das Cruzes (40%), Ibiúna (7%), Guararema (5%) e Morungaba (5%). Segundo a FAO (2001), o caqui tem grandes perspectivas de exportação, tendo gerado um valor de US\$ 285 mil no ano de 1999.

O caqui 'Rama Forte', alvo deste estudo, apresenta a expressiva contribuição de 60% da produção brasileira de caqui (BOLETIM ANUAL, 1998). Apesar de ser um fruto muito apreciado por seu sabor e características nutricionais, apresenta alguns problemas de comercialização e pós-colheita. Entre eles está o curto período da safra, que se inicia no mês de maio e termina em meados de junho, onde a grande oferta desvaloriza o produto tornando a cultura pouco rentável. Além disso, enfrenta a concorrência com frutas mais tradicionais tais como a laranja, banana e maçã.

Outra grande dificuldade reside na destanização dos frutos. Entre as várias técnicas disponíveis para esta finalidade, estão aquelas que empregam o etanol, etileno ou CO₂. Entretanto, existe muito empirismo nas práticas de destanização utilizadas pelos produtores brasileiros. A utilização não adequada dessas técnicas pode causar perdas significativas na qualidade do fruto. Dentre os principais parâmetros para obtenção de frutos de qualidade estão os níveis de concentração e tempos de exposição às substâncias ativas.

Existe, portanto, a necessidade de estudos direcionados para esta variedade. A introdução de novas tecnologias poderá também expandir as estratégias de comercialização.

Pelo caráter sazonal acentuado do caqui 'Rama Forte', o armazenamento refrigerado destaca-se como uma possível forma de prolongar a vida pós-colheita dos frutos e constitui importante técnica para estender o período de comercialização (COLLINS E TISDELL, 1996). Entretanto, mesmo sob condições adequadas de temperatura e umidade relativa não se obtém conservação satisfatória por longo período, devido às perdas de massa, firmeza e incidência de podridões.

Uma prática alternativa de conservação consiste em aliar o armazenamento refrigerado com o acondicionamento dos frutos em embalagens plásticas, modificando a atmosfera e retardando a senescência. No entanto, relatos técnicos indicam a existência de grande variação nos resultados referentes à conservação do caqui em função da cultivar, local de produção, estágio de maturação na colheita, temperatura e atmosfera de armazenamento.

Os produtores brasileiros, através de associações como a Associação Paulista dos Produtores de Caqui (APPC) vêm buscando alternativas tais como cultivos tardios, manejo da cultura, técnicas de destanização e armazenamento que visem prolongar a vida útil do produto, tentando alcançar melhores preços na entressafra. A Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo, o CEAGESP, o ITAL e a UNICAMP vem apoiando os produtores nesta iniciativa.

Como um dos resultados deste apoio, desenvolveu-se este projeto de pesquisa que tem como objetivo geral determinar as concentrações e tempos de exposição ideais para a destanização utilizando etanol, etileno e CO₂. Investigou-se também o comportamento de frutos destanizados durante o armazenamento refrigerado utilizando embalagens com filmes flexíveis.

A determinação das concentrações gasosas e tempos de exposição para a destanização com etanol, etileno e CO₂ é apresentada nos capítulos 1, 2 e 3. As combinações de níveis de concentração e tempo de exposição que forneceram melhor resposta à destanização são comparadas, no capítulo 4, quanto a qualidade e durabilidade dos frutos em condição ambiente. No capítulo 5, utilizando-se a melhor combinação de método de destanização e qualidade do fruto, relatada no capítulo 4, investigou-se a melhor época de destanização (antes, durante e depois) relativa ao período de armazenamento refrigerado. Finalmente, no capítulo 6, a melhor condição de destanização (método e época), obtida como resultado dos experimentos relatados no capítulo 5, foi testada quanto à qualidade e tempo de armazenamento em três diferentes condições de embalagem (filmes flexíveis).

Espera-se que os resultados associados a este projeto resultem em tecnologia para os produtores de caqui 'Rama Forte', contribuindo na redução das perdas pós-colheita e extensão do período de armazenamento.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. ASPECTOS BOTÂNICOS

O caqui, pertencente ao gênero *Diospyros* da família *Ebenaceae*, possui quatro espécies de importância comercial. Entretanto, do ponto de vista da fruticultura, todas as variedades importantes pertencem à espécie, *Diospyros kaki* L., que é nativa da China, de onde, há séculos, foi levada para o Japão, sendo hoje cultivada em todo o mundo (MARTINS e PEREIRA, 1989).

O caqui pode ser dividido em dois diferentes grupos: aqueles que não mudam a cor da polpa quando são polinizados, PC; aqueles que possuem a polpa clara quando sem sementes (não polinizados) e escura quando com semente (polinizado), PV. Cada um destes grupos pode ainda ser dividido em adstringente, A; e não adstringente, NA. Portanto, têm-se os grupos PCNA (Fuyu, Jiro e Fuyuhana), PCA (Taubaté, Hachiya, Pomelo e Rubi), PVNA (Zenjimar, Shogatsu e Mizushima) e PVA (Aizumishirazu, Rama Forte e Giombo) (SEYMOUR et al. 1993).

Entretanto, no Brasil usa-se a classificação apresentada por Campo Dall'Orto et al (1996) que classifica o fruto do caquizeiro em três grupos. O primeiro é denominado "sibugaki", que compreende as variedades de polpa sempre taninosa e de cor amarelada, quer os frutos apresentem ou não sementes. As principais variedades deste grupo são Taubaté, Pomelo, Hachiya e Coração de boi. O segundo grupo é chamado "amagaki", que abrange as variedades sempre não taninosas, de polpa amarelada, tenham os frutos sementes ou não. São chamados caquis doces ou duros. Como exemplo podemos citar as variedades Fuyu, Jiro, Hanagosho e Fuyuhana. O terceiro grupo é denominado "variável", este tipo inclui as variedades de polpa taninosa e de cor amarelada, quando sem sementes e, não taninosa, parcial ou totalmente, quando apresentam uma ou mais sementes. Quando as sementes são numerosas a polpa é de cor escura, popularmente, denominado caqui "chocolate". Como exemplo deste grupo pode-se citar as variedades Rama Forte, Giombo e Kaoru (MARTINS e PEREIRA, 1989).

Como visto anteriormente a variedade Rama Forte é considerada variável. Segundo MARTINS e PEREIRA (1989), esta variedade produz a maioria dos frutos sem sementes e, por conseguinte taninosos. Os frutos são de tamanho médio (comparados com as outras variedades de caqui), achatados e bem consistentes mesmo após o processo de destanização. O sabor é bastante agradável, nos frutos sem semente a polpa é amarelo-escura e quando com sementes em grande número a coloração é parda.

2.2. SITUAÇÃO DO CAQUI NO BRASIL

Atualmente a destanização com carbureto é o processo mais usado no Brasil, embora exija certos cuidados, pois o acetileno produzido é explosivo. Frutos tratados com carbureto, apesar de desenvolverem boa coloração, perdem firmeza e não têm boa conservação, devendo ser consumidos em uma semana. Entretanto, a falta de conhecimento e tecnologia dos produtores faz com que sejam aplicadas técnicas rudimentares na destanização, como no caso do acetileno, produzido pela hidratação de carbeto de cálcio (carbureto comercial), vapores de álcool e etileno.

A destanização com vapores de álcool é pouco usada para a variedade ‘Rama Forte’, pois ainda são desconhecidos alguns fatores como a concentração de etanol na atmosfera, tempo e temperatura necessários para destanização dos frutos. Entretanto, das técnicas usadas atualmente no país, é a que produz frutos de melhor qualidade, pois os frutos apresentam polpa firme, conservando-se em boas condições por um período de até 25 dias (MARTINS e PEREIRA, 1989).

Segundo ANTONIOLLI et al. (2000) a exposição de frutos de caquizeiro (variedade Giombo) ao vapor de álcool etílico é um método prático de destanização que pode ser realizada em um período de 24 h de exposição. Segundo os mesmos autores, após este período o fruto deve ser armazenado entre 24 e 25°C de quatro a oito dias.

A destanização com a utilização de altas concentrações de CO₂ é o processo mais usado no mundo. Este método mantém a qualidade dos frutos, que apresentam boa coloração de pele e polpa, sabor agradável e polpa firme. No Brasil é praticamente desconhecida por produtores e comerciantes.

Independentemente do método usado, não existem hoje parâmetros conhecidos, que estabeleçam uma relação entre os diferentes métodos de destanização, e a manutenção da qualidade do fruto.

2.3. ASPECTOS DE QUALIDADE

A qualidade de frutos e hortaliças na fase de pós-colheita depende da tecnologia utilizada na cadeia de comercialização. A seleção da tecnologia é função do tipo e destino do produto. Os produtores dão prioridade à aparência, facilidade de colheita e transporte. Os comerciantes e distribuidores dão ênfase à firmeza e boa capacidade de armazenamento. Por sua vez, os consumidores, além da aparência visam as características organolépticas (sabor, odor e textura) e a segurança alimentar (CHITARRA e CHITARRA, 1990).

Segundo GEORGE e NISSEN (1990), o futuro do caqui depende da seleção de novas cultivares com alta qualidade e de técnicas específicas na pós-colheita, que permitam a comercialização de frutos firmes e não adstringentes. CRISOSTO et al. (1999) citam como parâmetros de qualidade para o caqui: cor de casca amarela ou alaranjada, firmeza, sólidos solúveis de 21 a 23°BRIX. Para cultivares adstringentes, o fruto deve ser não adstringente, e conter carotenóides, vitamina A, vitamina C e fibra dietética.

2.4. MUDANÇAS BIOQUÍMICAS DURANTE O AMADURECIMENTO

A maturação dos frutos pode ser definida como a seqüência de mudanças na cor, sabor, aroma e textura, conduzindo a um estado que os tornam comestíveis, e, com isto, apropriados para o consumo “in natura” e/ou industrialização (CHITARRA e CHITARRA, 1990).

De acordo com o padrão da atividade respiratória, os frutos são classificados em climatéricos e não climatéricos. Em linhas gerais, se o fruto apresenta, no final da maturação, um aumento marcante na evolução de CO₂, estes frutos são considerados “climatéricos”. Os frutos que não apresentam este padrão são chamados “não climatéricos” (CHITARRA e CHITARRA, 1990). Segundo HARDENBURG et al. (1986), o caqui é um fruto climatérico com baixa taxa de respiração (2 a 5 mg de CO₂. kg⁻¹. h⁻¹, a 0°C e, 30 a 40 mg CO₂. kg⁻¹. h⁻¹ a

25°C) e segundo KADER (1992), o caqui também apresenta uma baixa taxa de produção de etileno, cerca de 0,1 a 1,0 $\mu\text{L C}_2\text{H}_4.\text{kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$ a 25°C.

Em frutos climatéricos, o aumento na taxa respiratória é rápido e o estágio de amadurecimento comestível, está intimamente relacionado com o pico climatérico. Além das modificações de textura da polpa, ocorrem transformações químicas nos carboidratos, ácidos orgânicos, proteínas, compostos fenólicos, pigmentos, pectinas e etc (CHITARRA e CHITARRA, 1990).

2.4.1. Amolecimento do fruto

Como citado anteriormente, uma das principais mudanças durante o amadurecimento é o amolecimento dos frutos de caquis. Na parede celular, a porção de pectina e hemicelulose diminuem durante o amadurecimento, causando uma grande perda de firmeza na polpa do fruto (CUTILLAS-UTURRALDE et al. 1993).

A diminuição destes dois carboidratos na matrix da parede celular tem como principal consequência a separação da lamela média. Esta região da parede celular é considerada rica em substâncias pécticas, predominantemente, pectato de cálcio. Posteriormente, observa-se uma diminuição da celulose, que forma o esqueleto de microfibrilas da parede celular. Após este ponto o fruto se apresenta totalmente mole (BEN-ARIE et al. 1996).

Estas mudanças na parede celular do fruto são induzidas por várias enzimas, entre elas a β -galactosidase e a poligalacturonase (PG) que aparecem em muitos tipos de frutos durante o amadurecimento. Em alguns frutos como maçã e pêsego, somente se detectou a atividade da exopoligalacturonase. Entretanto, alguns trabalhos com pimenta, amora, morango e melão, não indicaram a atividade da PG como a enzima responsável pela solubilização da pectina (BEN-ARIE et al. 1996).

Existem outras enzimas que poderiam estar funcionando na ausência da PG (CUTILLAS-UTURRALDE et al. 1993). 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 (BEN-ARIE et al. 1996).

2.4.2. Tanino solúvel

Outra mudança importante durante o amadurecimento é no conteúdo de tanino. O fruto de caqui imaturo é adstringente devido ao tanino solúvel presente em células especializadas. 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. Sugere-se que esta capacidade natural depende da quantidade de compostos voláteis, tais como etanol e acetaldeído produzidos pela semente durante o desenvolvimento do fruto. A produção de etanol pela semente é provavelmente disparado pela condição de anaerobiose e altas concentrações de CO₂ no período de desenvolvimento do fruto (SEYMOUR et al. 1993).

2.4.3. Açúcares

Frutose, glicose (açúcares redutores) e sacarose (açúcar não redutor) são os principais açúcares encontrados na polpa de caquis (SENTER et al. 1991). O conteúdo total de açúcares na polpa do fruto pode variar de 10,2 a 19,6 %, nas variedades adstringentes e de 10,1 a 16,7 % nas variedades não adstringentes. Também podem ser encontrados sorbitol e inositol, mas em menor quantidade (SEYMOUR et al. 1993). Durante o amadurecimento de caquis o conteúdo de açúcares redutores aumenta gradualmente, chegando a um máximo no final do amadurecimento (ITO, 1974).

Os sólidos solúveis, que normalmente representam os açúcares em frutos, são estimados através de refratometria. Entretanto, segundo SUGIURA et al. (1983), os valores da leitura do refratômetro são afetados por muitas variáveis, o que obriga, muitas vezes, a correção dos valores obtidos. Variedades adstringentes de caqui contêm consideráveis quantidades de taninos solúveis quando colhidas. Segundo os mesmos autores o tanino solúvel contribui para um aumento da leitura refratométrica quando este é usado para estimar os açúcares. Na prática, a leitura do refratômetro somente deve ser usada para estimar os sólidos solúveis (açúcares), após a eliminação total do tanino nos frutos.

Por outro lado, ITTAH (1993), que observou uma diminuição dos açúcares solúveis em caquis após o processo de destanização com CO₂, sugere que esteja ocorrendo uma reação

do tanino solúvel com os açúcares durante a destanização. Esta reação estaria diminuindo a hidrofobicidade do tanino, reduzindo sua propriedade de precipitar proteínas, conseqüentemente, perdendo a adstringência.

2.4.4. Desenvolvimento de cor

As modificações na coloração dos frutos com o avanço da maturação são devido tanto a processos degradativos (degradação da clorofila, responsável pela coloração verde) como a processos sintéticos (síntese de carotenóides, responsáveis pelas colorações amarelas, laranja e vermelha). Estas modificações de coloração correspondem a um dos principais critérios de julgamento para a identificação do amadurecimento de frutos e hortaliças (CHITARRA e CHITARRA, 1990).

Durante o amadurecimento de caquis o desenvolvimento da coloração vermelha é devido a um rápido aumento no conteúdo de carotenóides (ITO, 1974). Entretanto, na literatura consultada, ainda existem dúvidas sobre qual o pigmento carotenóide predominante no caqui. DAOOD et al. (1992) trabalhando com caquis maduros, identificou como principais pigmentos carotenóides a β -criptoxantina e zeaxantina. Entretanto, estes autores não citam a variedade. Outros autores (EBERT e GROSS, 2001) relatam que durante o amadurecimento de caquis da variedade Triumph o padrão cloroplasto, em frutos imaturos, muda para o padrão cromoplasto, em frutos maduros, e que o principal pigmento é a criptoxantina que representa de 40 a 50 % do total dos carotenóides em fruto maduro. Os mesmos autores também cita a presença de zeaxantina.

Por outro lado, segundo ITO, (1974) o licopeno é o principal pigmento carotenóide presente no caqui. Quando o fruto esta verde, este pigmento esta presente em quantidades mínimas. Entretanto, no final do amadurecimento, pode chegar de 30 a 40 % do total de carotenóides. Segundo o mesmo autor outro carotenóide importante, encontrado em caquis, é a xantofila que em frutos verdes representa de 1 a 2 % do total de carotenóides. Entretanto, em frutos maduros este pigmento representa de 10 a 20 % do total de carotenóides.

Os pigmentos carotenóides do caqui variam em relação à variedade ou cultivar em questão. Para a variedade Rama Forte ainda não foram feitos estudos para definir o padrão de carotenóides. Entretanto, sabe-se que no período de desenvolvimento do fruto a coloração

verde é predominante. Em seguida, o fruto torna-se amarelo alaranjado e no final do amadurecimento o fruto apresenta uma coloração vermelho escuro (ITO, 1974).

Na prática, segundo MARTINS E PEREIRA (1989), a colheita é feita quando os frutos perdem a coloração verde e adquirem tonalidade amarelo-avermelhada.

2.5. ADSTRINGÊNCIA

Os cultivares adstringentes de caqui apresentam, como principal característica, altos teores de taninos solúveis em frutos imaturos (BIASI e GERHARDT, 1992). Segundo ITO (1974), caquis imaturos das variedades adstringentes possuem cerca de 1,41 % de taninos solúveis. Para que os frutos destas variedades se tornem comestíveis, a concentração de taninos deve estar em torno de 0,1 % (KATO, 1984 b).

Taninos solúveis de baixo peso molecular são responsáveis pela adstringência do fruto. Na boca, eles precipitam as proteínas presentes na saliva, principalmente a amilase, e se unem aos receptores do sabor, causando uma sensação de secura no palato, característica de alimentos adstringentes (ITTAH, 1993).

O desaparecimento natural do tanino em variedades não adstringentes é feito através do etanol e/ou acetaldeído produzidos pela semente durante os primeiros estádios do amadurecimento (SUGIURA e TOMANA, 1983).

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. Os mesmos autores suportam que o acetaldeído formado sob condições anaeróbicas está envolvido tanto no processo natural quanto artificial da remoção da adstringência (PESIS e BEN-ARIE, 1984).

2.6. REMOÇÃO ARTIFICIAL DA ADSTRINGÊNCIA

Todos os caquis do tipo “sibugaki” e os do tipo variável, quando sem sementes, apresentam polpa taninosa, mesmo quando maduros. Em razão disso, após a colheita,

precisam ser tratados para que seja eliminada a adstringência, desagradável ao paladar (MARTINS e PEREIRA 1989).

Vários são os processos empregados para a destanização, os principais são: exposição ao vapor de álcool etílico, exposição ao etileno e exposição a altas concentrações de CO₂. Além destes métodos MARTINS e PEREIRA (1989) também citam o ácido acético, acetileno (produzido pela hidratação do carbureto de cálcio) e monóxido de carbono (produzido pela combustão de madeira).

2.6.1. Destanização com etanol

Este método consiste em vaporizar álcool etílico sobre os frutos já colocados no interior de câmaras a 25°C, onde permanecem entre 3 a 5 dias. Entretanto, este é um método que requer muito tempo e o fruto fica exposto à temperatura ambiente, causando o avanço do amadurecimento e a desidratação excessiva do fruto. Para diminuir o tempo de tratamento deve-se aumentar a temperatura durante o processo. Segundo KATO, (1987 a) na destanização com etanol deve-se ajustar a temperatura da câmara para 30°C enquanto o etanol é vaporizado.

Entretanto, ANTONIOLLI et al. (2002), testando diferentes temperaturas durante o processo de destanização do caqui Giombo, relata que a remoção da adstringência mediante a exposição ao vapor de etanol pode ser realizada em 42 h sob 10 ou 20°C. Os mesmos autores citam que a temperatura de 30°C promove maior rapidez no processo de perda da adstringência, mas os frutos apresentam menor firmeza de polpa e maior perda de matéria fresca do que os frutos submetidos a 10 ou 20 °C.

A quantidade de etanol que penetra no fruto é cerca de 80% do etanol adicionado. Para se evitar a descoloração da casca, deve-se manter a temperatura o mais constante possível (KATO, 1987 b). A penetração do etanol no fruto ocorre, principalmente, através da superfície da casca. A taxa de penetração do etanol aumenta, proporcionalmente, com a sua concentração na atmosfera da câmara (KATO, 1984 a).

Após a absorção, o etanol é então transformado em acetaldeído pela enzima álcool desidrogenase (YONEMORI e SUGIURA, 1996). Posteriormente, o tanino solúvel é condensado pelo acetaldeído acumulado.

Segundo ITTAH (1993), um grande problema, após o tratamento com álcool é o amolecimento da polpa. Frutos imaturos amolecem mais rápido que frutos em estágio de maturação mais avançado. Segundo BIASI e GERHARDT (1992), frutos tratados com etanol, mesmo após a destanização, apresentam uma resistência de polpa de 1,1 kg, que foi superior aos tratados com vinagre e ethephon (2 - cloroetil fosfônico).

2.6.2. Destanização com etileno

A destanização com etileno consiste em se colocar os frutos em câmaras a 25°C e aplicar etileno em concentrações que variam com o estágio de amadurecimento dos frutos. Segundo MARTINS e PEREIRA (1989), o etileno deve ser injetado na câmara uma ou duas vezes, com intervalos de 12 a 24 h. Este método acelera a velocidade de amadurecimento e conseqüentemente, a destanização do fruto. Frutos tratados com etileno são de boa qualidade, entretanto, a polpa se torna mole entre o terceiro e quarto dias após a exposição ao gás (KATO, 1987 b).

O etileno não é um agente destanizador. Segundo CHITARRA e CHITARRA (1990) ha muito tempo se conhece o envolvimento do etileno no amadurecimento de frutos. Alguns pesquisadores o consideram o “hormônio do amadurecimento” por promover a indução do climatério respiratório, acelerando assim o amadurecimento de frutos.

A resposta ao etileno é dependente da concentração. Quanto maior for a concentração, mais rápido o fruto amadurece, tornando-se também, não-adstringente. Outro fator que acelera o amadurecimento e a redução do tanino solúvel de caquis é o tempo de exposição. Quanto maior, mais rapidamente o fruto amadurece. Em todos os casos, o tanino diminui de 6 a 9 dias após o exposição ao gás (KATO, 1990).

A cor da casca do fruto é intensificada pelo aumento da concentração de etileno durante o tratamento. Durante o amadurecimento natural de frutos de caqui, a primeira mudança que ocorre é na cor, posteriormente o fruto amolece. Já em frutos tratados com etileno, primeiro o fruto amolece e depois ganha cor (KATO, 1990).

A quantidade mínima de etileno exógeno, para produzir o máximo de aceleração na resposta respiratória, varia entre espécies, sendo, por exemplo, 10 $\mu\text{L L}^{-1}$ em abacate e apenas 1 $\mu\text{L L}^{-1}$ em banana (CHITARRA e CHITARRA, 1990). Para o processo de destanização em

caquis não existe recomendação. Os produtores sempre utilizam concentrações elevadas, porque as estufas não são herméticas, permitindo a saída do gás durante o período de exposição.

2.6.3. Destanização com dióxido de carbono

A destanização com CO₂ consiste em se colocar os frutos em câmaras a 25°C e aplicar o gás em concentrações que variam de acordo com a variedade. Segundo a revisão bibliográfica as concentrações variam entre 70 e 100 % de CO₂ (PESIS e BEN-ARIE, 1986; BEN-ARIE e GUELFAT-REICH, 1976; GAZIT e ADATO, 1972).

Outro fator importante a ser controlado na destanização com CO₂ é o tempo de exposição ao gás, Uma exposição excessiva pode resultar em manchas escuras sobre a casca do fruto. O grau de escurecimento varia com a variedade. O mecanismo deste escurecimento ainda não está claro, entretanto observou-se que a atividade da polifenoloxidase e da peroxidase da casca do fruto aumentam gradativamente e chega a um máximo com o aparecimento destas manchas escuras (KATO, 1987a).

Segundo SMAGULA e BRAMLAGE (1977) durante a exposição do fruto a uma atmosfera rica em CO₂ (70 a 100 %) ocorre acúmulo de acetaldeído, produto da respiração anaeróbica. Este excesso de acetaldeído no tecido vegetal produz desorganização celular e escurecimento do tecido. Por isso, o tempo de exposição ao CO₂ esta relacionado com a concentração do gás e com a variedade.

VIDRIH (1994), que utilizou 99 % de CO₂, relata que foram necessárias apenas 20 h para remover a adstringência do cultivar Thiene. Já para o cultivar Tipo, foram necessárias 72 h.

O processo de destanização com CO₂ envolve dois estágios. O primeiro estágio requer anaerobiose (GAZIT e ADATO, 1972) e compreende a produção enzimática do acetaldeído. Em frutas, várias enzimas localizadas entre o ácido pirúvico e o etanol são ativadas sob condições anaeróbicas, como, por exemplo, a piruvato descarboxilase (PDC) que produz acetaldeído a partir de piruvato e álcool desidrogenase (ADH) que produz etanol a partir de acetaldeído.

O segundo estágio é caracterizado por uma reação química entre o acetaldeído e o tanino solúvel produzindo um polímero de tanino insolúvel, não adstringente. Caso o fruto seja exposto a temperaturas elevadas, o tanino insolúvel pode ser hidrolizado ou solubilizado o que induziria a reparação da adstringência (BEN-ARIE e SONEGO, 1993).

A principal vantagem deste método   que, quando usadas concentra es de CO₂ e tempos de exposi o corretos, o fruto se mant m firme, o que revela que a adstringência   independente do amolecimento da polpa (BEN-ARIE e GUELFAT-REICH, 1976).

Apesar da destaniza o com o CO₂ ser considerado um método que proporciona frutos de excelente qualidade e ser intensamente utilizado na Espanha e Israel, ainda não existe nenhum estudo para tal com as variedades cultivadas no Brasil.

2.7. PROPRIEDADES MECÂNICAS

O amadurecimento do caqui envolve uma série de processos biológicos incluindo evolu o de etileno, respira o climatérica, acúmulo de pigmentos e amolecimento da polpa (ITO, 1970).

A firmeza do fruto está relacionada ao potencial de armazenamento e   um critério normalmente usado para avaliar a qualidade (GEORGE e NISSEN 1990). Sabe-se que caquis, quando submetidos ao processo de destaniza o, sofrem um amolecimento da polpa (ITTAH, 1993; KATO, 1987 b), evidenciando mudanças nas propriedades mecânicas do fruto. Durante a fase de comercializa o (transporte, embalagem e exposi o)   necessário que os frutos estejam firmes. Portanto, o conhecimento básico das propriedades mecânicas do fruto são pré-requisitos para minimizar a ocorrência de danos mecânicos durante este período (SARIG e ORLOVSKY 1974).

Os métodos para avalia o de propriedades mecânicas podem ser destrutivos ou não-destrutivos. Os destrutivos incluem ensaios de compressão (Máquina Universal de Testes), penetra o (Magness-Taylor) e cisalhamento. Os não-destrutivos, geralmente, utilizam-se da atenua o de impulsos sonoros no material. As frequências ressonantes são significativamente influenciadas pelas mudanças bioquímicas que ocorrem durante o amadurecimento do fruto (ABBOTT et al., 1992). Entretanto, segundo ROJAS et al. (2001), o mais popular   a Máquina Universal de Testes.

Segundo MOHSENIN (1986), o tipo de carga mais comum a que um fruto está sujeito é a carga de contato. Forças de contato podem ocorrer durante a colheita, manuseio e armazenamento. Testes de compressão podem ser feitos com o fruto inteiro (SARRIA, 1998; THIAGU et al. 1993 e CHUMA e SHIGA 1978) ou com espécimes extraídos da polpa. Segundo MOHSENIN (1986), qualquer modificação do material (extração de espécimes cilíndricos do fruto), pode não representar o comportamento real do fruto intacto. Entretanto, como forma de comparação entre diferentes tratamentos, compressão de espécimes extraídos da polpa tem sido largamente utilizada por diversos pesquisadores (ROJAS et al. 2001; THYBO et al. 2000; KHAN e VINCENT 1993; NUSSINOVITCH et al. 1990; WOENSEL et al. 1987).

Para determinar o módulo de elasticidade em frutos e hortaliças, utiliza-se, comumente, a compressão uniaxial de espécimes cilíndricos entre pratos planos e paralelos (MOHSENIN 1986). A partir da curva tensão-deformação podem ser extraídos vários parâmetros tais como módulo de elasticidade, tensão e deformação no momento da ruptura (ROJAS et al. 2001; THYBO et al. 2000; KHAN e VINCENT 1993; NUSSINOVITCH et al. 1990; WOENSEL et al. 1987).

No caso de testes de compressão do fruto inteiro, entre pratos planos, rígidos e paralelos a compressão é feita sobre um corpo convexo que resulta em uma distribuição complexa da tensão. A inabilidade de expressar os resultados em termos de tensão-deformação levou muitos pesquisadores a expressar os dados em termos da força-deformação observados, os quais não estão baseados nas leis da mecânica dos sólidos (MOHSENIN 1986). Entretanto, BORGES e PELEG (1997), após realizarem testes de compressão em legumes e nozes, extraíram a tangente (slope) da curva força-deformação e o denominaram “pseudomódulo de deformação”. Segundo os mesmos autores este parâmetro, que tem como unidade $N (mm)^{-1}$ representa a rigidez do material.

O amolecimento do fruto durante o armazenamento ou processamento é atribuído às mudanças nos componentes da parede celular e lamela média, bem como, às características estruturais da célula como: espessura da parede celular, tamanho e forma da célula e volume dos espaços intercelulares. O turgor celular têm sido sugerido como uma causa alternativa do amolecimento do tecido vegetal (ROJAS et al. 2001). Sarria (1998), cita uma alta correlação

entre o módulo de elasticidade e a perda de massa em caquis da variedade Fuyu. Segundo o mesmo autor, à medida que a perda de água aumenta, o índice de firmeza do caqui diminui.

THYBO et al. (2000) concluíram que os dados extraídos da compressão uniaxial (tensão na ruptura, deformação na ruptura e módulo de elasticidade) tiveram alta correlação com os atributos sensoriais de batatas cozidas.

NUSSINIVTCH et al. (1990) correlacionou as propriedades mecânicas com outros parâmetros de qualidade (sólido solúveis, conteúdo de amido e água e coloração da casca) durante o amadurecimento de bananas. Os mesmos autores citam que houve uma grande correlação ($P \leq 0,01$) entre o módulo de elasticidade e os parâmetros de qualidade citados acima. Entretanto, SARRIA (1998), trabalhando com caquis Fuyu, não encontrou correlação significativa entre o módulo de elasticidade e o conteúdo de açúcares totais.

Segundo KHAN e VINCENT (1993), as propriedades mecânicas de frutos e hortaliças estão relacionadas com a morfologia, tamanho, forma, orientação das células e espaços intercelulares e aderência celular. Os mesmos autores realizaram testes uniaxiais em espécimes cilíndricos de maçãs e batatas extraídos da polpa em diferentes direções (radial e tangencial). Em maçãs, os resultados indicaram diferenças nas propriedades mecânicas entre as duas direções, já em batatas não houve tal diferença. Segundo os mesmos autores, maçãs apresentam uma certa orientação das células e dos espaços intercelulares, demonstrando anisotropismo, enquanto que batatas não apresentam este tipo de orientação. Outros autores, ao avaliar as propriedades mecânicas de frutos também fizeram testes uniaxiais naquelas duas direções (SARRIA, 1998 e THIAGU et al. 1993).

2.8. ARMAZENAMENTO REFRIGERADO E ATMOSFERA MODIFICADA/CONTROLADA

Enquanto os mercados próximos podem ser abastecidos por transporte terrestre, mercados mais distantes, envolveriam o transporte marítimo, mais barato quando comparado ao transporte aéreo, acarretando longo tempo de armazenamento a baixas temperaturas que, se não forem bem monitoradas, pode resultar em dano por frio (WOOLF et al. 1997). A temperatura indicada para armazenamento de caqui esta entre 0 e 1°C e entre 85 a 95%UR (KADER, 1992). Segundo MARTINS e PEREIRA (1989), os frutos da variedade Rama Forte, suportam menos a conservação refrigerada que os frutos das variedades Fuyu e Giombo.

Segundo estes autores caquis ‘Rama Forte’ apresentam uma taxa respiratória maior e, portanto amadurece mais rapidamente que as outras duas variedades.

BRAKMANN et al. (1997) verificaram que caquis ‘Rama Forte’ e ‘Fuyu’ apresentaram qualidade satisfatória até dois meses de armazenamento a 0°C, quando acondicionados em sacos de polietileno de baixa densidade (PEBD) com 0,04 mm de espessura.

Na revisão bibliográfica somente foram encontrados dois trabalhos sobre conservação refrigerada do caqui ‘Rama Forte’ (MARTINS e PEREIRA 1989 e BRAKMANN et al 1997). Entretanto, existe um grande número de trabalhos realizados com o caqui Fuyu.

Segundo COLLINS e TISDELL (1995), o caqui ‘Fuyu’ apresenta dano por frio quando armazenado por mais de 7 dias a temperaturas inferiores a 10°C. Esta desordem foi associada apenas com a perda da cor amarela e nenhuma outra característica física ou química foi atribuída. A suscetibilidade ao dano por frio varia em função da cultivar, estágio de maturação e local de produção dos frutos. Na Nova Zelândia, frutos de caqui Fuyu foram armazenados satisfatoriamente por 4 semanas. Entretanto, após este período, o dano por frio se manifestou através da formação de gel e perda de suco. Uma alternativa para limitar as perdas do caqui por dano por frio é modificar as condições de armazenamento como temperatura e atmosfera (WOOLF et al. 1997).

Existem duas formas de modificar a atmosfera para o armazenamento de produtos agrícolas. A primeira delas é a atmosfera controlada, onde se controlam as concentrações de O₂ e CO₂, uma vez que o N₂ é inerte. O princípio básico consiste em diminuir a percentagem de O₂ e aumentar a de CO₂ (CHITARRA e CHITARRA, 1990). Entretanto, o uso deste tipo de tecnologia é inviável para pequenos produtores. Outra possibilidade é o uso de atmosferas modificadas, onde a atmosfera é geralmente modificada pelo uso de filmes plásticos, permitindo que a concentração de CO₂, proveniente do próprio produto, aumente, e a concentração de O₂ diminua, à medida que o mesmo é utilizado pelo processo respiratório (CHITARRA e CHITARRA, 1990).

A principal razão pela qual a aplicação de atmosfera controlada ou modificada prolonga o período de armazenamento de vegetais é a diminuição da respiração com conseqüente adiamento da senescência (Kader et al. 1989). Segundo KADER (1986), baixas concentrações de O₂, além de diminuir a produção de etileno em frutos e hortaliças,

também reduzem a sensibilidade destes produtos à ação deste regulador de crescimento. Segundo o mesmo autor, sob condições de altas concentrações de CO₂ a conversão de ácido 1-aminociclopropano carboxílico (ACC) a etileno é inibida, o que resulta em acúmulo de ACC no tecido vegetal.

Ito (citado por SEYMOUR et al. 1993), sugerem que sob condições de atmosfera controlada, os frutos devem ser mantidos a 1°C e sob 8% de CO₂ e de 3 a 5% de O₂. Além de aumentar o período de conservação, a atmosfera controlada reduz a incidência de pardeamento na casca. O pardeamento, conhecido na Korea como coloração chocolate, tem sido a mais séria desordem na cultivar Fuyu, pois o fruto descolorado, eventualmente perde sabor (LEE et al. 1993). KADER (1992) relata que as mínimas concentrações de O₂ e máximas de CO₂ para caqui são, respectivamente, 3,0 e 10 %.

ZUTKHI e BEN-ARIE (1989) demonstraram que o acondicionamento de caquis 'Fuyu' em PEBD, tanto de 0,06 como de 0,08 mm de espessura aumentou o tempo de armazenamento de 6 para 18 semanas a 0°C. Segundo os mesmos autores, os frutos que foram acondicionados nos diferentes filmes plásticos não apresentaram alterações fisiológicas. Entretanto, nos frutos da testemunha, foram observadas alterações tanto na casca quanto na polpa.

Recentemente, CIA (2002), trabalhando com diferentes tipos de embalagens plásticas no armazenamento do caqui 'Fuyu' a 0°C, cita que houve anaerobiose em frutos embalados em PEBD com 0,08 mm de espessura. O mesmo autor relata que as altas concentrações CO₂, acumuladas na embalagem provocaram alterações de sabor e odor. No mesmo trabalho, o autor recomenda o uso de PEBD com espessura de 0,05 mm e cita que este filme proporcionou resultados satisfatórios no armazenamento do caqui após 80 dias a 1°C.

Além da atmosfera controlada ou modificada, outras técnicas tem sido usadas para prolongar o período de armazenamento do caqui. Entre elas pode-se mencionar o uso de absorvedores de etileno dentro das embalagens. Segundo MATSUI e KITAGAWA (1989) o período de armazenamento do caqui pode ser aumentado quando colocado em sacos de polietileno contendo um absorvedor de etileno.

Outra técnica é a pulverização de giberelina (GA3) 10-14 dias antes da colheita. Segundo BEN-ARIE et al. (1991) caquis Triumph tratados com GA3 (50 µL. L⁻¹), quando submetidos ao armazenamento em sacos de polietileno de baixa densidade (0,08 mm) a 1°C

apresentaram vida pós-colheita máxima de 8 semanas, em vácuo, e de 20 semanas quando submetidos a 100% N₂.

3. CAPÍTULO 1:

DESTANIZAÇÃO DO CAQUI 'RAMA FORTE' COM ETANOL

3.1. INTRODUÇÃO

Os cultivares adstringentes de caqui (Rama Forte, Giombo e Taubaté) apresentam, como principal característica, altos teores de taninos solúveis em frutos imaturos (BIASI e GERHARDT, 1992). Artificialmente, o tanino também pode ser eliminado utilizando-se vapores de etanol. Entretanto, no Brasil, este método somente é usado para destanização do caqui 'Giombo'. Para o caqui 'Rama Forte' as concentrações e os tempos de exposição ainda não foram definidos e sua determinação constituem um dos objetivos deste trabalho. Primeiramente foram testadas diferentes concentrações de etanol com um período de exposição de 24 h. A concentração mais eficiente foi associada à 6, 12, 18 e 24 h de exposição. Para estabelecer a resposta dos frutos a esses tratamentos foram avaliados o índice de tanino e outros parâmetros de qualidade.

3.2. MATERIAL E MÉTODOS

Para a definição das melhores condições de destanização através da aplicação do etanol, foram realizados dois ensaios. No primeiro, caquis 'Rama Forte', colhidos na região de Guararema-SP durante a safra 2000, foram selecionados de acordo com as Normas de Classificação, Padronização e Identificação do Caqui. Utilizaram-se frutos do Grupo 1, taninoso, Subgrupo 2, amarelo alaranjado e Classe 6, frutos com diâmetro equatorial entre 60 mm e 70 mm, (PROGRAMA BRASILEIRO PARA A MODERNIZAÇÃO DA HORTICULTURA, 2000). Em seguida, os frutos foram transportados para o Laboratório de Fisiologia de Pós-colheita do FRUTHOTEC ITAL, aproximadamente 150 km. Os frutos foram identificados numericamente, pesados e dispostos em caixas plásticas (60 x 40 x 20) contendo duas camadas de fruto por caixa. Em seguida, as caixas foram distribuídas em seis tambores de aço com capacidade de 200 L. Os tambores com os frutos foram colocados em uma câmara a $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ $90\pm 5\%$ UR e submetidos a diferentes concentrações de etanol, 0,00; 1,70;

3,34; 5,00; 6,67 e 8,34 mL de etanol por kg de fruto. Para aplicação do álcool etílico (p. a.), utilizou-se bandejas de alumínio (20 x 35 x 05 cm) colocadas na parte inferior do tambor. Em seguida, os tambores foram fechados e os ventiladores internos ligados para a homogeneização da mistura gasosa. Os frutos permaneceram sob estas condições durante 24 h. Após este período, os frutos foram retirados dos tambores e transferidos para uma câmara a $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ $90\pm 5\%$ UR onde permaneceram por cinco dias. Foram realizadas avaliações antes do tratamento, logo após o período de exposição ao etanol (24 h), aos três e cinco dias de armazenamento em atmosfera normal.

No segundo ensaio, realizado na safra 2001, caquis ‘Rama Forte’ provenientes da mesma região, foram selecionados com os mesmos critérios adotados no primeiro ensaio. Em seguida, no ITAL, os frutos foram identificados numericamente, pesados e distribuídos em seis tambores de 200 L. No interior de cada tambor, foram colocados bandejas contendo 1,70 mL de álcool etílico (p.a.) por kg de fruta. Posteriormente, os tambores foram fechados e os frutos permaneceram sob essa condição durante os períodos de 6, 12, 18 e 24 h. Após cada período, os frutos foram retirados dos tambores e mantidos a $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ $90\pm 5\%$ UR. Foram realizadas avaliações antes do tratamento, logo em seguida da retirada dos frutos dos tambores e após dois, quatro, seis e oito dias de armazenamento em atmosfera normal.

Em ambos experimentos o delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com seis e cinco tratamentos respectivamente, cinco repetições, tendo três frutos como unidade experimental. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias de uma mesma data, comparadas pelo teste Tukey ($P\leq 0,05$).

3.2.1. Avaliações de qualidade

Foram realizadas as seguintes avaliações:

- a) Perda de massa** – os frutos foram pesados antes da aplicação dos tratamentos e após os respectivos períodos de armazenamento. A pesagem foi realizada com uma balança semi-analítica Mettler Toledo PB 3002. Os resultados foram expressos em porcentagem de perda de massa.
- b) Cor de casca e polpa** – as medições foram realizadas com um colorímetro Minolta CR-300, utilizando o sistema $L^* a^* b^*$, onde L^* representa a luminosidade que varia de-60

(escuro) e +60 (claro). Os índices a^* e b^* são coordenadas de croma que variam de $+a^*$ (vermelho) a $-a^*$ (verde) e de $+b^*$ (amarelo) a $-b^*$ (azul), ambos com variação entre -60 e +60. As medidas foram feitas em 9 pontos ao redor do fruto, sendo, três na base, três na região equatorial e três na região apical.

- c) Resistência da polpa à penetração** – foi utilizado um texturômetro modelo TAXT-2 com ponteira cilíndrica de 8 mm, a uma taxa de deformação de 1 mm/s e penetração máxima de 9 mm. A medição foi feita em dois pontos equatoriais opostos. A força máxima obtida foi expressa em Newton (N).
- d) Índice de adstringência** - avaliado pelo método qualitativo de GAZIT e LEVY (1963). O método consiste em avaliar a impressão obtida do contato por alguns segundos entre uma das faces cortada do fruto e um papel-filtro, previamente tratado com solução 5% de cloreto férrico ($FeCl_3$). Em seguida, o grau de adstringência do fruto foi determinado através da comparação com a escala de notas apresentada na Figura 1. As notas foram dadas por um painel de sete pessoas treinadas.
- e) Sólidos Solúveis** - para a extração do suco, utilizou-se uma centrífuga Walita para homogeneização de cada unidade experimental (3 frutos). O teor de sólidos solúveis foi medido com um refratômetro Atago (modelo N1) com escala de 0 a 32°BRIX (CARVALHO et al. 1990).
- f) pH** - o mesmo suco de caqui, obtido para a análise de sólidos solúveis, foi diluído em água destilada a uma proporção de 1:9, determinou-se o pH da solução através de um potenciômetro Mettler Toledo 320 (CARVALHO et al. 1990).
- g) Acidez Total** - na mesma solução utilizada para a determinação do pH foi feita a titulação com NaOH (0,1N) até a solução atingir o ponto isoelétrico dos ácidos orgânicos (pH = 8,2), medido pelo potenciômetro Mettler Toledo 320. Os resultados foram expressos em g de ácido málico por 100 g de polpa fresca (CARVALHO et al. 1990).

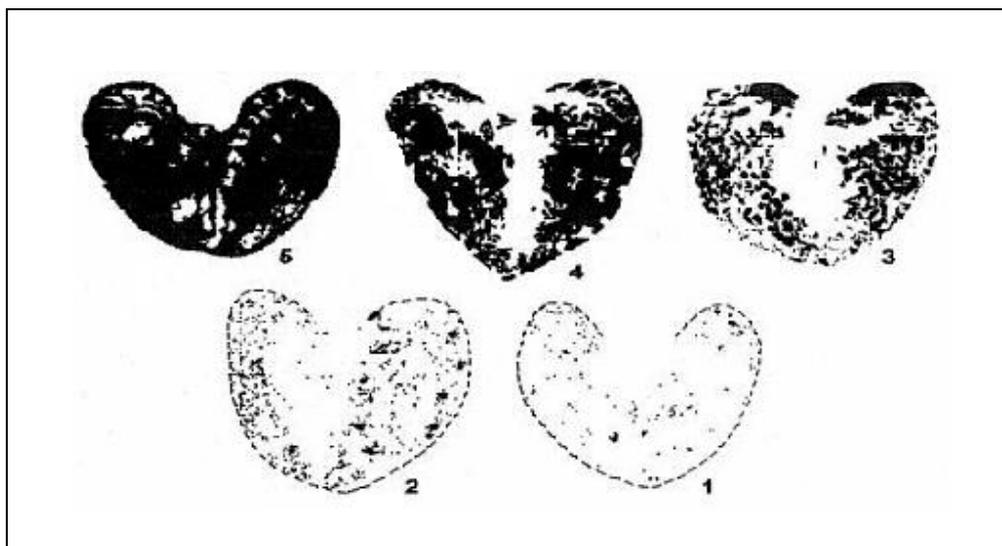


FIGURA 01. Impressão em papel-filtro, impregnado com FeCl_3 , da metade de um caqui 'Hachiya', cortado longitudinalmente, em diferentes estádios de adstringência (1 = não adstringente, 2 = ligeiramente adstringente à não adstringente, 3 = moderadamente adstringente, 4 = adstringente e 5 = muito adstringente) (GAZIT E LEVY, 1963).

3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se, logo após o período de exposição ao etanol, que todos os frutos submetidos às diferentes concentrações, perderam significativamente mais massa que a testemunha, que perdeu 0,80% da massa, quase o dobro dos frutos expostos ao etanol, cujos frutos que perderam entre 0,32 a 0,61 % (Tabela 1). Observou-se também que quanto maior a concentração de etanol, menor a perda de massa dos frutos, indicando uma possível absorção de etanol pelos frutos. KATO (1984 b) relata que a absorção de vapores de etanol se dá principalmente através da casca dos frutos e que a taxa de absorção do mesmo aumenta proporcionalmente com a concentração de etanol no ambiente.

No dia 3, período em que os frutos já tinham sido transferidos para atmosfera normal, praticamente não foram observadas diferenças significativas na perda de massa. Todos os frutos perderam em média 2,80 % da massa inicial. No dia 5, observou-se perda de massa ao redor de 5,0 % em frutos expostos às concentrações superiores a 5,00 mL de etanol por kg de fruta, enquanto que frutos expostos às concentrações inferiores perderam cerca de 3,80 % da massa. Estes dados indicam que após um período de armazenamento em atmosfera normal o etanol absorvido anteriormente evapora resultando em maior perda de massa nos frutos expostos às maiores concentrações (Tabela 1).

TABELA 1. Valores médios de perda de massa (%) de caquis ‘Rama Forte’ expostos a diferentes concentrações de etanol por 24 h a 25°C e posterior armazenamentos por 3 e 5 dias.

Concentração de etanol (mL kg ⁻¹)	Dia 0		Dia 1		Dia 3		Dia 5	
	Inicial		Final do período de exposição		Armazenamento		Armazenamento	
0,00			0,80 a ^x		2,43 ab		3,80 b	
1,70			0,61 b		1,94 b		3,70 b	
3,34			0,51 bc		2,47 ab		3,93 b	
5,00		0,00	0,61 b		3,06 ab		5,37 ab	
6,67			0,32 d		3,75 a		5,87 a	
8,34			0,42 cd		3,13 ab		4,50 ab	
CV (%)			13,83		27,46		16,46	

x – letras diferentes na mesma coluna, na mesma data, indicam diferenças significativas Tukey (P ≤ 0,05).

A adstringência diminuiu progressivamente a partir do dia 1. Logo após o período de exposição ao etanol os frutos da testemunha permaneceram adstringentes, enquanto que os frutos submetidos às diferentes concentrações de etanol mostraram-se moderadamente adstringente com valores entre 2,5 a 3,5 (Tabela 2).

No dia 3, os frutos expostos às diferentes concentrações de etanol registraram valores entre 1,4 e 2,1 (não adstringente e ligeiramente adstringente, respectivamente) significativamente menores que os da testemunha, com índice de 4,2 (adstringente). Entre as diferentes concentrações de etanol, não foram observadas diferenças significativas, indicando que a menor concentração, 1,70 mL de etanol por kg de fruta, foi suficiente para destanizar os caquis ‘Rama Forte’. A mesma situação foi observada no dia 5, os frutos da testemunha permaneceram adstringente, enquanto que os frutos expostos às diferentes concentrações de etanol permaneceram não adstringente (Tabela 2).

ITO (1974) recomenda para a destanização de caquis concentrações entre 1,4 a 3,8 mL de etanol por kg de fruta. Entretanto, segundo este autor, o tempo de exposição ao etanol deve ser de 10 dias a 20°C. KATO (1987 a) testando concentrações entre 0,4 e 2,9 mL kg⁻¹ por 24 h de exposição, obteve completa destanização da variedade Hiratanenashi, a 20°C, somente após 9,5 dias. BIASI e GERHARDT (1992) submergiram frutos da cultivar Okira por 2 minutos em solução de etanol 50% e obtiveram a completa destanização após 6 dias, à temperatura ambiente. A diferença entre as concentrações e o tempo de exposição ao etanol, sugerem uma grande variabilidade no comportamento das diferentes variedades de caqui, evidenciando a necessidade de mais pesquisas para determinar as condições ideais para cada variedade ou cultivar.

TABELA 2. Valores médios de índice de adstringência de caquis ‘Rama Forte’ expostos a diferentes concentrações de etanol, por 24 h a 25°C, e posterior armazenamento.

Concentração de etanol (mL kg ⁻¹)	Dia 0	Dia 1	Dia 3	Dia 5
	Inicial	Final do período de exposição	Armazenamento	Armazenamento
0,00		4,4 a ^x	4,2 a	4,0 a
1,70		3,5 ab	1,4 d	1,5 c
3,34	4,8	3,2 bc	1,5 cd	1,9 bc
5,00		2,9 bc	2,1 b	2,1 bc
6,67		2,5 c	1,9 bc	2,3 b
8,34		3,5 ab	2,1 b	1,9 bc
CV (%)		15,05	8,34	13,52

x – letras diferentes na mesma coluna, na mesma data, indicam diferenças significativas Tukey (P≤0,05).

y – índice de adstringência de acordo com a escala de notas (1 = não adstringente, 2 = muito ligeiramente à não adstringente, 3 = moderadamente adstringente, 4 = adstringente e 5 = muito adstringente). (GAZIT e LEVY, 1963).

No final do período de exposição todos os frutos permaneceram com a mesma firmeza. Observa-se que a testemunha registrou um valor de 40,87 N e os frutos expostos ao etanol apresentaram uma média de 38,96 N, estatisticamente igual (Tabela 3).

No dia 3, os frutos expostos a concentrações superiores a 5,00 mL kg⁻¹ se mostraram significativamente menos resistentes que frutos expostos a concentrações inferiores. No caso das duas concentrações mais altas, 6,67 e 8,34 mL kg⁻¹, os frutos se apresentavam tão moles que foi impossível realizar as medições. É importante ressaltar que em nenhum caso foi detectada a presença de fungos que pudessem produzir um amolecimento precoce destes tratamentos.

No dia 5, a testemunha manteve-se significativamente mais firme, apresentando índice de firmeza de 36,50 N, que os tratamentos expostos às diferentes concentrações de etanol. Não houve diferenças significativas entre os tratamentos submetidos a 1,70; 3,34 e 5,00 mL kg⁻¹. Entretanto, frutos expostos a concentrações de 6,67 e 8,34 mL kg⁻¹, como no caso do Dia 3, apresentavam-se bastante moles tornando impossível realizar as medições de resistência da polpa à penetração (Tabela 3).

Notou-se que quanto maior a concentração de etanol usada, maior o amolecimento dos frutos. KATO (1987a) testando concentrações entre 0,4 e 2,9 mL kg⁻¹ por 24 h de exposição, também observou que quanto maior a concentração de etanol, maior foi o amolecimento dos frutos. Entretanto o mesmo autor comenta que não houve diferenças significativas entre as menores concentrações e a testemunha, ambos permaneceram firmes.

TABELA 3. Valores médios de resistência da polpa a penetração (N) de caquis ‘Rama Forte’ expostos a diferentes concentrações de etanol, por 24 h a 25°C, e posterior armazenamento.

Concentração de etanol (mL kg ⁻¹)	Dia 0		Dia 1		Dia 3		Dia 5	
	Inicial		Final do período de exposição		Armazenamento		Armazenamento	
0,00			40,87 a ^x		31,75 a		36,50 a	
1,70			38,42 a		20,68 ab		12,74 b	
3,34		35,57	39,69 a		17,64 b		11,02 bc	
5,00			38,42 a		4,61 c		8,57 bc	
6,67			39,40 a		0,00 c		0,00 c	
8,34			38,91 a		0,00 c		0,00 c	
CV (%)			17,89		47,11		46,70	

x – letras diferentes na mesma coluna, na mesma data, indicam diferenças significativas Tukey (P ≤ 0,05).

Após 24 h de exposição ao etanol não foi observada nenhuma diferença significativa, tanto na cor de casca quanto na cor de polpa, entre a testemunha e os tratamentos expostos ao etanol. Nota-se que os valores de L^* , a^* e b^* da casca e da polpa dos distintos tratamentos permaneceram praticamente como no dia 0 (Tabela 4).

No dia 3, verificou-se que tanto a casca quanto a polpa de todos os tratamentos começaram a escurecer (L^*). Todos os tratamentos expostos ao etanol obtiveram valores inferiores ao da testemunha que obteve um valor de L^* de 50,73 para a casca e 57,51 para a polpa. Na coloração vermelha a^* não foram observadas diferenças significativas no dia 3. Entretanto na coloração amarela b^* observou-se que a testemunha registrou valores de 43,40 para casca e 46,36 para polpa, enquanto que os tratamentos expostos ao etanol registraram valores gradativamente menores, chegando a 35,80 para casca e 31,08 para polpa na concentração de 8,34 mL kg⁻¹, indicando que quanto maior a concentração de etanol, mais rapidamente o fruto perde a coloração amarela (Tabela 4).

No dia 5, os valores L^* e b^* seguiram as mesmas tendências observadas entre os dias 1 e 3. Entretanto, para a coloração vermelha a^* , que não havia mudado desde o dia 1, observou-se que os tratamentos expostos ao etanol registraram valores inferiores ao da testemunha, com valor de 39,79 para a casca e 18,35 para a polpa. Nota-se, tanto para a casca quanto para a polpa, que quanto maior a concentração de etanol, menor o valor a^* (Tabela 4).

Os dados de cor indicam que os frutos expostos às diferentes concentrações de etanol perderam a coloração alaranjada, diminuíram L^* , a^* e b^* e se tornaram vermelho escuro. A testemunha manteve a coloração alaranjada, mantendo os mesmos valores de L^* , a^* e b^* até o dia 5.

TABELA 4. Valores médios de cor da casca e polpa de caquis ‘Rama Forte’ expostos a diferentes concentrações de etanol, por 24 h a 25°C, e posterior armazenamento.

	Concentração e Etanol (mL kg ⁻¹)	Cor de Casca			Cor de Polpa		
		L	a	b	L	a	b
Dia 0^Z		54,07	38,37	48,81	63,18	17,73	48,50
Dia 1	0,00	54,34 a ^x	37,38 a	49,13 a	62,23 a	17,10 a	46,20 a
	1,70	53,15 a	36,78 a	48,00 a	60,12 a	16,60 a	44,22 a
	3,34	54,34 a	37,16 a	49,25 a	63,38 a	15,82 a	48,17 a
	5,00	52,79 a	38,31 a	47,06 a	60,14 a	17,59 a	46,00 a
	6,67	51,64 a	37,27 a	44,14 a	61,06 a	16,74 a	46,58 a
	8,34	52,26 a	37,49 a	45,67 a	61,27 a	17,37 a	45,66 a
	CV (%)	3,26	4,51	5,10	3,70	9,45	5,03
Dia 3	0,00	50,73 a	36,22 a	43,40 a	57,51 a	17,42 a	46,36 a
	1,70	48,81 ab	34,05 a	41,20 ab	53,02 a	16,92 a	42,57 a
	3,34	48,96 ab	35,39 a	40,39 ab	51,63 a	18,51 a	42,26 a
	5,00	45,31 b	31,50 a	34,10 b	43,23 b	18,29 a	38,17 ab
	6,67	45,53 b	32,77 a	35,01 b	41,43 b	15,53 a	32,34 b
	8,34	46,07 ab	32,89 a	35,80 ab	37,64 b	15,83 a	31,08 b
	CV (%)	5,09	10,73	10,78	8,95	14,04	11,97
Dia 5	0,00	52,76 a	39,79 a	47,36 a	59,93 a	18,35 a	48,17 a
	1,70	46,77 b	32,62 ab	36,52 b	48,74 ab	17,49 a	39,75 ab
	3,34	46,10 b	30,94 b	35,10 b	50,35 ab	15,76 ab	39,18 ab
	5,00	45,34 b	30,74 b	33,89 b	44,64 bc	16,58 ab	36,38 abc
	6,67	43,42 b	29,68 b	30,90 b	40,49 bc	15,25 ab	33,21 bc
	8,34	43,50 b	29,21 b	30,69 b	35,16 c	12,90 b	25,82 c
	CV (%)	5,47	10,14	12,09	11,32	11,83	14,51

x – letras diferentes na mesma coluna, na mesma data, indicam diferenças significativas Tukey ($P \leq 0,05$).

Z – período em que foram analisados os frutos. Dia 0 = análise antes da exposição dos frutos às diferentes concentrações de etanol.

Dia 1 = análise dos frutos imediatamente após a um período de 24 h, onde os frutos foram expostos às diferentes concentrações de etanol. Dia 3 = análise aos três dias de armazenamento após a exposição ao etanol. Dia 5 = análise aos 5 dias de armazenamento após a exposição ao etanol

Não houve diferença significativa no teor de sólidos solúveis da polpa de caqui durante o tratamento de destanização com etanol, independente da concentração usada. O teor de sólidos solúveis permaneceu em torno de 19°BRIX (Tabela 5).

A Tabela 5 mostra, também, o efeito das diferentes concentrações de etanol, sobre os valores de pH e acidez total da polpa dos frutos. A acidez total manteve-se inalterada entre os dias 1 e 3. Entretanto, no dia 5 que, para as duas concentrações maiores, 6,67 e 8,34 mL kg⁻¹, registraram os valores 0,13 e 0,15 g 100g⁻¹, significativamente inferiores aos dos outros tratamentos.

Nos valores de pH, para os dias 1 e 3, não foram detectadas diferenças significativas. Entretanto, no dia 5 a testemunha apresentou valor de 5,45 g 100g⁻¹, significativamente superior aos valores obtidos pelos tratamentos (Tabela 5).

Durante o amadurecimento natural de caquis, ocorrem várias transformações na composição do fruto, entre elas destaca-se a diminuição do teor de tanino, a mudança de coloração, provocada por um rápido aumento dos pigmentos carotenóides, amolecimento da polpa, provocado por uma decomposição da hemicelulose presente na parede celular, aumento no teor de açúcares no período pré-climatérico e diminuição no período pós-climatérico e aumento do pH com diminuição da acidez total da polpa (ITO, 1974; SEYMOUR et al. 1993).

Embora todos as concentrações de etanol usadas tenham provocado a destanização dos frutos, observou-se que quanto maior a concentração, mais rapidamente o fruto amadureceu, promovendo mudanças como um maior amolecimento da polpa (Tabela 3), aumento de pH e diminuição da acidez total (Tabela 5), o escurecimento da cor da casca e da polpa (Tabela 4). Com base nestes resultados, decidiu-se testar períodos de exposição inferiores, tais como 6, 12, 18 ou 24 h, com uma concentração fixa de 1,7 mL de etanol por kg de fruta.

TABELA 5. Valores médios de sólidos solúveis, pH e acidez total de caquis ‘Rama Forte’ expostos a diferentes concentrações de etanol, por 24 h a 25°C, e posterior armazenamento.

	Concentração de Etanol (mL kg ⁻¹)	Sólidos Solúveis (°BRIX)	pH	Acidez Total ^V
Dia 0^Z		19,52	5,51	0,17
Dia 1	0,00	19,08 ab ^x	5,47 ab	0,16 ab
	1,70	20,04 a	5,42 b	0,19 a
	3,34	18,28 b	5,49 ab	0,15 ab
	5,00	18,32 b	5,59 ab	0,16 ab
	6,67	18,56 ab	5,63 a	0,14 ab
	8,34	18,56 ab	5,54 ab	0,13 b
	CV (%)	4,29	1,75	15,55
Dia 3	0,00	19,36 a	5,49 b	0,17 a
	1,70	17,92 ab	5,72 a	0,15 a
	3,34	17,64 b	5,78 a	0,16 a
	5,00	18,36 ab	5,80 a	0,18 a
	6,67	19,00 ab	5,85 a	0,20 a
	8,34	18,48 ab	5,81 a	0,19 a
	CV (%)	4,37	1,57	20,52
Dia 5	0,00	20,20 a	5,45 b	0,18 ab
	1,70	19,05 ab	5,79 a	0,19 ab
	3,34	18,10 b	5,84 a	0,19 ab
	5,00	18,85 ab	5,93 a	0,20 a
	6,67	19,45 ab	5,88 a	0,13 c
	8,34	19,45 ab	5,96 a	0,15 c
	CV (%)	4,27	1,69	10,08

V – g de ácido málico (100 g)⁻¹ de peso fresco de polpa.

X – letras diferentes na mesma coluna, na mesma data, indicam diferenças significativas Tukey ($P \leq 0,05$).

Z – período em que foram analisados os frutos. Dia 0 = análise antes da exposição dos frutos às diferentes concentrações de etanol.

Dia 1 = análise dos frutos imediatamente após a um período de 24 h, onde os frutos foram expostos às diferentes concentrações de etanol. Dia 3 = análise aos três dias de armazenamento após a exposição ao etanol. Dia 5 = análise aos 5 dias de armazenamento após a exposição ao etanol

Durante todo o ensaio os frutos perderam massa gradualmente. A testemunha, que no dia 1 havia perdido somente 0,46 % da massa, apresentou no dia 8, 3,04 % de perda de massa.

Todos os frutos expostos a 1,70 mL kg⁻¹ por diferentes tempos apresentaram o mesmo comportamento. Observa-se no dia 8 que não houveram diferenças significativas entre os tratamentos (Tabela 6).

TABELA 6. Valores médios de perda de massa (%) de caquis ‘Rama Forte’ expostos a 1,70 mL de etanol por kg de fruto por 0, 6, 12, 18 e 24 h a 25°C, e posterior armazenamento.

Tempo de exposição (h)	Dia 0	Dia 1	Dia 2	Dia 4	Dia 6	Dia 8
	Inicial	Final do período de exposição ao etanol	Atmosfera Normal 25°C	Atmosfera Normal 25°C	Atmosfera Normal 25°C	Atmosfera Normal 25°C
0 h		0,46 a ^x	1,97 a	1,83 a	3,41 a	3,04 a
6 h		0,47 a	2,10 a	2,65 a	2,54 a	2,76 a
12 h	0,00	0,31 a	2,08 a	1,75 a	2,72 a	2,65 a
18 h		0,19 a	1,68 a	1,79 a	2,71 a	2,93 a
24 h		0,27 a	2,93 a	1,54 a	3,45 a	2,65 a
CV (%)		51,76	42,34	31,01	28,14	9,82

x – letras diferentes na mesma coluna, na mesma data, indicam diferenças significativas Tukey (P ≤ 0,05).

Observa-se, logo no dia 1, que houve uma redução significativa da adstringência nos frutos tratados por 12, 18 e 24 h. Os valores obtidos por estes tratamentos, 3,46; 3,60 e 2,80 respectivamente, indicam que os frutos ainda estavam entre adstringentes e moderadamente adstringentes de acordo com GAZIT e LEVY (1963). Os frutos da testemunha e do tratamento com 6 h apresentaram-se com valores de 4,93 e 4,86 respectivamente, o que significa muito adstringente (Tabela 7).

No dia 2, os tratamentos expostos ao etanol apresentaram índices de adstringência em torno de 1, o que, de acordo com GAZIT e LEVY (1963), representa frutos não adstringentes. Neste dia a testemunha apresentou-se adstringente com o valor 3,93, significativamente superior aos outros tratamentos (Tabela 7).

No dia 4 a testemunha apresentou 3,83 (adstringente), significativamente superior aos tratamentos expostos ao etanol. Observa-se que os frutos expostos por 6 h ao etanol, começavam a diminuir a adstringência, entretanto ainda se mantinham com 2,65, moderadamente adstringente. Os frutos dos tratamentos expostos por mais de 6 h mantiveram-se não adstringentes (Tabela 7).

Nos dias 6 e 8 a testemunha manteve-se adstringente com valor de 3,86 e 4,25 respectivamente, significativamente superior aos frutos dos tratamentos expostos ao etanol por 6, 12, 18 e 24 h, que apresentaram valores em torno de 1, que vale dizer não adstringente.

Ainda na Tabela 7, observa-se que a testemunha não perdeu a adstringência após oito dias de armazenamento. Entretanto, frutos expostos por 12, 18 e 24 h, apresentavam-se não adstringentes logo no segundo dia de armazenamento. Enquanto que frutos expostos por 6 h ao etanol perderam totalmente a adstringência após seis dias. Estes dados nos indicam que a taxa da perda de adstringência esta relacionada com o tempo de exposição ao etanol, ou seja, frutos expostos a 1,70 mL kg⁻¹ por maiores períodos, perdem mais rapidamente a adstringência.

TABELA 7. Valores médios de índice de adstringência^y de caquis ‘Rama Forte’ expostos a 1,70 mL de etanol por kg de fruto por 0, 6, 12, 18 e 24 h a 25°C, e posterior armazenamento.

Tempo de exposição (h)	Dia 0	Dia 1	Dia 2	Dia 4	Dia 6	Dia 8
	Inicial	Final do período de exposição ao etanol	Atmosfera Normal 25°C	Atmosfera Normal 25°C	Atmosfera Normal 25°C	Atmosfera Normal 25°C
0 h		4,93 a ^x	3,93 a	3,83 a	3,86 a	4,25 a
6 h		4,86 a	1,20 b	2,65 b	1,00 d	1,24 b
12 h	5,00	3,46 b	1,13 b	1,75 c	1,19 cd	1,08 b
18 h		3,60 b	1,46 b	1,79 c	1,53 bc	1,00 b
24 h		2,80 b	1,13 b	1,54 c	1,67 b	1,33 b
CV (%)		11,21	31,93	31,01	11,11	27,40

x – letras diferentes na mesma coluna, na mesma data, indicam diferenças significativas Tukey (P ≤ 0,05).

y – índice de adstringência de acordo com a escala de notas (1 = não adstringente, 2 = muito ligeiramente à não adstringente, 3 = moderadamente adstringente, 4 = adstringente e 5 = muito adstringente). (GAZIT e LEVY, 1963).

Comparando-se a avaliação inicial com a realizada no dia 1, observa-se que não houve amolecimento dos caquis de nenhum dos tratamentos durante os diferentes tempos de exposição ao etanol (Tabela 8).

A partir do dia 2, observa-se uma redução significativa da resistência da polpa dos frutos submetidos aos tratamentos com etanol em relação à testemunha, que se manteve com 54,52 N. Enquanto que os tratamentos expostos ao etanol por 6, 12, 18 e 24 h apresentaram valores de 21,86, 18,86, 23,14 e 6,76 N respectivamente (Tabela 8).

Nos dias 6 e 8 observa-se que frutos expostos por 6 e 12 h se mantiveram firmes como a testemunha, não havendo diferenças significativas. Por outro lado, frutos tratados por 18 e

24 h perderam significativamente a resistência da polpa quando comparados com a testemunha, registrando valores de 7,52 e 8,07 N no final do experimento (Tabela 8).

Segundo MARTINS e PEREIRA (1989), o álcool é um agente destanzador que possibilita a obtenção de frutos com polpa firme. No entanto, ITAMURA (1986) relata que caquis em estado pré-climatérico amolecem abruptamente quando submetidos à destanização com etanol.

No caso desse experimento, observa-se que a perda da resistência da polpa esta relacionada com o tempo de exposição dos frutos ao etanol. Frutos expostos a 1,70 mL kg⁻¹ por períodos superiores a 12 h sofreram uma perda de resistência da polpa a partir do dia 4, enquanto que frutos expostos por 6 e 12 h se mantiveram com a mesma resistência de frutos não expostos ao etanol.

Outro fator observado nos dois experimentos com etanol foi o alto coeficiente de variação. Segundo PIMENTEL GOMES (1987), o coeficiente de variação dá uma idéia da precisão do experimento e são considerados baixos, quando inferiores a 10%, médios, quando de 10 a 20%, altos, quando de 20 a 30% e muito altos, quando superiores a 30 %. No caso destes dois experimentos com etanol foram obtidos coeficientes de variação altos e muito altos na variável resistência da polpa à penetração.

Observa-se nas Tabelas 3 e 8 que os coeficientes de variação tornam-se altos somente a partir do dia 3 (Tabela 3) e dia 2 (Tabela 8), período em que o etanol produz seu primeiro efeito. Este fato indica que esta desuniformidade na resistência da polpa à penetração é mais um dos efeitos provocados pela exposição dos frutos ao etanol, quer seja a diferentes concentrações, quer seja por diferentes tempos de exposição. ITAMURA (1986) mostra que no primeiro ano 69,2 % dos frutos amoleceram, no segundo ano, apenas 4,8 % e no terceiro ano 13,3 % dos frutos amoleceram após o tratamento com etanol. No trabalho não se faz nenhuma referência sobre o coeficiente de variação. Entretanto, esta claro que o etanol produz uma desuniformidade no amolecimento dos frutos.

Entre alguns autores que estudaram a destanização de caquis com etanol (KATO 1990; BIASI e GERHARDT 1992; ITAMURA 1986), existe ainda, algumas dúvidas se o tratamento com etanol produz o amolecimento ou não. BIASI e GERHARDT (1992) citam que o tratamento com álcool permitiu que, mesmo após a destanização, os frutos ainda apresentassem resistência de polpa. Por sua vez, ITAMURA (1986) comenta que um dos

grandes problemas no uso do etanol como agente destanizador é o amolecimento dos frutos após o tratamento.

TABELA 8. Valores médios de resistência da polpa à penetração (N) de caquis ‘Rama Forte’ expostos a 1,70 mL de etanol por kg de fruto por 0, 6, 12, 18 e 24 h à 25°C, e posterior armazenamento.

Tempo de exposição (h)	Dia 0	Dia 1	Dia 2	Dia 4	Dia 6	Dia 8
	Inicial	Final do período de exposição ao etanol	Atmosfera Normal 25°C	Atmosfera Normal 25°C	Atmosfera Normal 25°C	Atmosfera Normal 25°C
0 h		55,4 a ^x	54,52 a	48,46 a	34,84 a	29,80 a
6 h		52,32 a	21,86 b	21,46 bc	35,48 a	20,05 abc
12 h	53,6	51,66 a	18,86 b	25,48 b	27,02 a	20,77 ab
18 h		50,52 a	23,24 b	13,80 c	10,84 b	07,52 c
24 h		50,60 a	06,76 b	13,14 c	08,30 b	08,07 bc
CV (%)		13,99	43,26	20,19	31,41	35,17

x – letras diferentes na mesma coluna, na mesma data, indicam diferenças significativas Tukey ($P \leq 0,05$).

Nos dias 1 e 2, não foram detectadas diferenças significativas entre os parâmetros de cor L*, a* e b*, tanto na cor de casca como na cor de polpa (Tabela 9).

No dia 4, o valor L* da cor de casca apresentado pelos tratamentos expostos a 18 e 24 h, 44,63 e 45,77 respectivamente, foram significativamente inferiores aos observados nos outros tratamentos. Para o valor b*, novamente pode-se observar a diferença significativa entre os tratamentos expostos por 18 e 24 h (Tabela 9).

Nos dias 6 e 8, os parâmetros L*, a* e b* da cor da casca dos tratamentos expostos ao etanol por 18 e 24 h, permaneceram com valores significativamente inferiores aos da testemunha e dos tratamentos expostos ao etanol por 6 e 12 h, mantendo a mesma tendência do dia 4 (Tabela 9).

Na cor de polpa, os valores L* e b* dos tratamentos expostos por 18 e 24, também apresentaram uma diminuição significativa a partir do dia 4. Entretanto o valor a* somente apresentou diferenças significativas no final do experimento. No dia 8 observa-se que os tratamentos expostos por 18 e 24 h obtiveram valores a* de 8,94 e 10,20 respectivamente, enquanto a testemunha apresentou 39,13, significativamente superior (Tabela 9).

Estes dados indicam que os frutos expostos a 1,70 mL de etanol por kg de fruta por um período de 18 e 24 h passaram de uma coloração alaranjado claro para vermelho escuro, enquanto que os frutos expostos por 6 e 12 h, mantiveram-se alaranjados. A Figura 2 ilustra

perfeitamente a diferença na cor da casca dos frutos submetidos a diferentes tempos de exposição ao etanol.

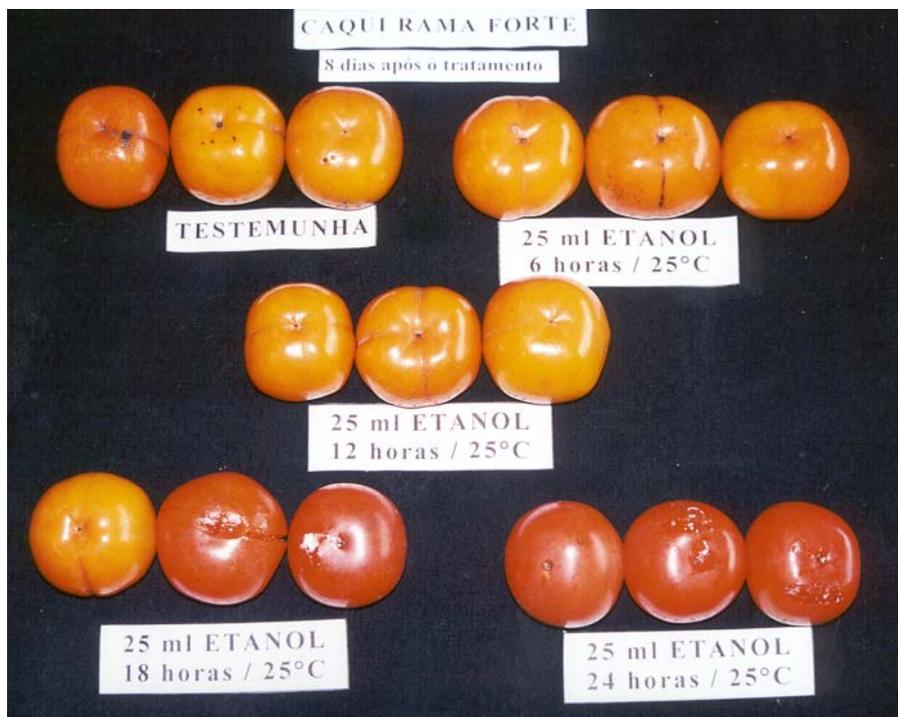


FIGURA 02. Cor da Casca de caquis 'Rama Forte' expostos a 1,70 mL de etanol por kg de fruto por 0, 6, 12, 18 e 24 h a 25°C, e posterior armazenamento

Segundo ITO (1974), a mudança de coloração durante o amadurecimento natural de caquis é devido a um rápido aumento no teor de carotenóide. O licopeno, principal carotenóide presente no caqui, pode chegar a 40% do total destes pigmentos no final do amadurecimento. Outro componente, a xantofila ester, pode chegar a 10 ou 20 % do total de carotenóides no final do amadurecimento. Segundo ITAMURA (1986) após o tratamento com etanol os frutos exibem um aumento da taxa respiratória e da produção de etileno.

TABELA 9. Valores médios de cor de casca e cor de polpa de caquis ‘Rama Forte’ expostos a 1,70 mL de etanol por kg de fruto por 0, 6, 12, 18 e 24 h a 25°C, e posterior armazenamento

Tempo de exposição (h)	Cor de Casca			Cor de Polpa			
	L ^y	a	b	L	a	b	
Dia0^z	58,45	21,43	44,59	68,14	9,74	42,25	
Dia 1	0 h	58,28 ab ^x	21,43 a	44,59 ab	68,14 a	09,74 ab	42,25 a
	6 h	57,62 ab	20,72 a	45,22 ab	67,62 a	07,92 b	40,66 a
	12 h	59,13 a	19,82 a	45,85 ab	69,26 a	08,59 ab	41,73 a
	18 h	58,51 ab	21,93 a	47,09 a	67,27 a	10,32 a	42,60 a
	24 h	56,85 b	22,38 a	43,72 b	67,42 a	10,14 ab	41,85 a
	CV (%)	1,76	8,24	3,72	2,17	13,19	4,03
Dia 2	0 h	57,77 a	20,58 a	44,86 a	65,14 a	09,74 b	39,64 a
	6 h	51,04 ab	21,56 a	33,90 ab	57,27 ab	10,77 ab	33,10 ab
	12 h	49,26 b	20,72 a	30,43 ab	51,03 bc	11,74 a	34,19 ab
	18 h	51,27 ab	18,08 a	32,58 ab	52,52 abc	10,67 ab	33,41 ab
	24 h	43,10 b	16,82 a	21,89 b	42,67 c	10,87 ab	26,30 b
	CV (%)	8,80	15,06	24,41	13,5	8,36	17,7
Dia 4	0 h	57,97 a	22,04 a	43,91 a	63,69 a	11,05 a	41,21 a
	6 h	51,06 b	20,35 ab	32,83 b	55,48 b	10,73 a	32,35 b
	12 h	51,65 b	19,94 ab	33,12 b	53,75 b	11,07 a	32,72 b
	18 h	44,63 c	16,28 bc	22,17 c	44,23 c	10,34 a	25,25 c
	24 h	45,77 c	15,70 c	23,22 c	43,97 c	10,38 a	25,21 c
	CV (%)	2,57	11,5	7,25	3,89	12,94	7,59
Dia 6	0 h	54,28 ab	23,36 a	39,38 ab	62,26 ab	11,28 a	40,34 a
	6 h	57,21 a	23,78 a	43,67 a	66,16 a	11,23 a	41,15 a
	12 h	51,68 b	21,27 a	34,39 b	56,74 b	11,07 a	35,90 a
	18 h	45,18 c	14,23 b	22,28 c	43,68 c	08,89 b	24,66 b
	24 h	44,95 c	13,89 b	19,53 c	41,32 c	09,97 ab	24,91 b
	CV (%)	4,44	9,98	12,45	6,36	10,68	9,27
Dia 8	0 h	55,00 a	26,97 a	39,51 a	60,88 a	14,52 a	39,13 a
	6 h	50,53 b	20,04 bc	30,80 bc	52,50 b	11,72 ab	33,07 a
	12 h	54,65 a	24,48 ab	36,76 ab	58,62 a	14,00 a	40,54 a
	18 h	44,15 c	12,08 d	19,04 d	37,49 c	08,94 b	19,22 b
	24 h	44,22 c	15,29 cd	24,75 cd	41,24 c	10,20 b	22,65 b
	CV (%)	2,91	11,48	10,06	5,52	11,14	11,13

x – letras diferentes na mesma coluna, na mesma data, indicam diferenças significativas Tukey ($P \leq 0,05$).

y – L* representa a luminosidade que varia de - 60 (escuro) e + 60 (claro). Os índices a* e b* são coordenadas de croma que variam de +a* (vermelho) a -a* (verde) e de +b* (amarelo) a -b* (azul), ambos com variação entre - 60 e + 60.

Z – período em que foram analisados os frutos. Dia 0 = análise antes da exposição dos frutos às diferentes concentrações de etanol. Dia 1 = análise dos frutos 24 h após a exposição a 1,70 mL de etanol por kg de fruta. Dia 2, 4, 6 e 8 = análise aos respectivos dias de armazenamento a 25°C.

Nos sólidos solúveis se pode observar que no dia 4 a testemunha apresentou 18,64° BRIX, enquanto que os outros tratamentos apresentaram valores significativamente inferiores. O mesmo aconteceu nos dias 6 e 8, indicando que frutos expostos ao etanol apresentam menor sólidos solúveis que frutos não tratados (Tabela 10).

ITTAH (1993) comenta que o teor de açúcares, em frutos de caqui, diminui depois da eliminação da adstringência, sem causar a perda do sabor. O mesmo autor comenta que o tanino solúvel estaria interagindo com os açúcares, causando assim a diminuição dos sólidos solúveis. Segundo SENTER et al. (1991) esta diminuição é devido à diminuição no teor de tanino solúvel dos que também faz parte dos sólidos solúveis.

No caso deste experimento não é possível identificar a causa da diminuição dos sólidos solúveis dos frutos expostos ao etanol. Entretanto, os dados obtidos neste experimento estão de acordo com aqueles autores.

Observa-se, nos valores de pH, que logo a partir do dia 2 a testemunha apresentou 5,47, significativamente inferior aos dos tratamentos expostos ao etanol. Estas diferenças se mantiveram nos dias 4, 6, e 8 (Tabela 10).

A acidez total da polpa não apresentou grandes variações entre os distintos tratamentos durante todo o experimento. Foram observadas algumas diferenças significativas, entretanto nenhuma delas indica que a exposição de caquis ao etanol tenha influência sobre este parâmetro (Tabela 10).

DAOOD et al. (1992) comenta que a acidez total do caqui diminui durante o amadurecimento. Entretanto, SENTER et al. (1991) cita que a acidez total não varia significativamente durante o amadurecimento. Por sua vez, BIASI e GERHARDT (1992), observaram que a acidez total da polpa de caquis aumenta e depois diminui após o tratamento com etanol.

Somente estes três autores fazem referência a este parâmetro e como visto ainda não se tem claro o comportamento da acidez total durante o amadurecimento ou após a destanização.

TABELA 10. Valores médios de sólidos solúveis (°BRIX), pH e Acidez Total (g de ac. málico por 100g de peso fresco) da polpa de caquis ‘Rama Forte’ expostos a 1,70 mL de etanol por kg de fruto por 0, 6, 12, 18 e 24 h a 25°C, e posterior armazenamento

Tempo de exposição (h)	Dia 0	Dia 1	Dia 2	Dia 4	Dia 6	Dia 8
	Inicial	Final do período de exposição ao etanol	Atmosfera Normal 25°C	Atmosfera Normal 25°C	Atmosfera Normal 25°C	Atmosfera Normal 25°C
Sólidos Solúveis						
0 h		18,72 a ^x	16,62 a	18,64 a	17,76 a	18,22 a
6 h		18,12 ab	15,96 a	15,76 b	15,48 c	16,45 b
12 h	18,72	17,28 bc	15,68 a	15,92 b	15,48 c	15,67 b
18 h		16,76 c	16,52 a	17,04 b	16,70 ab	15,90 b
24 h		16,62 c	15,80 a	16,80 b	16,48 bc	16,40 b
CV (%)		3,37	3,36	4,04	3,64	4,43
pH						
0 h		5,51 bc	5,47 b	5,52 b	5,57 c	5,55 b
6 h		5,47 c	5,93 a	5,86 a	5,84 b	5,89 a
12 h	5,51	5,57 abc	5,90 a	5,89 a	5,83 b	5,86 a
18 h		5,61 ab	5,94 a	5,98 a	5,99 a	5,82 a
24 h		5,67 a	5,92 a	5,91 a	5,99 a	5,87 a
CV (%)		1,17	1,28	1,14	1,12	1,47
Acidez Total^y						
0 h		0,24 a	0,23 a	0,26 a	0,29 a	0,24 a
6 h		0,26 a	0,23 a	0,17 c	0,19 b	0,19 a
12 h	0,24	0,23 ab	0,20 a	0,23 ab	0,19 b	0,22 a
18 h		0,20 b	0,18 a	0,20 bc	0,20 b	0,23 a
24 h		0,20 b	0,22 a	0,21 b	0,21 b	0,20 a
CV (%)		7,14	21,77	10,63	10,78	10,15

x – letras diferentes na mesma coluna, na mesma data, indicam diferenças significativas Tukey ($P \leq 0,05$).

y – g de ácidomálico por 100g de peso fresco de polpa.

3.4. CONCLUSÕES

A exposição de frutos à concentração de 1,70 mL de etanol por kg de fruta durante 6 e 12 h, apresenta o melhor resultado, pois perdem a adstringência e mantêm-se firmes por um período de oito dias à 25°C e 90 % UR.

Frutos expostos à mesma concentração de etanol por 18 e 24 h, perdem a adstringência, mas apresentam perda de firmeza no quarto dia de armazenamento.

Frutos destanizados com etanol, independentemente do tempo de exposição, apresentam diminuição dos sólidos solúveis e aumento do pH da polpa.

4. CAPÍTULO 2:

DESTANIZAÇÃO DO CAQUI 'RAMA FORTE' COM ETILENO

4.1. INTRODUÇÃO

No Brasil, os métodos mais usados para a destanização do caqui são os que empregam etileno (conhecido com o nome comercial de Etil-5 - 94,5 % N₂ e 4,5 % etileno) e acetileno (produzido pela hidratação do carbeto de cálcio). Apesar destes dois compostos serem amplamente utilizados, existe uma carência de informação sobre as combinações de concentração e tempo de exposição necessários para promover a destanização do caqui 'Rama Forte'. Quer-se determinar nesse trabalho as melhores condições de destanização utilizando esses compostos. Primeiramente verificou-se o efeito na qualidade dos frutos de duas concentrações de etileno e de acetileno, por um período de 24 h de exposição. As melhores concentrações encontradas nessa primeira fase foram utilizadas com diferentes tempos de exposição. A qualidade do fruto foi avaliada através do índice de tanino e outros parâmetros.

4.2. MATERIAL E MÉTODOS

Para definir as condições e seus efeitos na destanização do caqui, quando se utiliza o método do etileno, foram realizados dois ensaios. No primeiro, caquis 'Rama Forte', colhidos na região de Guararema-SP durante a safra 2000, foram selecionados de acordo com a Normas de Classificação, Padronização e Identificação do Caqui. Utilizaram-se frutos do Grupo 1, taninoso, Subgrupo 2, amarelo alaranjado, e Classe 6, frutos com diâmetro equatorial entre 60 e 70 mm (PROGRAMA BRASILEIRO PARA A MODERNIZAÇÃO DA HORTICULTURA, 2000). Em seguida, os frutos foram transportados para o Laboratório de Fisiologia de Pós-colheita do FRUTHOTEC ITAL, a, aproximadamente, 150 km do local de colheita, onde os frutos foram identificados, pesados e dispostos em caixas plásticas (60 x 40 x 20). Posteriormente, as caixas foram distribuídas em cinco tambores de aço com capacidade de 200 L. Os tambores foram colocados dentro de uma câmara a 25±1°C 90±5 % UR, e

submetidos a diferentes concentrações de etileno e acetileno como mostra a Tabela 11. Para a definição das concentrações de acetileno, perguntou-se aos produtores de caqui da região do Alto Tietê, quais as quantidades de carbureto de cálcio usadas para a destanização do caqui 'Rama Forte'. Dentre as concentrações citadas a maior foi de 250 g de carbureto de cálcio por metro cúbico de câmara e a menor foi de 8 g de carbureto de cálcio por metro cúbico de câmara. Segundo BLEINROTH (1985), estas quantidades de carbureto produzem 70 e 2,25 mL de acetileno por L de câmara respectivamente.

Em dois tambores, foram aplicados diretamente 100 e 1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ de etileno na forma de Etil-5. Em outros dois tambores aplicou-se 2,25 e 70 mL L^{-1} de acetileno, hidratando-se 1,66 e 50 g de carbureto de cálcio (75 % de pureza), respectivamente. Para a hidratação adotou-se a proporção de 1:2 p/p (BLEINROTH, 1985). O último tambor foi mantido em atmosfera normal como testemunha. Em seguida, os tambores foram fechados e os ventiladores internos ligados para a homogeneização da mistura gasosa. Os frutos foram mantidos sob estas condições durante 24 h sendo, a partir daí, armazenados em atmosfera normal a $25\pm 1^\circ\text{C}$ e $90\pm 5\%\text{UR}$, onde permaneceram por quatro dias. Foram realizadas avaliações, antes da exposição aos gases, logo após a exposição e após quatro dias de armazenamento em atmosfera normal.

No segundo ensaio, realizado na safra 2001, caquis 'Rama Forte' provenientes da mesma região, foram selecionados com os mesmos critérios adotados no primeiro ensaio. Em seguida, no ITAL, os frutos foram identificados numericamente, pesados e distribuídos em sete tambores de 200 L. Os tambores foram colocados em câmara a $25\pm 1^\circ\text{C}$ e $90\pm 5\%\text{UR}$ e, posteriormente, fez-se a injeção de etileno na forma de Etil-5, mostradas na Tabela 12. Em seguida, os tambores foram fechados e os ventiladores internos ligados para a homogeneização da mistura gasosa. Após cada período, os tambores foram abertos e os frutos transferidos para uma câmara a $25\pm 1^\circ\text{C}$ e $90\pm 5\%\text{UR}$. Foram realizadas avaliações, antes da exposição aos gases e após dois, quatro, seis e oito dias de armazenamento.

Nos dois experimentos o delineamento experimental foi inteiramente casualizado com cinco e sete tratamentos respectivamente, cinco repetições, tendo três frutos como unidade experimental. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias de uma mesma data, comparadas pelo teste Tukey ($P\leq 0,05$).

TABELA 11. Tratamentos de destanização com aplicação de etileno e acetileno (carbureto de cálcio) a que foram submetidos os caquis ‘Rama Forte’ durante 24 h a 25±1°C 90±5% UR.

Tratamento	Condição de Tratamento
Testemunha	Atmosfera normal
1	100 µL L ⁻¹ etileno
2	1000 µL L ⁻¹ etileno
3	2,25 mL.L ⁻¹ de acetileno (1,6 g carbureto de cálcio)
4	70 mL.L ⁻¹ de acetileno (50 g carbureto de cálcio)

TABELA 12. Tratamentos de destanização com aplicação de etileno (Etil-5) a que foram submetidos os caquis ‘Rama Forte’ a 25±1°C 90±5% UR.

Tratamentos	Concentração de etileno e tempo de exposição
Testemunha	Atmosfera normal
1	10 µL.L ⁻¹ 12h
2	100 µL.L ⁻¹ 12h
3	10 µL.L ⁻¹ 18h
4	100 µL.L ⁻¹ 18h
5	10 µL.L ⁻¹ 24h
6	100 µL.L ⁻¹ 24h

4.2.1. Avaliações de qualidade

A avaliação do efeito do tratamento com etileno sobre a destanização de caquis ‘Rama Forte’, foi realizada através de análise dos seguintes parâmetros: perda de massa, índice de adstringência, cor de casca e de polpa, sólidos solúveis, pH e acidez total. Os procedimentos de cada avaliação são idênticos aos descritos no capítulo 1.

A avaliação do índice de resistência da polpa no primeiro experimento, onde foram testadas 100 e 1000 µL L⁻¹ etileno e 2,25 e 70 mL L⁻¹ de acetileno, foi realizada com um penetrômetro Effegi com ponteira de 8 mm de diâmetro. As leituras foram realizadas na zona equatorial dos frutos, em dois lados opostos, das quais retirou-se a casca antes da avaliação. Os valores de força máxima foram expressos em N. Para a avaliação do índice de resistência da polpa no segundo experimento, procedeu-se similarmente ao descrito no capítulo 1.

4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se que logo após a exposição dos frutos aos gases (dia 1), não houve diferença significativa entre os tratamentos. Os frutos expostos a $0 \mu\text{L L}^{-1}$ perderam 1,45 % da massa, enquanto que os frutos expostos ao etileno e ao acetileno perderam em média 1,77 % da massa (Tabela 13).

No dia 4, observa-se que os caquis expostos ao etileno e ao acetileno perderam significativamente mais massa que os frutos expostos a $0 \mu\text{L L}^{-1}$, que perderam 3,15 % . Este resultado indica que a exposição de frutos de caqui, tanto ao etileno como ao acetileno produz uma maior perda de massa quando comparados com frutos não expostos (Tabela 13).

TABELA 13. Valores médios de perda de massa (%) de caquis ‘Rama Forte’ expostos a diferentes concentrações de etileno (ETIL – 5) e acetileno (CaC_2 – carbureto de cálcio) a 25°C 90% UR e posterior armazenamento por 4 dias.

Concentrações	Dia 0	Dia 1	Dia 4
	Avaliação antes da exposição	Avaliação após a exposição	Avaliação após armazenamento
$0 \mu\text{L L}^{-1}$		1,45 a ^x	3,15 c
$100 \mu\text{L L}^{-1}$		1,40 a	5,19 ab
$1000 \mu\text{L L}^{-1}$	0,00	2,18 a	4,85 b
$2,25 \text{ mL L}^{-1}$		2,33 a	5,73 a
70 mL L^{-1}		1,19 a	4,88 b
CV (%)		10,35	8,61

x – letras diferentes na mesma coluna, na mesma data, indicam diferenças significativas Tukey ($P \leq 0,05$).

Na avaliação inicial, os frutos estavam com índice de 4,3, que segundo GAZIT e LEVY (1963), representa frutos adstringentes. A avaliação realizada no dia 1 mostra que tanto o etileno quanto o acetileno, ainda não tinham produzido nenhum efeito sobre o índice de adstringência dos frutos. Observa-se que os caquis submetidos aos diferentes tratamentos ainda permaneciam entre adstringentes e muito adstringentes, como na avaliação inicial (Tabela 14).

Entretanto, no dia 4, frutos expostos a 100 e $1000 \mu\text{L L}^{-1}$ de etileno e 70 mL L^{-1} de acetileno apresentaram valores entre 1,9 e 2,2 (entre ligeiramente adstringente a não adstringentes), enquanto que os frutos expostos a $0 \mu\text{L L}^{-1}$ e $2,25 \text{ mL L}^{-1}$ de acetileno

permaneciam entre adstringentes e muito adstringentes apresentando valores de 4,5 e 3,7 respectivamente (Tabela 14).

Apesar dos frutos expostos a 2,25 mL L⁻¹ de acetileno permanecerem adstringentes após quatro dias, observa-se que houve diferença significativa entre este tratamento e os frutos expostos a 0 µL L⁻¹. Este resultado indica que, provavelmente, em um período maior de armazenamento, os frutos expostos a 2,25 mL L⁻¹ de acetileno se tornariam não adstringentes mais cedo que os frutos expostos a 0 µL L⁻¹.

TABELA 14. Valores médios de índice de adstringência^y de caquis ‘Rama Forte’ expostos a diferentes concentrações de etileno (ETIL – 5) e acetileno (CaC₂ – carbureto de cálcio) a 25°C 90% UR e posterior armazenamento por 4 dias.

Concentrações	Dia 0	Dia 1	Dia 4
	Avaliação antes da exposição	Avaliação após a exposição	Avaliação após armazenamento
0 µL L ⁻¹		4,1 b ^x	4,5 a
100 µL L ⁻¹		4,6 a	1,9 c
1000 µL L ⁻¹	4,3	4,2 b	2,2 c
2,25 mL L ⁻¹		4,4 ab	3,7 b
70 mL L ⁻¹		4,1 b	2,0 c
CV (%)		4,11	9,68

x – letras diferentes na mesma coluna, na mesma data, indicam diferenças significativas Tukey (P ≤ 0,05).

y – índice de adstringência de acordo com a escala de notas (1 = não adstringente, 2 = ligeiramente adstringente à não adstringente, 3 = moderadamente adstringente, 4 = adstringente e 5 = muito adstringente). (GAZIT e LEVY, 1963).

A avaliação feita antes da exposição dos frutos ao etileno e acetileno mostra que os frutos apresentavam uma resistência de 44,98 N (Tabela 15).

No dia 1, logo após o término da exposição, já foram detectados os primeiros efeitos do etileno e do acetileno sobre resistência da polpa de caquis. Frutos expostos a 100 e 1000 µL L⁻¹ de etileno e 70 mL L⁻¹ de acetileno apresentaram uma diminuição significativa da resistência da polpa quando comparados com os frutos expostos a 0 µL L⁻¹ e 2,25 mL L⁻¹ de acetileno, que registraram valores de 43,12 e 45,27 N respectivamente (Tabela 15).

No dia 4, os frutos expostos às diferentes concentrações de etileno e a 70 mL L⁻¹ de acetileno se apresentavam tão moles que foi impossível realizar as avaliações. Os frutos expostos a 2,25 mL L⁻¹ de acetileno apresentaram uma resistência de 34,20 N, significativamente menor que os frutos expostos a 0 µL L⁻¹, que se mantiveram com 42,53 N (Tabela 15).

Estes dados indicam que os frutos destanizados com etileno ou acetileno perdem a resistência da polpa após quatro dias da exposição aos gases.

TABELA 15. Valores médios de resistência da polpa à penetração (N) de caquis ‘Rama Forte’ expostos a diferentes concentrações de etileno (ETIL – 5) e acetileno (CaC₂ – carbureto de cálcio) a 25°C 90% UR e posterior armazenamento por 4 dias.

Concentrações	Dia 0	Dia 1	Dia 4
	Avaliação antes da exposição	Avaliação após a exposição	Avaliação após armazenamento
0 µL L ⁻¹		43,12 a ^x	42,53 a
100 µL L ⁻¹		20,18 b	0,00 c
1000 µL L ⁻¹	44,98	22,93 b	0,00 c
2,25 mL L ⁻¹		45,27 a	34,20 b
70 mL L ⁻¹		18,71 b	0,00 c
CV (%)		6,53	8,62

x – letras diferentes na mesma coluna, na mesma data, indicam diferenças significativas Tukey (P ≤ 0,05). Para realização das análises estatísticas usou-se a transformação (X +0,5)^{1/2}.

Observa-se que 24 h após a aplicação dos gases, no dia 1, tanto na cor da casca quanto na cor de polpa, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos (Tabela 16).

No dia 4, verificaram-se mudanças na coloração da casca e da polpa dos distintos tratamentos. A casca dos frutos expostos a 0 µL L⁻¹ e a 2,25 mL L⁻¹ de acetileno apresentaram valores de L* de 52,30 e 51,35 respectivamente. Estes valores foram significativamente superiores aos obtidos nos frutos dos outros tratamentos. Os valores de croma a* e b* apresentaram o mesmo comportamento, indicando que a casca dos frutos expostos a 100 e 1000 µL L⁻¹ de etileno e 70 mL L⁻¹ de acetileno passou de uma coloração alaranjada para uma coloração vermelha escuro (Tabela 16).

Ainda no dia 4, a cor da polpa dos frutos expostos a 0 µL L⁻¹ e a 2,25 mL L⁻¹ de acetileno apresentaram valores de L* de 60,66 e 59,10 respectivamente. Estes valores foram significativamente superiores aos apresentados pelos frutos dos outros tratamentos. Para os valores de b*, observa-se a mesma tendência. A polpa dos frutos expostos a 100 e 1000 µL L⁻¹ de etileno e 70 mL L⁻¹ de acetileno, apresentaram valores significativamente menores que os frutos expostos a 0 µL L⁻¹ e a 2,25 mL L⁻¹ de acetileno. Para os valores de a*, não foram observadas diferenças significativas (Tabela 16).

Estes dados indicam que no dia 4 a polpa dos frutos expostos a 100 e 1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ de etileno e 70 mL L^{-1} de acetileno apresentaram um escurecimento e uma perda da coloração amarela b* em relação a polpa dos frutos expostos a 0 $\mu\text{L L}^{-1}$ e a 2,25 mL L^{-1} de acetileno.

TABELA 16. Valores médios de cor de casca e polpa de caquis ‘Rama Forte’ expostos a diferentes concentrações de etileno (ETIL – 5) e acetileno (CaC_2 – carbureto de cálcio) a 25°C 90% UR e posterior armazenamento por 4 dias.

Dia de análise	Concentrações	Cor de Casca			Cor de Polpa		
		L ^y	a	b	L	a	b
Dia 0		53,77	37,56	49,65	61,50	18,40	46,98
Dia 1^Z	0 $\mu\text{L L}^{-1}$	52,49 a ^x	39,69 a	48,09 a	61,50 a	18,40 a	46,98 a
	100 $\mu\text{L L}^{-1}$	51,58 a	40,88 a	44,48 b	59,50 a	18,44 a	46,99 a
	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$	52,09 a	40,10 a	45,53 ab	59,59 a	19,44 a	49,12 a
	2,25 mL L^{-1}	52,69 a	38,29 a	45,87 ab	60,75 a	16,29 a	47,86 a
	70 mL L^{-1}	51,52 a	39,82 a	44,25 b	60,66 a	18,18 a	47,71 a
	CV (%)	2,00	3,60	3,96	0,41	14,61	3,97
Dia 4	0 $\mu\text{L L}^{-1}$	52,30 a	39,87 a	45,10 a	60,66 a	18,47 a	47,29ab
	100 $\mu\text{L L}^{-1}$	39,52 b	25,34 c	23,00 b	44,61 b	18,79 a	39,99 c
	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$	39,93 b	28,93 bc	24,28 b	44,00 b	19,40 a	39,00 c
	2,25 mL L^{-1}	51,35 a	40,43 a	43,56 a	59,10 a	19,70 a	50,24 a
	70 mL L^{-1}	41,33 b	32,32 b	26,23 b	46,48 b	19,49 a	40,42 bc
	CV (%)	2,36	6,89	5,77	5,96	13,72	8,78

x – letras diferentes na mesma coluna, na mesma data, indicam diferenças significativas Tukey ($P \leq 0,05$).

y – L* representa a luminosidade que varia de - 60 (escuro) e + 60 (claro). Os índices a* e b* são coordenadas de croma que variam de +a* (vermelho) a -a* (verde) e de +b* (amarelo) a -b* (azul), ambos com variação entre - 60 e + 60.

Z – período em que foram analisados os frutos. Dia 0 = Avaliação antes da exposição dos frutos. Dia 1 = Avaliação logo após a exposição dos frutos aos gases. Dia 4 = Avaliação após 4 dias de armazenamento a 25°C.

No dia 1 não foram observadas diferenças significativas nos sólidos solúveis, frutos dos distintos tratamentos apresentaram uma média de 19,14°BRIX. No dia 4, os frutos expostos a 0 $\mu\text{L L}^{-1}$ e a 2,25 mL L^{-1} de acetileno apresentaram 18,96 e 19,58 °BRIX respectivamente. Estes valores foram significativamente superiores aos apresentados pelos frutos dos outros tratamentos (Tabela 17).

No dia 1 o pH da polpa dos frutos expostos a 100 e 1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ de etileno e 70 mL L^{-1} de acetileno apresentaram valores significativamente superiores aos frutos expostos a 0 $\mu\text{L L}^{-1}$ e a 2,25 mL L^{-1} de acetileno. As mesmas diferenças foram observadas no dia 4 (Tabela 17).

A acidez total da polpa dos frutos expostos aos distintos gases e a diferentes concentrações, apresentou diferenças significativas entre os tratamentos. Entretanto, não há nenhuma indicação de que após 24 h de exposição a acidez total tenha sido afetada pelos tratamentos. No dia 4, observa-se que os frutos expostos a 100 e 1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ de etileno e 70 mL L^{-1} de acetileno apresentaram uma significativa diminuição da acidez total registrando valores como 0,12; 0,13 e 0,14 respectivamente (Tabela 17).

Os dados de sólidos solúveis, pH e acidez indicam claramente que os frutos expostos a 100 e 1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ de etileno e 70 mL L^{-1} de acetileno amadureceram mais rapidamente que os frutos expostos a 0 $\mu\text{L L}^{-1}$ e a 2,25 mL L^{-1} de acetileno. EAKS (1967) relata que frutos tratados com etileno amadurecem mais rapidamente que frutos não tratados.

Após a avaliação dos dados deste primeiro experimento observou-se que não houve nenhuma diferença entre os frutos expostos a 100 e 1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ de etileno e 70 mL L^{-1} de acetileno. Os frutos submetidos a estes tratamentos, perderam a adstringência (Tabela 14) e a resistência da polpa à penetração (Tabela 15). A cor da casca e da polpa tornou-se vermelha escura (Tabela 16) e os frutos amadureceram rapidamente (Tabela 17). Os frutos expostos a 2,25 mL L^{-1} de acetileno mantiveram-se firmes, apresentando uma resistência da polpa à penetração de 34,20 N no dia 4 (Tabela 15). Entretanto, assim como os frutos expostos a 0 $\mu\text{L L}^{-1}$, estes frutos não perderam a adstringência após 4 dias de armazenamento a 25°C.

TABELA 17. Valores médios de sólidos solúveis (°BRIX), pH e acidez total (g de ac. málico / 100g de peso fresco) de caquis ‘Rama Forte’ expostos a diferentes concentrações de etileno (ETIL – 5) e acetileno (CaC₂ – carbureto de cálcio) a 25°C 90% UR e posterior armazenamento por 4 dias.

Dia de análise	Concentrações	Sólidos Solúveis	pH	Acidez Total
Dia 0		19,05	5,59	0,17
Dia 1^Z	0 µL L⁻¹	18,76 a ^x	5,54 b	0,18 ab
	100 µL L⁻¹	19,80 a	5,78 a	0,17 b
	1000 µL L⁻¹	19,20 a	5,79 a	0,20 a
	2,25 mL L⁻¹	18,68 a	5,62 b	0,19 ab
	70 mL L⁻¹	19,28 a	5,77 a	0,20 a
	CV (%)	4,10	0,81	6,26
Dia 4	0 µL L⁻¹	18,96 a	5,48 b	0,18 a
	100 µL L⁻¹	17,32 b	5,89 a	0,12 b
	1000 µL L⁻¹	17,68 b	5,99 a	0,13 b
	2,25 mL L⁻¹	19,58 a	5,57 b	0,18 a
	70 mL L⁻¹	18,48 ab	5,98 a	0,14 b
	CV (%)	3,67	0,95	11,01

x – letras diferentes na mesma coluna, na mesma data, indicam diferenças significativas Tukey (P ≤ 0,05).

y – período em que foram analisados os frutos. Dia 0 = Avaliação antes da exposição dos frutos. Dia 1 = Avaliação logo após a exposição dos frutos aos gases. Dia 4 = Avaliação após 4 dias de armazenamento a 25°C.

Embora a análise estatística tenha detectado diferenças significativas entre as diferentes concentrações de etileno e tempos de exposição, não se pode afirmar, no caso deste experimento, que a concentração de etileno ou o tempo de exposição tenham afetado a perda de massa dos frutos. Entretanto, observa-se, no dia 2, que os frutos dos diferentes tratamentos apresentaram uma média de 0,96 % de perda de massa, no dia 4, 2,24 %, no dia 6, 3,09 % e no dia 8, 4,14 %. Estes dados indicam que os frutos de caqui, mantidos a 25°C 90% de UR, perderam em torno de 1 % da massa a cada 2 dias, durante os oito primeiros dias de armazenamento (Tabela 18).

TABELA 18. Valores médios de perda de massa (%) de caquis ‘Rama Forte’ expostos por 12, 18 e 24 h a diferentes concentrações de etileno e posterior armazenamento a 25°C 90% UR, durante 8 dias.

Tratamentos	Dia 0	Dia 2	Dia 4	Dia 6	Dia 8
	Avaliação inicial	Atmosfera Normal	Atmosfera Normal	Atmosfera Normal	Atmosfera Normal
Testemunha		0,69 d ^x	2,03 b	2,86 a	3,85 ab
10 µL.L ⁻¹ 12 h		1,03 a	2,36 a	3,22 a	4,08 ab
100 µL.L ⁻¹ 12 h		0,88 bc	2,26 ab	3,14 a	3,93 ab
10 µL.L ⁻¹ 18 h	0,00	0,94 ab	2,23 ab	3,08 a	4,49 ab
100 µL.L ⁻¹ 18 h		0,76 cd	2,39 a	3,20 a	3,71 b
10 µL.L ⁻¹ 24 h		0,80 cd	2,23 ab	3,12 a	4,34 ab
100 µL.L ⁻¹ 24 h		0,71 d	2,19 ab	3,05 a	4,59 a
CV (%)		8,02	7,44	7,58	8,90

x – letras diferentes na mesma coluna, indicam diferenças significativas Tukey (P ≤ 0,05).

A avaliação inicial mostra um valor de 4,5, indicando que antes da exposição ao etileno os frutos apresentavam-se entre adstringentes e muito adstringentes (Tabela 19).

No dia 2, observou-se que os distintos tratamentos ainda se apresentavam com índice médio de 2,85, moderadamente adstringente. No dia 4, observa-se que os frutos de todos os tratamentos expostos às diferentes concentrações de etileno e tempos de exposição apresentaram índices de adstringência significativamente menores que os frutos não tratados, que apresentaram um valor de 2,80 (moderadamente adstringentes). No dia 6, observa-se que enquanto os frutos não expostos ao etileno continuavam diminuindo o índice de adstringência, a testemunha permanecia com 2,90 (moderadamente adstringente) (Tabela 19).

No dia 8, com exceção dos frutos expostos a 10 µL L⁻¹ por 12 h, todos os frutos dos tratamentos expostos ao etileno se apresentaram completamente sem adstringência. A testemunha apresentou índice de 1,80 (moderadamente adstringente) (Tabela 19).

Durante o amadurecimento natural de caquis, o teor de tanino diminui até que o fruto torna-se não adstringente (ITO, 1974). O etileno não é um agente destanizador. Sua função é acelerar o amadurecimento do fruto, dessa forma, a remoção da adstringência ocorre mais rapidamente. Segundo EAKS (1967), durante as seis primeiras horas de exposição ao etileno não se nota um aumento da taxa respiratória. Somente após 12 h de exposição nota-se um aumento da respiração dos frutos.

Os dados de índice de adstringência indicam que a exposição à concentração de 10 $\mu\text{L L}^{-1}$ por 12 h, não acelerou a perda de adstringência dos frutos. Entretanto, quando os frutos foram expostos a 10 $\mu\text{L L}^{-1}$ por 18 ou 24 h ou a 100 $\mu\text{L L}^{-1}$ por 12, 18 ou 24 h a remoção da adstringência ocorreu mais rapidamente que em frutos não tratados.

TABELA 19. Valores médios de índice de adstringência^y de caquis ‘Rama Forte’ expostos por 12, 18 e 24 h a diferentes concentrações de etileno e posterior armazenamento a 25°C 90% UR, durante 8 dias.

Tratamentos	Dia 0	Dia 2	Dia 4	Dia 6	Dia 8
	Avaliação inicial	Atmosfera Normal	Atmosfera Normal	Atmosfera Normal	Atmosfera Normal
Testemunha		3,40 a	2,80 a	2,90 a	1,80 a
10 $\mu\text{L.L}^{-1}$ 12 h		3,06 a	1,30 c	1,63 b	1,33 ab
100 $\mu\text{L.L}^{-1}$ 12 h		2,91 a	1,83 bc	1,55 b	1,00 b
10 $\mu\text{L.L}^{-1}$ 18 h	4,50	2,83 a	1,78 bc	1,65 b	1,00 b
100 $\mu\text{L.L}^{-1}$ 18 h		2,42 a	1,73 bc	1,58 b	1,00 b
10 $\mu\text{L.L}^{-1}$ 24 h		2,82 a	1,93 b	1,65 b	1,00 b
100 $\mu\text{L.L}^{-1}$ 24 h		2,51 a	1,80 bc	1,65 b	1,00 b
CV (%)		18,37	14,48	14,45	24,04

x – letras diferentes na mesma coluna, indicam diferenças significativas Tukey ($P \leq 0,05$).

y – índice de adstringência de acordo com a escala de notas (1 = não adstringente, 2 = muito ligeiramente à não adstringente, 3 = moderadamente adstringente, 4 = adstringente e 5 = muito adstringente). (GAZIT e LEVY, 1963).

No dia 1, antes da exposição ao etileno os frutos apresentaram uma resistência de 34,45 N. Entretanto, no dia 2, observa-se que somente a testemunha apresentou-se firme com 31,85 N. Todos os outros frutos expostos às diferentes concentrações de etileno por diferentes períodos diminuíram significativamente a resistência da polpa em relação à testemunha (Tabela 20).

No dia 4, os frutos expostos ao etileno, apresentaram resistência inferior a 1 N, significativamente menores que os frutos da testemunha, que registraram 17,64 N. Estes resultados foram mantidos até o final do experimento (Tabela 20).

Na perda de firmeza dos frutos, estão envolvidas reações de degradação e solubilização de substâncias pécticas presentes na parede celular (ITO, 1971). A exposição de frutos ao etileno acelera o desencadeamento destas transformações bioquímicas, que se manifestam inicialmente pela perda de firmeza.

Observou-se que a exposição ao etileno acelerou a perda de resistência da polpa. Entretanto, durante o experimento não foram observadas diferenças significativas entre as

diferentes concentrações e os diferentes tempos de exposição ao etileno. KATO (1990) relata que quanto maior a concentração e o tempo de exposição ao etileno, mais rapidamente os frutos perdem a firmeza. Entretanto, este autor trabalhou com concentrações entre 0 e 5 $\mu\text{L L}^{-1}$. No caso deste experimento as concentrações foram bastante superiores (10 e 100 $\mu\text{L L}^{-1}$) e as diferenças não puderam ser observadas. KADER (1992) cita que a concentração mínima de etileno necessária para acelerar o amadurecimento em frutos varia entre 0,1 e 1 $\mu\text{L L}^{-1}$. Entretanto, as recomendações comerciais variam de 10 a 100 $\mu\text{L L}^{-1}$.

TABELA 20. Valores médios de índice de resistência (N) de caquis ‘Rama Forte’ expostos por 12, 18 e 24 h a diferentes concentrações de etileno e posterior armazenamento a 25°C 90% UR, durante 8 dias.

Tratamentos	Dia 0	Dia 2	Dia 4	Dia 6	Dia 8
	Avaliação inicial	Atmosfera Normal	Atmosfera Normal	Atmosfera Normal	Atmosfera Normal
Testemunha		31,85 a	17,64 a	16,85 a	15,54 a
10 $\mu\text{L.L}^{-1}$ 12 h		4,48 b	0,90 b	1,63 b	3,18 b
100 $\mu\text{L.L}^{-1}$ 12 h		3,10 b	0,94 b	0,56 b	0,35 bc
10 $\mu\text{L.L}^{-1}$ 18 h	34,45	3,82 b	0,99 b	0,70 b	0,34 bc
100 $\mu\text{L.L}^{-1}$ 18 h		3,10 b	0,93 b	0,66 b	0,28 c
10 $\mu\text{L.L}^{-1}$ 24 h		3,07 b	0,96 b	0,65 b	0,36 bc
100 $\mu\text{L.L}^{-1}$ 24 h		1,93 b	0,91 b	0,60 b	0,37 bc
CV (%)		15,23	18,64	19,48	23,39

x – letras diferentes na mesma coluna, indicam diferenças significativas Tukey ($P \leq 0,05$). Para realização das análises estatísticas usou-se a transformação $(X + 0,5)^{1/2}$.

No dia 2, não foram observadas diferenças significativas na cor da casca. Todos os frutos submetidos aos distintos tratamentos permaneceram com a coloração alaranjada. Entretanto, na cor da polpa, observa-se que, com exceção dos frutos expostos a 10 $\mu\text{L L}^{-1}$ por 12 h, todos os outros frutos expostos ao etileno, independente do período de exposição, apresentaram uma diminuição significativa do valor L^* . Os valores a^* e b^* , não apresentaram diferenças significativas com relação aos frutos da testemunha (Tabela 21).

No dia 4, a casca dos frutos expostos ao etileno escureceu. Observa-se que os frutos da testemunha apresentaram um valor de L^* de 47,52, significativamente maior que os dos frutos expostos ao etileno. O mesmo ocorreu com a coloração amarela, representada pelo valor b^* . A testemunha apresentou um valor de 27,26, significativamente maior que o dos outros tratamentos. Na cor da casca, os frutos da testemunha apresentaram um valor L^* e b^* ,

significativamente superiores aos dos tratamentos expostos ao etileno, independente da concentração e do tempo de exposição (Tabela 21).

Nos dias 6 e 8 as mesmas tendências foram mantidas. Os frutos da testemunha sempre apresentaram valores de L* e b* superiores aos dos frutos submetidos às diferentes concentrações de etileno por diferentes períodos. Não foram detectadas diferenças entre as concentrações e os tempo de exposição ao etileno. A Figura 3 ilustra as diferenças na cor da casca obtidas no dia 6 deste experimento.

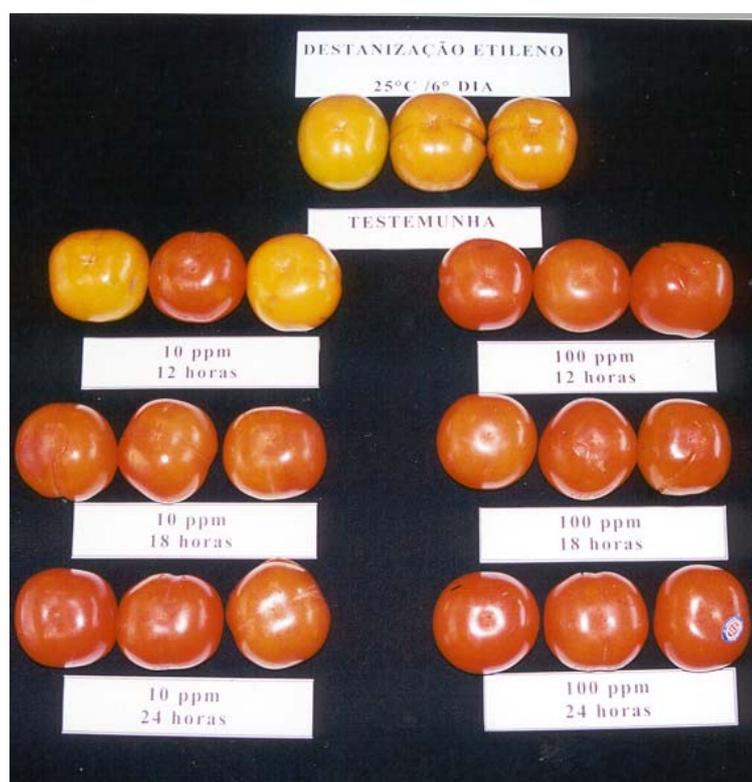


FIGURA 03. Efeito de diferentes tempos de exposição e concentração de etileno sobre a cor da casca de caquis 'Rama Forte' (e posterior) no sexto dia de armazenamento a 25°C 90% UR, no Dia 6.

Segundo ITO (1974), a coloração em frutos maduros é devido principalmente aos pigmentos carotenóides, que variam do vermelho ao amarelo alaranjado. Durante o amadurecimento ocorre um grande aumento destes pigmentos. O licopeno, que em frutos maduros esta presente em pequenas quantidades, pode chegar a 30 ou 40 % do total dos carotenóides em frutos maduros. Outro componente dos carotenóides é a xantofila, que em frutos maduros pode representar de 10 a 20 % destes pigmentos.

TABELA 21. Valores médios de cor da casca e polpa de caquis ‘Rama Forte’ expostos por 12, 18 e 24 h a diferentes concentrações de etileno e posterior armazenamento a 25°C 90% UR, durante 8 dias.

Dia de análise	Tratamentos	Cor de Casca			Cor de Polpa		
		L ^y	a	b	L	a	b
Dia 0^Z		56,14	20,61	45,93	61,02	8,88	37,47
Dia 2	Testemunha	54,26 a ^x	15,81 a	38,45 a	58,43 a	7,72 a	34,35 a
	10 µL.L ⁻¹ 12 h	54,46 a	17,91 a	39,52 a	52,07 ab	7,85 a	33,61 a
	100 µL.L ⁻¹ 12 h	51,87 a	18,05 a	35,67 a	45,61 b	8,13 a	27,16 b
	10 µL.L ⁻¹ 18 h	52,70 a	19,35 a	36,37 a	48,40 b	8,46 a	29,04 ab
	100 µL.L ⁻¹ 18 h	52,33 a	18,63 a	36,01 a	48,37 b	8,46 a	30,54 ab
	10 µL.L ⁻¹ 24 h	52,18 a	19,48 a	35,60 a	46,20 b	9,21 a	29,28 ab
	100 µL.L ⁻¹ 24 h	52,43 a	20,44 a	36,31 a	48,89 b	8,53 a	30,03 ab
	CV (%)	3,65	12,83	8,81	7,21	9,57	10,28
Dia 4	Testemunha	47,52 a	11,71 a	27,26 a	45,27 a	8,07 a	24,46 a
	10 µL.L ⁻¹ 12 h	41,01 b	16,14 a	16,27 b	32,48 b	7,86 a	15,18 b
	100 µL.L ⁻¹ 12 h	40,12 b	9,77 a	15,10 b	31,66 b	8,30 a	16,74 b
	10 µL.L ⁻¹ 18 h	40,40 b	10,12 a	14,91 b	31,52 b	7,84 a	15,66 b
	100 µL.L ⁻¹ 18 h	40,08 b	9,67 a	15,88 b	31,25 b	7,77 a	15,85 b
	10 µL.L ⁻¹ 24 h	39,81 b	9,53 a	14,04 b	31,40 b	7,49 a	15,95 b
	100 µL.L ⁻¹ 24 h	40,09 b	10,75 a	14,43 b	30,96 b	7,71 a	15,01 b
	CV (%)	2,94	36,75	17,40	4,85	9,45	13,76
Dia 6	Testemunha	48,53 a	11,47 a	27,24 a	46,48 a	7,41 a	24,95 a
	10 µL.L ⁻¹ 12 h	41,47 b	10,74 ab	16,08 b	34,00 b	7,72 a	16,07 b
	100 µL.L ⁻¹ 12 h	41,62 b	8,15 bc	13,37 b	30,56 b	7,34 a	14,64 b
	10 µL.L ⁻¹ 18 h	39,36 b	9,42 abc	13,18 b	30,31 b	7,62 a	13,90 b
	100 µL.L ⁻¹ 18 h	39,82 b	9,07 abc	13,33 b	30,79 b	7,14 a	13,81 b
	10 µL.L ⁻¹ 24 h	40,45 b	7,61 c	12,57 b	30,47 b	7,00 a	13,55 b
	100 µL.L ⁻¹ 24 h	39,93 b	8,71 abc	12,66 b	31,35 b	7,44 a	14,26 b
	CV (%)	3,56	16,59	13,64	7,70	8,21	14,90
Dia 8	Testemunha	45,28 a	10,07 a	25,44 a	44,28 a	6,71 a	23,92 a
	10 µL.L ⁻¹ 12 h	40,20 b	9,86 a	14,86 b	37,86 ab	7,28 a	19,88 b
	100 µL.L ⁻¹ 12 h	40,42 b	8,51 a	13,74 bc	30,48 bc	7,06 a	15,37 b
	10 µL.L ⁻¹ 18 h	40,64 b	8,74 a	13,60 bc	29,71 bc	7,49 a	14,33 b
	100 µL.L ⁻¹ 18 h	40,75 b	8,22 a	12,36 c	29,13 c	7,19 a	13,79 b
	10 µL.L ⁻¹ 24 h	40,48 b	8,27 a	12,24 c	29,84 bc	7,11 a	14,51 b
	100 µL.L ⁻¹ 24 h	40,08 b	8,71 a	13,09 bc	29,80 bc	7,55 a	14,80 b
	CV (%)	1,15	9,75	5,68	10,77	6,34	18,93

x – letras diferentes na mesma coluna, na mesma data, indicam diferenças significativas Tukey (P ≤ 0,05).

y – L* representa a luminosidade que varia de - 60 (escuro) e + 60 (claro). Os índices a* e b* são coordenadas de croma que variam de +a* (vermelho) a -a* (verde) e de +b* (amarelo) a -b* (azul), ambos com variação entre - 60 e + 60.

Z – período em que foram analisados os frutos. Dia 0 = Avaliação antes da exposição dos frutos a diferentes concentrações de etileno.

Dias 2, 4, 6 e 8 = Avaliação logo após os respectivos períodos de armazenamento a 25°C.

Observou-se que em frutos submetidos a $10 \mu\text{L L}^{-1}$ ou $100 \mu\text{L L}^{-1}$ de etileno por 12, 18 ou 24 h, primeiro ocorre um escurecimento e a perda da cor amarela na polpa, seguido de um escurecimento e perda do amarelo da casca.

No dia 2, com exceção dos frutos expostos a $10 \mu\text{L L}^{-1}$ de etileno por 12 h todos os outros frutos expostos ao etileno apresentaram uma diminuição significativa dos sólidos solúveis em relação à testemunha, que apresentou $16,24^\circ\text{BRIX}$ (Tabela 22).

No dia 4, estas diferenças ficaram ainda mais claras. Enquanto a testemunha apresentou $15,92^\circ\text{BRIX}$, os frutos expostos ao etileno apresentaram em média $14,24^\circ\text{BRIX}$, significativamente menor. Esta condição se manteve até o dia 6. No dia 8, foram observadas algumas diferenças significativas. Entretanto nenhuma delas indicou um possível efeito das diferentes concentrações de etileno ou tempos de exposição sobre o conteúdo de sólidos solúveis dos frutos (Tabela 22).

Nenhuma diferença significativa foi observada nos valores de pH durante os dias 2 e 4. Entretanto no dia 6 os frutos da testemunha apresentaram pH de 5,75, significativamente menor que o valor apresentado pelos frutos expostos ao etileno, independente da concentração e do tempo de exposição. Os dados de pH indicam que houve um amadurecimento mais rápido nos frutos tratados com etileno. Entretanto, não foram observadas diferenças significativas entre as diferentes concentrações e tempo de exposição ao etileno.

A Acidez total se manteve estável durante todo o experimento. Não houve diferença significativa entre os tratamentos.

TABELA 22. Valores médios de sólidos solúveis (°BRIX), pH e acidez total (g de ac. málico por 100g de peso fresco) da polpa de caquis ‘Rama Forte’ expostos por 12, 18 e 24 h a diferentes concentrações de etileno e posterior armazenamento a 25°C 90% UR, durante 8 dias.

Dia de análise	Tratamentos	Sólidos Solúveis	pH	Acidez Total
Dia 0		16,34	5,76	0,22
Dia 2^y	Testemunha	16,24 a ^x	5,79 a	0,29 a
	10 µL.L ⁻¹ 12 h	15,08 ab	5,87 a	0,22 ab
	100 µL.L ⁻¹ 12 h	13,92 bc	5,86 a	0,22 ab
	10 µL.L ⁻¹ 18 h	13,76 c	5,96 a	0,18 b
	100 µL.L ⁻¹ 18 h	13,66 c	5,77 a	0,23 ab
	10 µL.L ⁻¹ 24 h	14,12 bc	6,05 a	0,27 ab
	100 µL.L ⁻¹ 24 h	14,00 bc	6,09 a	0,24 ab
	CV (%)	4,53	3,00	22,85
Dia 4	Testemunha	15,92 a	5,90 a	0,20 a
	10 µL.L ⁻¹ 12 h	14,26 b	6,04 a	0,18 a
	100 µL.L ⁻¹ 12 h	14,00 b	6,03 a	0,18 a
	10 µL.L ⁻¹ 18 h	14,06 b	6,02 a	0,22 a
	100 µL.L ⁻¹ 18 h	14,46 b	5,98 a	0,23 a
	10 µL.L ⁻¹ 24 h	14,38 b	5,94 a	0,21 a
	100 µL.L ⁻¹ 24 h	14,30 b	5,90 a	0,19 a
	CV (%)	3,97	1,53	16,12
Dia 6	Testemunha	15,96 a	5,75 b	0,31 a
	10 µL.L ⁻¹ 12 h	14,62 b	5,88 a	0,20 bc
	100 µL.L ⁻¹ 12 h	14,42 b	5,98 a	0,22 b
	10 µL.L ⁻¹ 18 h	14,08 b	5,97 a	0,17 bc
	100 µL.L ⁻¹ 18 h	13,92 b	5,88 a	0,18 bc
	10 µL.L ⁻¹ 24 h	13,78 b	5,94 a	0,18 bc
	100 µL.L ⁻¹ 24 h	14,42 b	5,92 a	0,15 c
	CV (%)	3,61	1,22	16,04
Dia 8	Testemunha	15,77 a	5,79 b	0,20 a
	10 µL.L ⁻¹ 12 h	15,30 ab	5,93 ab	0,20 a
	100 µL.L ⁻¹ 12 h	13,75 b	5,84 ab	0,20 a
	10 µL.L ⁻¹ 18 h	14,25 ab	5,90 ab	0,20 a
	100 µL.L ⁻¹ 18 h	13,90 b	5,90 ab	0,18 a
	10 µL.L ⁻¹ 24 h	14,10 ab	5,89 ab	0,19 a
	100 µL.L ⁻¹ 24 h	14,12 ab	6,02 a	0,19 a
	CV (%)	5,11	1,45	12,12

x – letras diferentes na mesma coluna, na mesma data, indicam diferenças significativas Tukey (P ≤ 0,05).

y – período em que foram analisados os frutos. Dia 0 = Avaliação antes da exposição dos frutos a diferentes concentrações de etileno.

Dias 2, 4, 6 e 8 = Avaliação logo após os respectivos períodos de armazenamento a 25°C.

4.4. CONCLUSÕES

Frutos de caqui expostos à concentrações de 10, 100 e 1000 μL de etileno L^{-1} apresentam total amolecimento da polpa no segundo dia de armazenamento.

A perda de adstringência nos frutos de caqui 'Rama Forte' é devido à indução do amadurecimento, não sendo atribuída à ação direta do etileno.

5. CAPÍTULO 3:

DESTANIZAÇÃO DO CAQUI 'RAMA FORTE' COM CO₂

5.1. INTRODUÇÃO

A exemplo do estudo apresentado no capítulo anterior, investigou-se o efeito das combinações de níveis de concentração e tempo de exposição ao CO₂ na qualidade do caqui 'Rama Forte'. Primeiramente foram determinados os efeitos na qualidade devido a exposição à diferentes concentrações de CO₂ por 24, 48 e 72 h. As concentrações que se mostraram eficientes neste primeiro experimento foram utilizadas com tempos de exposição menores, na tentativa de reduzir o tempo de exposição necessário à destanização. Os índices de qualidade utilizados foram o índice de adstringência e outros parâmetros.

5.2. MATERIAL E MÉTODOS

Para estabelecer as melhores condições de destanização através do método do CO₂, foram realizados dois ensaios. No primeiro, caquis 'Rama Forte', colhidos na região de Santa Izabel-SP durante a safra 2000, foram selecionados de acordo com a Normas de Classificação, Padronização e Identificação do Caqui. Utilizaram-se frutos do Grupo 1, taninoso, Subgrupo 2 amarelo alaranjado, e Classe 6, frutos com diâmetros equatoriais entre 60 mm e 70 mm, (PROGRAMA BRASILEIRO PARA A MODERNIZAÇÃO DA HORTICULTURA, 2000). Em seguida, os frutos foram transportados para o Laboratório de Fisiologia de Pós-colheita do FRUTHOTEC ITAL, à, aproximadamente, 150 km de distância. Os frutos foram identificados, pesados, dispostos em caixas de papelão (60 x 40 x 20) contendo duas camadas de fruto e submetidos aos respectivos tratamentos (Tabela 23). Para a aplicação dos tratamentos, as caixas de papelão, foram distribuídas em seis tambores de aço com capacidade de 200 L. Em seguida, os tambores foram fechados e colocados dentro de uma câmara a 25°C±1°C e 90%±5% UR. CO₂ com 100% de pureza, fornecido pela White Martins, foi injetado diretamente nos tambores até que a atmosfera atingisse as respectivas concentrações.

Medidas de concentração foram realizadas no início e no final de cada período de exposição, com o analisador de O₂/CO₂ modelo CombCheck 9800/1 da marca DANSENSOR. Depois de atingidas as concentrações desejadas, os tambores foram conectados a um fluxocentro misturador de gases (CALBO, 1989), que manteve as respectivas concentrações com um fluxo contínuo de 45 L h⁻¹. Após cada período de exposição (24, 48 e 72 h) os tambores foram abertos, retiraram-se as respectivas amostras de frutos e após fechar os tambores, procedeu-se nova injeção de CO₂ com 100% de pureza. Em seguida os tambores foram conectados novamente ao fluxocentro, como descrito anteriormente. As amostras foram transferidas para uma câmara a 25°C±1°C e 90%±5% UR e avaliadas após um período de 48 h em atmosfera normal. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com parcelas subdivididas no tempo, tendo como parcelas 24, 48 e 72 h e subparcelas 0, 15, 30, 50, 70 e 90 % de CO₂, quatro repetições e três frutos como unidade experimental. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey (P≤0,05).

No segundo ensaio, realizado na safra 2001, caquis ‘Rama Forte’ provenientes da mesma região, foram selecionados com os mesmos critérios adotados no primeiro ensaio. Em seguida, no ITAL, os frutos foram numerados, pesados, dispostos em caixas de papelão e submetidos aos respectivos tratamentos (Tabela 24). Para a aplicação dos tratamentos usaram-se sete tambores de 200 L. CO₂, com 100% de pureza, foi injetado diretamente nos tambores, até que a atmosfera atingisse as respectivas concentrações. Depois de atingidas as concentrações desejadas, os tambores foram conectados independentemente, a um fluxocentro misturador de gases (CALBO, 1989) que mantinha as concentrações das atmosferas dos tambores constantes com um fluxo contínuo de 45 L.h⁻¹. O monitoramento das concentrações foi realizado através do analisador de O₂/CO₂ modelo CombCheck 9800/1 da marca DANSENSOR.

TABELA 23. Tratamentos de destanização com CO₂, a que foram submetidos caquis ‘Rama Forte’ a 25±1°C e 90±5% UR, para o primeiro experimento.

Tempo de exposição ao CO ₂ (h)		
24	48	72
Concentração de CO ₂ (%)		
0	0	0
15	15	15
30	30	30
50	50	50
70	70	70
90	90	90

No final de cada período de exposição os respectivos tambores foram abertos e os frutos foram divididos em dois lotes. O primeiro foi avaliado imediatamente após a exposição ao CO₂ e o segundo foi avaliado após 48 h de armazenamento a 25°C±1°C e 90%±5% UR em atmosfera normal. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com sete tratamentos, cinco repetições, tendo três frutos como unidade experimental. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias, de uma mesma data, comparadas pelo teste Tukey (P≤0,05).

TABELA 24. Tratamentos de destanização com CO₂, a que foram submetidos caquis ‘Rama Forte’ a 25±1°C e 90±5% UR, para o segundo experimento.

Tratamentos	Concentração de CO ₂ e tempo de exposição
1	Testemunha (AR) / 18 horas
2	70% CO ₂ / 12 horas
3	70% CO ₂ / 18 horas
4	70% CO ₂ / 24 horas
5	90% CO ₂ / 12 horas
6	90% CO ₂ / 18 horas
7	90% CO ₂ / 24 horas

5.2.1. Avaliações de qualidade

A avaliação do efeito da concentração e tempo de exposição ao CO₂ sobre a destanização de caquis ‘Rama Forte’, foi realizada através de análise dos seguintes

parâmetros: perda de massa, índice de adstringência, cor de casca e de polpa, sólidos solúveis, pH e acidez total. Os procedimentos de cada avaliação foram descritos no capítulo 1.

A avaliação da resistência da polpa à penetração, no primeiro experimento, onde foram testadas 15, 30, 50, 70 e 90 % de CO₂ por 24, 48 e 72 h, foi realizada com um penetrômetro Effegi com ponteira de 8 mm de diâmetro. A penetração foi realizada na zona equatorial dos frutos, em dois lados opostos, nos quais retirou-se a casca antes da avaliação. Os valores de força máxima foram expressos em N. Para a avaliação da resistência da polpa à penetração do segundo experimento se procedeu como descrito no capítulo 1.

Durante a realização do primeiro experimento, observou-se que alguns frutos expostos a 70 e 90 % de CO₂, apresentaram um enegrecimento da polpa. Para a quantificação desta desordem fisiológica, calculou-se a porcentagem de frutos com enegrecimento dentro de cada tratamento.

5.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se que a interação entre tempo de exposição e concentração de CO₂ não foi significativa indicando que as diferentes concentrações de CO₂ tiveram o mesmo efeito, para os períodos de exposição de 24, 48 e 72 h (Tabela 25).

Não foram observadas diferenças significativas entre as diferentes concentrações de CO₂. Entretanto, quando se compararam a médias de perda de massa após 24, 48 e 72 h, observou-se que após 24 h os frutos perderam 1,75 %, após 48 h, 2,14 % e após 72 h 2,51 % da massa. Estes dados indicam que a perda de massa dos frutos de caqui não foi influenciada pela concentração de CO₂ e sim pelo tempo de exposição.

TABELA 25. Valores médios de perda de massa (%) de caquis ‘Rama Forte’ expostos a diferentes concentrações de CO₂ por 24, 48 e 72 h a 25°C, e posterior armazenamento por 2 dias.

Concentração de CO ₂ (%)	Tempo de exposição ao CO ₂ (h)			CV (%)
	24	48	72	
0	1,53 a	2,41 a	2,64 a	14,01
15	1,77 a	2,12 a	2,40 a	
30	1,70 a	2,14 a	2,31 a	
50	1,84 a	2,00 a	2,55 a	
70	1,75 a	2,02 a	2,43 a	
90	1,91 a	2,13 a	2,75 a	
Média da parcela	1,75 C ^y	2,14 B	2,51 A	Interação
CV (%)		16,33		NS ^Z

x – letras minúsculas diferentes na mesma coluna, na mesma data, indicam diferenças significativas Tukey ($P \leq 0,05$).

y – letras maiúsculas diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas Tukey ($P < 0,05$).

Z – NS = Não significativo a $P < 0,05$.

Observa-se que a interação tempo de exposição e concentração de CO₂ não foi significativa indicando que, independentemente do tempo de exposição, somente os frutos expostos a 70 e 90 % de CO₂ tornaram-se não adstringentes (Tabela 26).

Frutos expostos a 70 e 90% de CO₂ diminuíram significativamente o índice de adstringência em relação à testemunha, apresentando índices de 1,15 e 1,43 (não adstringente) respectivamente. Frutos expostos a 50% de CO₂ diminuíram o índice de adstringência, entretanto apresentaram valores de 2,70 (moderadamente adstringente). Por sua vez, frutos expostos a 0, 15 e 30 % de CO₂, permaneceram adstringentes apresentando índices de 3,85; 3,56; e 3,71 respectivamente (Tabela 26).

Ao submeter os frutos a altas concentrações de CO₂ induz-se a respiração anaeróbica, que tem como subproduto o acetaldeído. Acredita-se que este composto coagule ou polimerize o tanino solúvel transformando-o em insolúvel (MATSUO e ITO, 1977). Segundo PESIS e BEN-ARIE (1984), a quantidade de acetaldeído acumulada é menor quanto menor for a concentração de CO₂ a que o fruto é exposto. De acordo com os resultados deste experimento, concentrações inferiores a 70% não acumularam quantidades suficientes de acetaldeído para eliminar a adstringência de caquis ‘Rama Forte’, ainda que por um período de 72 h de exposição.

TABELA 26. Valores médios de índice de adstringência^v de caquis ‘Rama Forte’ expostos a diferentes concentrações de CO₂ por 24, 48 e 72 h a 25°C, e posterior armazenamento de 2 dias.

Concentração de CO ₂ (%)	Avaliação inicial	Tempo de exposição ao CO ₂ (h)			CV (%)
		24	48	72	
0	4,33	4,05 a	3,80 a	3,72 a	16,75
15		3,52 a	3,72 a	3,45 a	
30		4,10 a	3,40 a	3,65 a	
50		3,32 b	2,45 b	2,32 b	
70		1,35 c	1,95 c	1,00 c	
90		1,12 c	1,22 c	1,12 c	
Média da parcela			2,91 A ^y	2,75 AB	
CV (%)			13,81		NS ^z

x – letras minúsculas diferentes na mesma coluna, na mesma data, indicam diferenças significativas Tukey ($P \leq 0,05$).

y – letras maiúsculas diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas Tukey ($P \leq 0,05$).

Z – S = Não significativo a $P \leq 0,05$.

V – índice de adstringência de acordo com a escala de notas (1 = não adstringente, 2 = muito ligeiramente à não adstringente, 3 = moderadamente adstringente, 4 = adstringente e 5 = muito adstringente). (Gazit e Levi, 1963).

Observa-se que a interação entre o tempo de exposição e a concentração de CO₂ foi significativa (Tabela 27).

Após 24 h de exposição os frutos da testemunha registraram valores de 36,39 N, enquanto que os frutos submetidos a 70 e 90 % de CO₂, registraram valores significativamente inferiores, 22,87 e 13,94 N respectivamente. Entretanto, quando os frutos foram expostos a 70 e 90 % de CO₂ por 48 e 72 h, não foram observadas diminuições na resistência da polpa à penetração em relação à testemunha (Tabela 27).

Este efeito contraditório do CO₂ sobre o amolecimento dos frutos, também foi observado por BEN-ARIE e GUELFAT-REICH (1976). Este autores comentam que o efeito do amolecimento de caquis tratados com altas concentrações de CO₂ poderia ser explicado pela existência de dois sistemas independentes. No primeiro, altas concentrações de CO₂ por períodos curtos (24 h), ativariam um sistema de amolecimento dos frutos, no qual, a condensação do tanino (perda de adstringência), estaria elevando a atividade de certas enzimas envolvidas no amolecimento do fruto, que antes eram inibidas pelos taninos solúveis. No segundo, altas concentrações de CO₂ por períodos prolongados (48 h), estariam ativando um outro sistema de controle do amolecimento que seria o conhecido efeito inibitório do CO₂ sobre o amadurecimento do fruto, devido a uma diminuição da taxa respiratória e da produção de etileno durante o período de exposição.

Os dados deste experimento indicam a possível existência destes dois sistemas. Entretanto, como veremos no experimento seguinte, altas concentrações de CO₂ (70 e 90 %) por períodos inferiores a 24 h, promoveram a condensação do tanino (destanização), mas não induziram o amolecimento dos frutos, o que se faz crer que no primeiro sistema, proposto por BEN-ARIE e GUELFAT-REICH (1976), a ativação de certas enzimas envolvidas no amolecimento do fruto, não seria feita pelo condensação do tanino e sim por algum outro subproduto da anaerobiose.

Após 48 h de exposição não foram registradas diferenças significativas entres os frutos da testemunha com 19,18 N e os frutos submetidos às diferentes concentrações. Entretanto observou-se que frutos expostos a 15 e 30 % de CO₂, se apresentaram significativamente mais resistentes com valores de 30,74 e 29,05 N respectivamente, que os frutos expostos a 50 e 70 % que registraram valores de 13,12 e 13,51 N respectivamente. Praticamente o mesmo comportamento foi observado após 72 h de exposição (Tabela 27).

Segundo WANKIER et al. (1970) o metabolismo das plantas pode ser diminuído sob condições de atmosfera modificada (altas concentrações de CO₂). Entretanto, as concentrações e os tempos de exposição variam entre espécies e cultivares. Os dados obtidos neste experimento indicam que concentrações de 15 e 30 % de CO₂ por 24, 48 e 72 h, estariam evitando o amolecimento do fruto como acontece nos sistemas de atmosfera modificada.

TABELA 27. Valores médios de resistência da polpa à penetração (N) de caquis ‘Rama Forte’ expostos a diferentes concentrações de CO₂ por 24, 48 e 72 h a 25°C, e posterior armazenamento de 2 dias.

Concentração de CO ₂ (%)	Avaliação inicial	Tempo de exposição ao CO ₂ (h)			CV (%)
		24	48	72	
0	37,92	36,39 a	19,18 ab	28,27 ab	23,17
15		38,19 a	30,74 a	32,64 a	
30		35,21 ab	29,05 a	30,81 a	
50		27,06 ab	13,12 b	16,80 b	
70		22,87 bc	13,51 b	24,24 ab	
90		13,94 c	23,99 ab	25,81 ab	
Média da parcela		28,94 A	21,60 B	26,43 A	Interação
CV (%)		14,93			S^z

x – letras minúsculas diferentes na mesma coluna, na mesma data, indicam diferenças significativas Tukey (P ≤ 0,05).

y – letras maiúsculas diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas Tukey (P ≤ 0,05).

Z – S = Significativo a P ≤ 0,05.

A Figura 4 mostra a porcentagem de frutos com enegrecimento da polpa após a exposição a diferentes concentrações de CO₂ por 24, 48, ou 72 h. Observou-se que após 24 h 33,3 % dos frutos expostos a 90 % de CO₂ apresentaram manchas negras na polpa. Após 48 h, 75 % dos frutos expostos, tanto a 70 como a 90 % de CO₂ apresentaram este desordem fisiológico e após 72 h, 25 % dos frutos expostos a 70 % de CO₂ e 66,6 % dos frutos expostos a 90% de CO₂ apresentaram manchas negras na polpa. O enegrecimento da polpa, observado nos frutos expostos a altas concentrações de CO₂ por períodos de 24, 48 e 72 h é ilustrado na Figura 4.

PESIS e BEN-ARIE (1984) detectaram enegrecimento da polpa em caquis submetidos a 100% de CO₂ por 72 h. Segundo os mesmos autores e PESIS et al. (1988), altos teores de acetaldeído, formado em atmosferas com altas concentrações de CO₂, são responsáveis por este dano fisiológico. Segundo HRIBAR et al. (2000), quando as condições de anaerobiose são mantidas por longo tempo, os danos no fruto podem resultar em escurecimento da região peduncular (blossom-end browning), escurecimento da casca (skin browning) ou da polpa (internal breakdown). O dano causado por acúmulo de acetaldeído na polpa de frutos também foi relatado por SMAGULA e BRAMLAGE (1977) em maçãs.

Neste experimento observou-se que a exposição de frutos de caquis 'Rama Forte' a 90 % de CO₂ por períodos superiores a 24 h ou a 70 % de CO₂ por períodos superiores a 48 h, produziram altos teores de acetaldeído, que ocasionou este dano fisiológico. É importante ressaltar que a presença deste dano fisiológico estabeleceu um limite máximo de concentração e tempo de exposição ao CO₂ para o fruto no processo de destanização.

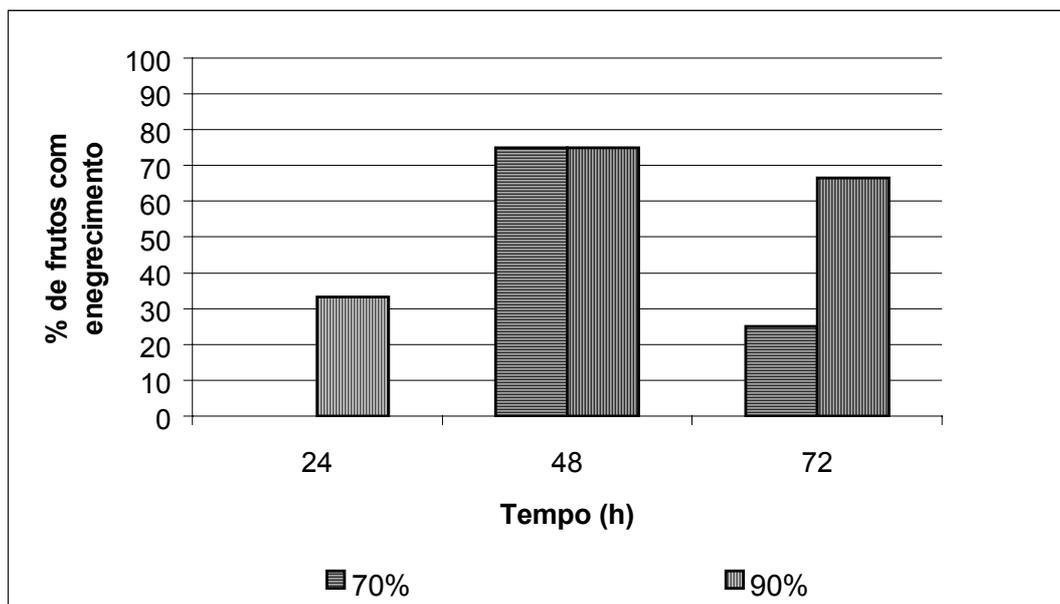


FIGURA 04. Porcentagem de enegrecimento da polpa de caquis ‘Rama Forte’ após a exposição a 70 ou 90 % de CO₂ por 24, 48 ou 72 h, seguidas de armazenamento a atmosfera normal a 25°C por 48 h. Não houve enegrecimento nos frutos expostos a 0, 15, 30 e 50% de CO₂.

Na cor de casca não houve interação significativa entre o tempo de exposição e a concentração de CO₂ para o valor L* (Tabela 28)

Independentemente do tempo de exposição, frutos expostos a 50, 70 ou 90% de CO₂, apresentaram uma diminuição significativa do valor L* em relação aos frutos expostos a 0, 15 ou 30% de CO₂ (Tabela 28).

Para o valor b*, a interação tempo de exposição, concentração de CO₂, também não foi significativa. Observou-se uma diminuição do valor b*, nos tratamentos expostos a 70 e 90 % de CO₂.

No valor a*, houve interação significativa entre o tempo de exposição e a concentração de CO₂. Após 24 h de exposição, não foram detectadas diferenças significativas entre os frutos expostos às diferentes concentrações. Entretanto, após 48 e 72 h, observa-se que os frutos expostos a 70 e 90 % de CO₂ apresentaram os menores valores de a*, indicando que a estas concentrações a coloração vermelha diminui (Tabela 28).

Os dados de cor de casca indicaram que concentrações superiores a 50 % de CO₂ por 24 h, produziram um escurecimento da casca e uma perda da coloração amarela. Os frutos apresentaram uma coloração vermelha escuro. Porém, quando os frutos foram expostos a 90 % de CO₂ por 24 h ou 70 % de CO₂ por 48 e 72 h, também ocorreu uma diminuição da coloração

vermelha. Observa-se na Figura 5 (Enegrecimento) que os mesmos frutos que apresentaram enegrecimento, também apresentaram uma diminuição da coloração vermelha. Estes resultados podem ser observados na Figura 4.

TABELA 28. Valores médios da cor da casca de caquis ‘Rama Forte’ expostos a diferentes concentrações de CO₂ por 24, 48 e 72 h a 25°C, e posterior armazenamento de 2 dias.

Concentração de CO ₂ (%)	L*			a*			b*		
	Tempo de exposição (h)			Tempo de exposição (h)			Tempo de exposição (h)		
	24	48	72	24	48	72	24	48	72
0	54,72 a ^x			36,52 a	37,32ab	38,08 a	48,80 a		
15	54,46 a			34,81 a	37,24ab	38,18 a	48,57 a		
30	54,42 a			34,46 a	36,00bc	36,69 a	49,13 a		
50	52,91 b			37,00 a	38,88a	37,64 a	46,27 ab		
70	51,74 b			36,90 a	34,19c	32,72 b	44,66 b		
90	52,08 b			35,59 a	33,49c	32,78 b	44,00 b		
Média da parcela	54,76A ^y	52,74B	52,67B	36,05A	36,18A	36,01A	48,94A	46,68B	45,26C
CV (%)	1,97			3,77			5,31		
CV Parcela (%)	1,95			2,08			2,64		
Interação	NS ^z			S ^z			NS ^z		

x – letras minúsculas diferentes na mesma coluna, na mesma data, indicam diferenças significativas Tukey (P ≤ 0,05).

y – letras maiúsculas diferentes na mesma linha, para um mesmo parâmetro, indicam diferenças significativas Tukey (P ≤ 0,05).

Z – NS = Não significativo e S = Significativo a P ≤ 0,05.

Para os valores de L*, a* e b* da polpa, houve interação significativa entre o tempo de exposição e a concentração de CO₂ (Tabela 29).

Para o valor L, observa-se que após 24 h de exposição, houve diferença significativa entre os frutos expostos a 15 e 30 % de CO₂, que apresentaram valores de 68,00 e 67,57 respectivamente e os frutos expostos a 90 % de CO₂, que apresentou um valor de 64,82. Entretanto após 48 h de exposição, observa-se que os frutos expostos a 70 e 90 % de CO₂, obtiveram valores significativamente maiores que a testemunha, que apresentou um valor de L* de 52,04. Após 72 h de exposição, somente os frutos expostos a 90 % de CO₂, diferiram significativamente da testemunha, que apresentou um valor de 61,48 (Tabela 29).

Para o valor a*, não houve diferenças significativas entre os tratamentos após 24 h de exposição. Após 48 h de exposição observa-se que quanto maior a concentração de CO₂ a que

os frutos foram expostos maior foi a diminuição do valor a*. Após 72 h houve diferença significativa entre a testemunha, que apresentou um valor de 15,59 e os frutos expostos a 90 % de CO₂, que apresentaram um valor menor 12,81 (Tabela 29).

Para o valor b*, apesar de haverem diferenças significativas entre os valores, não houve nenhum indício de que as diferentes concentrações de CO₂ afetaram este parâmetro.

Na coloração da polpa pode-se observar que para os três componentes da cor (valores L*, a* e b*) houve pouca ou nenhuma influência das diferentes concentrações de CO₂, após 24 h de exposição. Entretanto, quando os frutos foram expostos por períodos maiores que este observou-se um escurecimento da cor da polpa, o que pode ser observado na Figura 4.

TABELA 29. Valores Médios de cor da polpa de caquis ‘Rama Forte’ expostos a diferentes concentrações de CO₂ por 24, 48 e 72 h a 25°C, e posterior armazenamento de 2 dias.

Concentração de CO ₂ (%)	L*			a*			b*		
	Tempo de exposição (h)			Tempo de exposição (h)			Tempo de exposição (h)		
	24	48	72	24	48	72	24	48	72
0	65,85 ab	52,04 c	61,48 bc	12,69 a	11,83 d	15,59 a	47,28 a	43,58 b	48,70 a
15	68,00 a	53,42 bc	63,62 ab	11,21 a	19,28 a	15,30 ab	46,16 a	44,05 b	47,08 ab
30	67,57 a	54,65 bc	61,61 abc	10,79 a	17,72 ab	15,61 ab	46,11 a	44,39 b	46,86 ab
50	66,55 ab	55,34 b	59,45 c	11,48 a	16,33 bc	15,23 ab	46,16 a	44,44 ab	45,29 b
70	65,61 ab	58,43 a	58,78 c	12,47 a	13,76 cd	15,04 ab	46,13 a	47,57 a	45,58 ab
90	64,82 b	59,26 a	63,88 a	12,85a	13,49 d	12,81 b	46,20 a	46,13 ab	45,70 ab
Média da parcela	66,40A ^y	55,52 C	61,55 B	11,91B ^y	15,40 A	14,76 B	46,32A ^y	45,02 B	46,53 A
CV (%)	2,22			9,21			3,24		
CV Parcela (%)	3,86			7,49			3,92		
Interação	S ^z			S ^z			S ^z		

x – letras minúsculas diferentes na mesma coluna, na mesma data, indicam diferenças significativas Tukey (P ≤ 0,05).

y – letras maiúsculas diferentes na mesma linha, para um mesmo parâmetro, indicam diferenças significativas Tukey (P ≤ 0,05).

Z – S = Significativo a P ≤ 0,05.

Observa-se que para os dados de sólidos solúveis, não houve interação significativa entre o tempo de exposição e a concentração de CO₂. Independentemente do tempo de exposição, frutos expostos a 70 e 90 % de CO₂ apresentaram menores teores dos sólidos solúveis com 15,05 e 15,19 °BRIX respectivamente, quando comparados com os frutos

expostos a 0, 15, 30 ou 50 % de CO₂, que obtiveram 17,25; 16,91; 16,79 e 16,56 °BRIX, respectivamente (Tabela 30).

Nos experimentos com etanol, observou-se a mesma tendência. Frutos que perderam a adstringência, apresentaram uma diminuição significativa dos sólidos solúveis. ITTAH (1993), também obteve menores sólidos solúveis nos frutos que perderam a adstringência e atribui o fato a que o tanino solúvel estaria interagindo com os açúcares, causando assim a diminuição dos sólidos solúveis. Segundo SENTER et al. (1991) esta diminuição é devido à diminuição no teor de tanino solúvel, que também faz parte dos sólidos solúveis.

Os dados de pH indicaram que houve interação significativa entre o tempo de exposição e a concentração de CO₂. Após 24, 48 e 72 h os frutos expostos a 50, 70 e 90 % de CO₂, apresentaram um aumento significativo do pH em relação aos frutos expostos a 0, 15 ou 30 % de CO₂ (Tabela 30).

Os dados de acidez total indicaram que houve interação significativa entre tempo de exposição e a concentração de CO₂. Após 24 h, observa-se que houve uma diminuição da acidez total nos frutos expostos a 70 e 90 % de CO₂ em relação aos frutos expostos a 15 e 30 % de CO₂. Após 48 h não houve diferença significativa entre as diferentes concentrações de CO₂. Entretanto, após 72 h, houve uma mudança de comportamento. Frutos submetidos a altas concentrações (70 e 90 %) de CO₂, apresentaram valores significativamente maiores que os frutos da testemunha (Tabela 30).

Na ausência de oxigênio, o ciclo de Krebs e a cadeia transportadora de elétrons param de funcionar e tem início a respiração anaeróbica que tem como subproduto o acetaldeído e o etanol (TAIZ e ZEIGER, 1991). O aumento da acidez total, em frutos expostos por 48 e 72 h, é explicado pelo aumento do acetaldeído, produzido na sua maioria nas primeiras 20 h (HRIBAR et al. 2000). Após este período ele é transformado em etanol pela enzima álcool desidrogenase. Entretanto, quando os frutos permanecem expostos ao CO₂, esta enzima se mantém inativada e o acetaldeído não é transformado em etanol (PESIS e BEN-ARIE, 1984).

Neste primeiro experimento, constatou-se que concentrações inferiores a 70% de CO₂, independentemente do tempo de exposição, não foram eficientes para eliminar a adstringência dos frutos. Por outro lado, concentrações de 90 % de CO₂ por períodos superiores a 24 h e 70 % de CO₂ por períodos superiores a 48 h produziram um enegrecimento da polpa (Figura 4), provavelmente causado por um acúmulo de acetaldeído no tecido vegetal.

TABELA 30. Valores médios de sólidos solúveis (°BRIX), pH e Acidez total (g de ac. málico por 100g de peso fresco) da polpa de caquis ‘Rama Forte’ expostos a diferentes concentrações de CO₂ por 24, 48 e 72 h a 25°C, e posterior armazenamento de 2 dias.

Concentração de CO ₂ (%)	Sólidos solúveis			pH			Acidez total		
	Tempo de exposição (h)			Tempo de exposição (h)			Tempo de exposição (h)		
	24	48	72	24	48	72	24	48	72
0	17,25 a			5,75 b	5,87 b	5,95 c	0,147 ab	0,155 a	0,170 d
15	16,91 a			5,72 b	5,87 b	6,09 bc	0,170 a	0,157 a	0,228 ab
30	16,79 a			5,81 b	5,91 b	5,97 c	0,159 a	0,151 a	0,203 bcd
50	16,56 a			5,88 ab	6,15 a	6,19 ab	0,150 ab	0,120 a	0,179 cd
70	15,05 b			6,02 a	6,22 a	6,27 a	0,106 bc	0,154 a	0,215 abc
90	15,19 b			6,03 a	6,17 a	6,10 bc	0,102 c	0,121 a	0,255 a
Média da parcela	16,32A ^Y	16,54A	16,32A	5,87B ^Y	6,03 A	6,09 A	0,139B ^Y	0,143 B	0,208 A
CV (%)	4,94			1,27			12,92		
CV Parcela (%)	5,64			1,36			20,82		
Interação	NS ^Z			S ^Z			S ^Z		

x – letras minúsculas diferentes na mesma coluna, na mesma data, indicam diferenças significativas Tukey ($P \leq 0,05$).

y – letras maiúsculas diferentes na mesma linha, para um mesmo parâmetro, indicam diferenças significativas Tukey ($P \leq 0,05$).

Z – S = Significativo a $P \leq 0,05$.

Em função dos resultados obtidos nesse primeiro ensaio, foi realizado, um segundo ensaio onde foram testados períodos de exposição ao CO₂ de 12, 18 e 24 h para as concentrações de 70 e 90 % de CO₂.

A Tabela 31 mostra a de perda de massa de caquis expostos a diferentes concentrações de CO₂ por 12, 18 e 24 h. No dia 1, observaram-se diferenças significativas entre os tratamentos. Frutos expostos, tanto a 70 como a 90 % de CO₂ por 12 h, perderam 0,45 e 0,39 % da massa respectivamente. Estes valores foram significativamente menores que os valores apresentados pelos frutos expostos a 70 e 90 % de CO₂ por 18 e 24 h. Estes dados mostram um claro efeito do tempo de exposição sobre a perda de massa de caquis.

Entretanto, após um período de armazenamento de dois dias a 25°C 90% de UR, estas diferenças foram eliminadas. Os frutos expostos a diferentes concentrações de CO₂ por diferentes períodos apresentaram uma perda de massa média de 2,12 %.

TABELA 31. Valores médios de perda de massa (%) de caquis ‘Rama Forte’ expostos a 70 e 90 % de CO₂ por 12, 18 ou 24 h a 25°C 90% UR e posterior armazenamento por 2 dias.

Tratamentos	Dia 0	Dia 1	Dia 3
	antes da exposição	após a exposição	após armazenamento
0 % 18 h		0,60 bc ^x	1,99 a
70 % 12 h		0,45 cd	1,89 a
70 % 18 h		0,92 a	2,21 a
70 % 24 h	0,00	0,84 a	2,14 a
90 % 12 h		0,39 d	2,18 a
90 % 18 h		0,62 b	2,32 a
90 % 24 h		0,64 b	2,14 a
CV (%)		13,23	11,18

x – letras diferentes na mesma coluna, na mesma data, indicam diferenças significativas Tukey (P ≤ 0,05).

Logo após a exposição dos frutos às diferentes concentrações de CO₂, independente do tempo de exposição, observou-se uma diminuição significativa do índice de adstringência em relação aos frutos da testemunha (Tabela 32).

Esta diminuição foi ainda mais acentuada após dois dias a 25°C 90% de UR, quando os valores de índice de adstringência, dos frutos expostos a diferentes concentrações de CO₂ por diferentes períodos, estiveram próximos a 1 (não adstringente). Enquanto que os frutos expostos a 0 % de CO₂ por 18 h, apresentaram um valor de 4,2 (adstringente). Não foram registradas diferenças significativas tanto entre as diferentes concentrações de CO₂ como entre os tempos de exposição.

Segundo VIDRIH et al. (1994), para as cultivares *Lycopersicon* e *Thiene*, 20 h de exposição a 100% de CO₂ são suficientes para a remoção da adstringência. Entretanto, para a cultivar *Kaki Tipo* são necessárias 72 h ou mais de exposição a altas concentrações de CO₂.

No caso deste experimento, foram necessárias somente 12 h de exposição a 70% de CO₂, mais dois dias à temperatura ambiente, para que o fruto perdesse a adstringência.

Um dos mecanismos propostos na remoção da adstringência envolve a condensação do tanino solúvel com acetaldeído acumulado sob condições anaeróbicas (ITO, 1974). MATSUO e ITO (1977) relatam que um período de exposição ao CO₂ de seis horas produz acetaldeído suficiente para condensar o tanino solúvel, tornando-o insolúvel. Entretanto, após este período são necessárias mais três horas à temperatura ambiente para que o acetaldeído comece a reagir com o tanino. Nos tratamentos realizados neste experimento, os frutos foram analisados após

dois dias, período mais que suficiente, segundo MATSUO e ITO (1977), para a condensação do tanino.

TABELA 32. Valores médios de índice de adstringência^y de caquis ‘Rama Forte’ expostos a 70 e 90 % de CO₂ por 12, 18 ou 24 h a 25°C 90% UR e posterior armazenamento por 2 dias.

Tratamentos	Dia 0	Dia 1	Dia 3
	antes da exposição	após a exposição	após armazenamento
0 % 18 h		5,00 a	4,12 a
70 % 12 h		2,74 cd	1,18 b
70 % 18 h		3,00 bc	1,06 b
70 % 24 h	4,04	1,92 d	1,00 b
90 % 12 h		3,12 bc	1,06 b
90 % 18 h		3,80 b	1,00 b
90 % 24 h		2,80 cd	1,00 b
CV (%)		14,61	7,62

x – letras diferentes na mesma coluna, na mesma data, indicam diferenças significativas Tukey ($P \leq 0,05$).

y – índice de adstringência de acordo com a escala de notas (1 = não adstringente, 2 = ligeiramente adstringente à não adstringente, 3 = moderadamente adstringente, 4 = adstringente e 5 = muito adstringente). (GAZIT e LEVY, 1963).

Logo após o período de exposição ao gás, a resistência da polpa dos frutos manteve-se constante os frutos apresentaram, em média, 47,82 N. Entretanto, após dois dias de armazenamento, observou-se uma diminuição significativa da resistência da polpa dos frutos expostos a 70 % por 24 h e 90 % por 18 e 24 h, que apresentaram 25,67; 11,56 e 9,80 N, respectivamente. Frutos expostos a 0 % por 18 h apresentaram índice de 42,72 N (Tabela 33).

Observa-se na Tabela 32 (índice de adstringência), que todos os caquis expostos tanto a 70 como a 90 % de CO₂, perderam a adstringência. Entretanto, ao comparar os dados de adstringência com os de resistência da polpa, observa-se que não existe qualquer relação entre estes dois parâmetros, indicando que o processo de destanização é totalmente independente da perda de resistência da polpa. Sendo então possível obter frutos destanizados tão resistentes quanto frutos com tanino.

Segundo BEN-ARIE e GUELFAT-REICH (1976) a destanização com CO₂ por períodos de 24 h, acelera o amolecimento do fruto. Possivelmente, a condensação do tanino em uma atmosfera rica em CO₂, possibilite a elevação da atividade de certas enzimas envolvidas no amolecimento, que anteriormente estavam inibidas pela presença de tanino solúvel. Entretanto, a exposição de caquis altas concentrações de CO₂ por períodos curtos 6 h, diminui a taxa respiratória e a produção de etileno, fazendo com que o fruto se mantenha firme.

TABELA 33. Valores médios de resistência da polpa à penetração (N) de caquis ‘Rama Forte’ expostos a 70 e 90 % de CO₂ por 12, 18 ou 24 h a 25°C 90%UR e posterior armazenamento por 2 dias.

Tratamentos	Dia 0	Dia 1	Dia 3
	antes da exposição	após a exposição	após armazenamento
0 % 18 h		49,39 ab	42,72 a
70 % 12 h		52,33 ab	39,98 a
70 % 18 h		54,48 a	36,26 ab
70 % 24 h	48,02	45,27 ab	25,67 b
90 % 12 h		45,27 ab	29,98 ab
90 % 18 h		48,41 ab	11,56 c
90 % 24 h		39,59 b	09,80 c
CV (%)		14,38	22,86

x – letras diferentes na mesma coluna, na mesma data, indicam diferenças significativas Tukey (P ≤ 0,05).

A Tabela 34 mostra a cor de casca e polpa dos frutos. No dia 1, apenas foram observadas diferenças significativas, entre os tratamentos, no valor a*, tanto da casca como da polpa. Entretanto, nenhuma das diferenças indica qualquer efeito da concentração de CO₂ ou do tempo de exposição sobre este parâmetro.

No dia 2, não foram observadas diferenças significativas, entre os tratamentos, nos valores L* e a* da casca. Entretanto, para o valor b*, observou-se que frutos expostos a 0 % de CO₂ por 18 h mostraram um valor de 53,72, que foi significativamente maior que os valores apresentados pelos frutos expostos a 70% 24 h, 90% 18 e 24 h, que mostraram valores de 48,68; 48,84 e 47,68 respectivamente. Estes dados indicam que, frutos expostos a 70 % de CO₂ por 24 h diminuem a coloração amarela em relação a frutos não expostos ao CO₂. Entretanto, quando os frutos são expostos a 90% de CO₂, a diminuição da coloração amarela ocorre após 18 h. Indicando que existe um efeito da concentração e do tempo de exposição sobre a coloração amarela (b*) (Tabela 34).

Na cor da polpa, frutos expostos a 0 % de CO₂ por 18 h mostraram um valor de L* de 63,02, significativamente maior que os valores apresentados pelo fruto expostos a 70% por 24 h e 90% por 18 e 24 h, que mostraram valores de 49,87; 54,48 e 52,25 respectivamente. Estes dados indicam um efeito da concentração de CO₂ e do tempo de exposição sobre o valor L* da polpa. Exatamente como ocorreu para o valor b* da casca (Tabela 34).

Para os valores a* e b*, foram registradas algumas diferenças significativas entre os tratamentos. Entretanto nenhuma delas indica um efeito do CO₂ ou tempo de exposição sobre estes parâmetros.

TABELA 34. Valores médios de cor de casca e polpa de caquis ‘Rama Forte’ expostos a 70 e 90 % de CO₂ por 12, 18 ou 24 h a 25°C 90%UR e posterior armazenamento por 2 dias.

Dia de análise	Tratamentos	Cor de Casca			Cor de Polpa		
		L ^y	a	b	L	a	b
Dia 0		58,10	33,15	53,83	61,50	12,21	39,88
Dia 1^Z	0 % 18 h	56,86 a	33,56 ab	52,90 a	56,86 a	33,56 ab	52,90 a
	70 % 12 h	58,27 a	31,81 b	55,28 a	58,27 a	31,81 b	55,28 a
	70 % 18 h	57,89 a	32,83 ab	53,63 a	57,89 a	32,83 ab	53,63 a
	70 % 24 h	57,74 a	31,64 b	54,54 a	57,74 a	31,64 b	54,54 a
	90 % 12 h	57,06 a	34,48 a	53,05 a	57,06 a	34,48 a	53,05 a
	90 % 18 h	57,93 a	34,17 a	53,92 a	57,93 a	34,17 a	53,92 a
	90 % 24 h	56,58 a	32,57 ab	52,85 a	56,58 a	32,57 ab	52,85 a
	CV (%)	2,02	3,55	4,03	2,02	3,55	4,03
Dia 3	0 % 18 h	54,27 a	34,19 ab	53,72 a	63,02 a	15,61 ab	46,42 a
	70 % 12 h	55,14 a	35,64 ab	50,61 ab	60,34 ab	13,75 ab	41,68 ab
	70 % 18 h	56,06 a	33,09b	51,00 ab	58,58 ab	14,90 ab	45,87 a
	70 % 24 h	54,19 a	34,10 ab	48,68 b	49,87 c	13,43 b	37,81 b
	90 % 12 h	55,51 a	34,63 ab	51,11 ab	59,37 ab	15,97 a	45,29 a
	90 % 18 h	54,39 a	36,39 a	48,84 b	54,48 bc	15,46 ab	42,49 ab
	90 % 24 h	53,48 a	35,14 ab	47,58 b	52,25 c	14,61 ab	40,93 ab
	CV (%)	4,98	3,88	4,59	5,21	7,85	7,33

x – letras diferentes na mesma coluna, na mesma data, indicam diferenças significativas Tukey ($P \leq 0,05$).

y – L* representa a luminosidade que varia de - 60 (escuro) e + 60 (claro). Os índices a* e b* são coordenadas de croma que variam de +a* (vermelho) a -a* (verde) e de +b* (amarelo) a -b* (azul), ambos com variação entre - 60 e + 60.

Z – período em que foram analisados os frutos. Dia 0 = Avaliação antes da exposição dos frutos. Dia 1 = Avaliação logo após a exposição dos frutos aos gases. Dia 3 = Avaliação após 2 dias de armazenamento a 25°C.

No dia 1, os frutos expostos a 70 % de CO₂, independente do tempo de exposição, apresentaram uma diminuição significativa dos teores de sólidos solúveis, quando comparados com os frutos expostos a 0% de CO₂ por 18 h, que apresentaram 17,40°BRIX. No dia 3, os frutos expostos, tanto a 70 quanto a 90% de CO₂, independente do tempo de exposição, apresentaram teores significativamente menores de sólidos solúveis que os frutos expostos a 0% de CO₂ por 18 h, que apresentaram um valor de 18,16°BRIX (Tabela 35).

ITTAH (1993) também detectou uma diminuição do teor de sólidos solúveis após a eliminação da adstringência. O autor comenta que uma rápida diminuição no teor de açúcares não poderia ser atribuída a um aumento na taxa respiratória, pois os frutos estariam sob condições de anaerobiose e este processo demanda um menor consumo de energia. Portanto,

os açúcares parecem estar reagindo com outras substâncias presentes na célula durante a destanização.

TABELA 35. Valores médios de sólidos solúveis (°BRIX), pH e acidez total (g de ac. málico / 100g de peso fresco) de caquis 'Rama Forte' expostos a 70 e 90 % de CO₂ por 12, 18 ou 24 h a 25°C 90% UR e posterior armazenamento por 2 dias.

Dia de análise	Tratamentos	Sólidos Solúveis	pH	Acidez Total
Dia 0		17,10	5,40	0,160
Dia 1^Z	0 % 18 h	17,40 a	5,50 f	0,160 a
	70 % 12 h	15,02 c	5,84 de	0,108 bc
	70 % 18 h	15,80 bc	5,96 bc	0,094 c
	70 % 24 h	15,00 c	6,10 a	0,064 d
	90 % 12 h	16,74 ab	5,74 e	0,124 b
	90 % 18 h	16,64 ab	5,88 cd	0,112 bc
	90 % 24 h	16,12 abc	6,06 ab	0,096 c
	CV (%)	4,02	0,89	12,87
Dia 3	0 % 18 h	18,16 a	5,58 c	0,182 abc
	70 % 12 h	16,16 b	5,76 b	0,136 c
	70 % 18 h	15,56 b	5,79 b	0,158 bc
	70 % 24 h	16,36 b	5,99 a	0,216 ab
	90 % 12 h	15,48 b	5,83 b	0,158 bc
	90 % 18 h	16,16 b	5,99 a	0,192 abc
	90 % 24 h	16,40 b	6,03 a	0,240 a
	CV (%)	2,83	1,23	17,01

x – letras diferentes na mesma coluna, na mesma data, indicam diferenças significativas Tukey (P ≤ 0,05).

y – período em que foram analisados os frutos. Dia 0 = Avaliação antes da exposição dos frutos. Dia 1 = Avaliação logo após a exposição dos frutos aos gases. Dia 3 = Avaliação após 2 dias de armazenamento a 25°C.

A Figura 5 mostra a correlação entre sólidos solúveis e índice de adstringência no dia 1. Observa-se que existe uma alta correlação (R=0,87) entre estes parâmetros. Segundo SENTER et al. (1991) a diminuição do teor de sólidos solúveis é devido à diminuição no teor de tanino solúvel, que também faz parte dos sólidos solúveis.

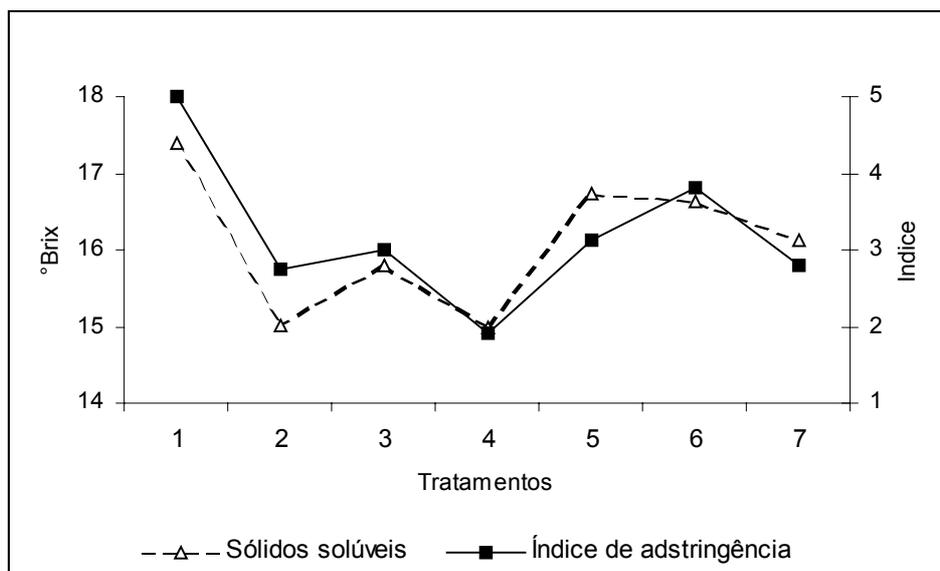


FIGURA 05. Relação entre Sólidos solúveis e Índice de adstringência de caquis 'Rama Forte' após a exposição (Dia 1) a 70 ou 90 % de CO₂ por 12, 18 ou 24 h. Tratamentos: 1 = 0 % / 18 h; 2 = 70 % / 12 h; 3 = 70 % / 18 h; 4 = 70 % / 24 h; 5 = 90 % / 12 h; 6 = 90 % / 18 h e 7 = 90 % / 24 h. Regressão linear significativa ($P \leq 0,05$), $R = 0,87$.

No dia 1, todos os frutos expostos, tanto a 70 como 90% de CO₂, apresentaram valores de pH significativamente maiores que os frutos expostos a 0% de CO₂, que apresentaram um valor de 5,50. Entretanto, observou-se que quanto maior o tempo de exposição ao CO₂, tanto a 70 quanto a 90 %, maior foram os valores de pH. No dia 3, estas tendências foram mantidas. Frutos expostos a 0% de CO₂ por 18 h, apresentaram 5,58, significativamente menor que os valores apresentados pelos frutos dos outros tratamentos (Tabela 35).

No dia 1, a acidez total dos frutos expostos a 0% de CO₂ por 18 h foi de 0,160 g 100g⁻¹, significativamente maior que a dos frutos expostos a 70 e 90 % de CO₂, independente do tempo de exposição. Entretanto, observa-se que quanto maior o tempo de exposição, tanto a 70 como a 90 % de CO₂, menor foi a acidez total (Tabela 35).

No dia 3, não houve diferença significativa entre os frutos expostos a 70 e 90 % e os frutos expostos a 0% de CO₂. Entretanto, observa-se que, tanto a 70 como a 90 % de CO₂, quanto maior o tempo de exposição, maior foi a acidez total (Tabela 35).

Segundo DAOOD et al. (1992) e SENTER et al. (1991), os principais ácidos orgânicos presentes em frutos de caquis são: málico, succínico, cítrico e isocítrico. Estes ácidos são encontrados no ciclo do ácido tricarbóxico, que para de funcionar quando os frutos são expostos a atmosferas com baixa concentração de oxigênio (TAIZ e ZEIGER, 1991).

Entretanto, quando os frutos são transferidos para uma atmosfera normal, o ciclo volta a funcionar e os ácidos voltam a ser produzidos.

5.4. CONCLUSÕES

A exposição de frutos às concentrações de 70 e 90 % de CO₂, independentemente do tempo de exposição, eliminam a adstringência de caquis 'Rama Forte'.

A exposição à concentração de 90 % de CO₂, por um período superior a 12 h, produz enegrecimento e amolecimento da polpa.

A exposição à concentração de 70 % de CO₂ por períodos de 12 e 18 h elimina a adstringência e mantém a firmeza da polpa.

6. CAPÍTULO 4:

COMPARAÇÃO DE DIFERENTES MÉTODOS DE DESTANIZAÇÃO DO CAQUI 'RAMA FORTE'

6.1. INTRODUÇÃO

Os experimentos relatados nos três capítulos anteriores revelaram as melhores combinações, de níveis de concentração e de tempos de exposição, utilizando-se etanol, etileno e CO₂. A determinação da combinação que fornece a melhor resposta quanto a qualidade é assunto do presente capítulo. Como a adstringência pode ser eliminada em detrimento da firmeza do fruto, parâmetros mecânicos de avaliação de qualidade foram introduzidos.

6.2. MATERIAL E MÉTODOS

Caquis 'Rama Forte', colhidos na região de Guararema-SP durante a safra 2001, foram selecionados de acordo com a Normas de Classificação, Padronização e Identificação do Caqui. Utilizaram-se frutos do Grupo 1, taninoso, Subgrupo 2, amarelo alaranjado, e Classe 6, frutos com diâmetro equatorial entre 60 mm e 70 mm (PROGRAMA BRASILEIRO PARA A MODERNIZAÇÃO DA HORTICULTURA, 2000). Em seguida, os frutos foram transportados para o Laboratório de Fisiologia de Pós-colheita do FRUTHOTEC ITAL, aproximadamente 150 km. Os frutos foram numerados, pesados e dispostos em caixas plásticas (60 x 40 x 20) contendo duas camadas de fruto. Em seguida, as caixas foram distribuídas em quatro tambores de aço com capacidade de 200 L e colocados em câmara a 25±1°C 90±5 % UR. Em cada tambor estabeleceu-se uma condição diferente para a destanização dos frutos (Tabela 36). Para aplicação do CO₂ fez-se a injeção do gás a 100% de pureza, fornecido pela White Martins, até que a concentração interna do tambor atingisse 70%. O monitoramento da concentração de CO₂ foi feito analisador de O₂/CO₂ modelo CombCheck 9800/1 da marca DANSENSOR. Posteriormente o tambor foi conectado a um fluxocentro,

adaptado de CALBO (1989), com um escoamento contínuo de 45 L. h⁻¹ composto de 70% de CO₂ + ar. Para aplicação do etanol, utilizaram-se bandejas de alumínio (20 x 35 x 05 cm) colocadas na parte inferior do tambor com 25 mL (1,70 mL de etanol por kg de caqui) de etanol P.A. O etileno foi injetado diretamente no tambor na forma de Etil-5, fornecido pela White Martins. No ultimo tambor foram colocados os frutos da testemunha. Em seguida, os tambores foram fechados e os ventiladores internos ligados. Os frutos permaneceram sob estas condições durante os respectivos tempos (Tabela 36). Após cada período, os frutos foram retirados dos tambores e transferidos para uma câmara a 25±1°C 90±5%UR. Foram realizadas avaliações antes dos tratamentos, logo da saída de cada tratamento e após 1, 2, 5, 8 e 14 dias de armazenamento em condições ambiente.

TABELA 36. Condições a que foram submetidos caquis ‘Rama Forte’ para a destanização a 25±1°C 90±5% UR por diferentes métodos.

Tratamentos	Condições de destanização
Testemunha	Atmosfera normal por 18 h
CO ₂	70% de CO ₂ por 18 h
Etanol	1,7 mL de etanol por kg de fruta por 6 h
Etileno	10 µL.L ⁻¹ por 24 h

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com quatro tratamentos, cinco repetições, tendo três frutos como unidade experimental. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias de uma mesma data, comparadas pelo teste Tukey (P≤0,05). Para realização das análises estatísticas e correlações entre as variáveis utilizou-se os programas SAS/ STAT e ESTAT v.2.0

6.2.1. Avaliações da qualidade

A avaliação do efeito das diferentes condições de destanização de caquis ‘Rama Forte’, foi realizada através de análise das seguintes propriedades:

Propriedades físicas, químicas e físico-químicas

Para a análise das propriedades físicas, químicas e físico-químicas, avaliaram-se os seguintes parâmetros: perda de massa, índice de adstringência, cor de casca e de polpa, sólidos

solúveis, pH e acidez total. Os procedimentos de cada avaliação são idênticos aos descritos no capítulo 1.

Propriedades mecânicas:

Resistência da polpa à penetração (ponteira de 8 mm) - O procedimento desta avaliação é idêntico aos descrito no capítulo 1.

Compressão do fruto inteiro - O fruto foi submetido a compressão entre pratos planos, rígidos e paralelos como ilustra a Figura 7. Os eixos horizontal e vertical serão referenciados como “Posição Horizontal” e “Posição Vertical”. Antes de comprimir o fruto, retirou-se os restos do pedicelo e sépalas, a estrutura do cálice foi mantida.

Compressão uniaxial de espécimes cilíndricos extraídos da polpa- retiraram-se espécimes cilíndricos nas direções vertical e horizontal, Figura 6. Os espécimes extraídos na horizontal e vertical serão posteriormente referenciadas como “Espécime Horizontal” e “Espécime Vertical”. Para o preparo dos espécimes utilizou-se um anel vazador e duas lâminas paralelas. As dimensões finais dos espécimes foram de 12 mm de diâmetro e 18 mm de altura. As amostras foram comprimidas imediatamente após o corte.

Para os ensaios de compressão, tanto do Fruto Inteiro como dos espécimes utilizou-se uma máquina universal de ensaios (TA XT2 – Stable Micro Systems) equipada com uma célula de carga de 25 kg e um prato plano de alumínio com 100 mm de diâmetro (P/100), fornecido pela mesma empresa. Todas os testes foram feitos a uma taxa de deformação de 1 mm s⁻¹ (Figura 7).

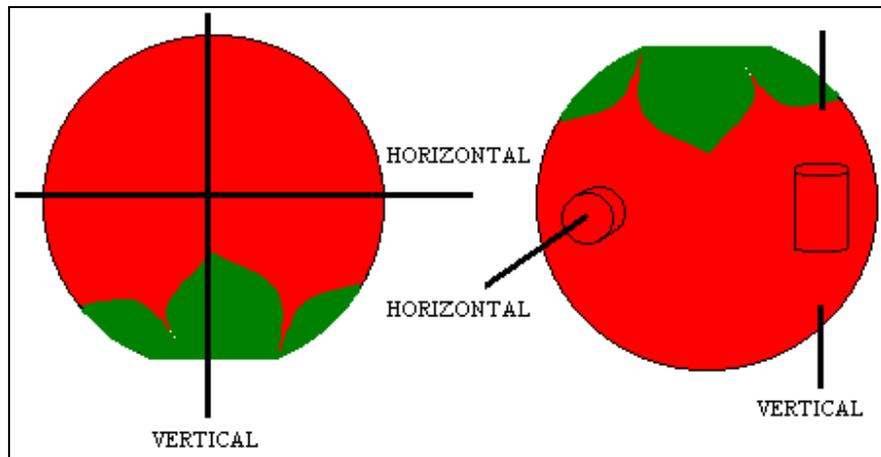


FIGURA 06. Direções vertical e horizontal de compressão e locais para a retirada dos Espécimes Cilíndricos nas direções vertical e horizontal, da polpa de caquis ‘Rama Forte’.

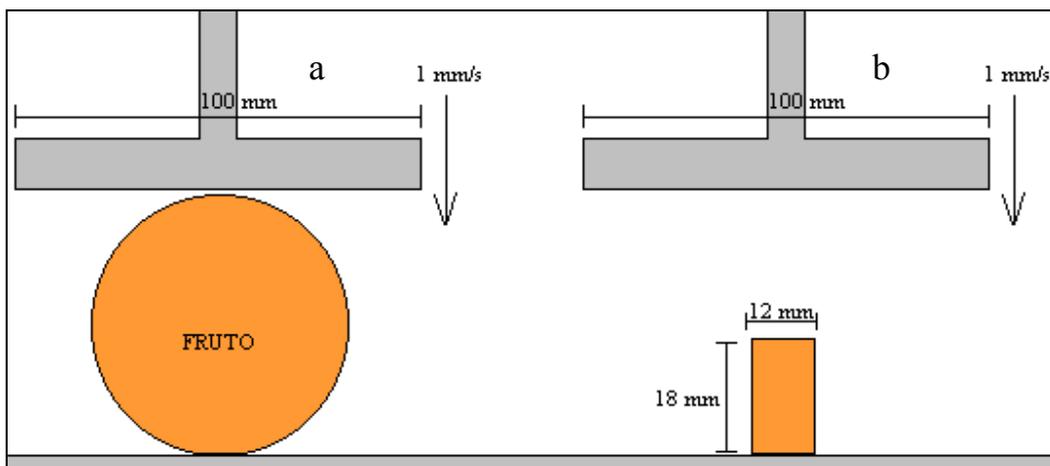


FIGURA 07. Compressão entre pratos planos, rígidos e paralelos do Fruto Inteiro (a) e espécimes cilíndricos (b).

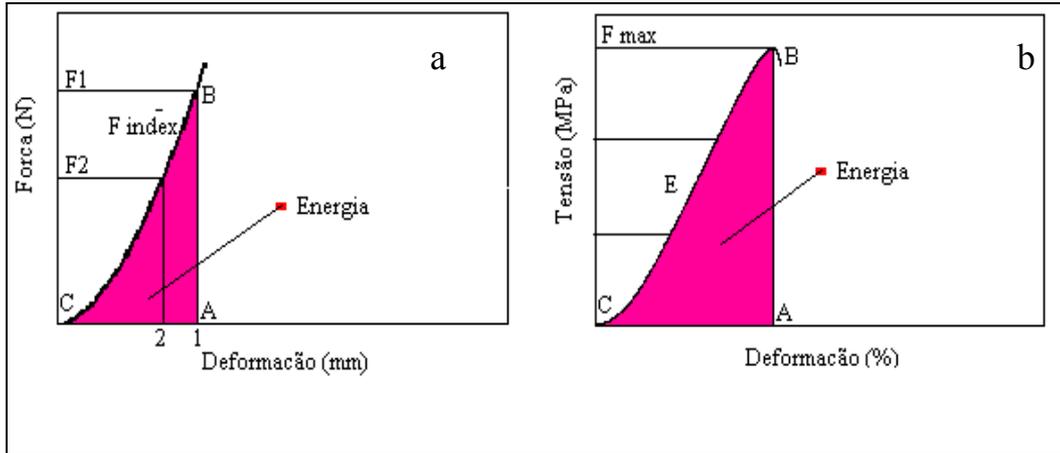


FIGURA 08. (a) Gráfico obtido após compressão do fruto inteiro entre pratos planos, rígidos e paralelos e (b) Gráfico obtido após compressão uniaxial de espécimes cilíndricos entre pratos planos, rígidos e paralelos.

A máquina universal de ensaios foi conectada a um computador onde foi instalado o programa Texture Expert Exceed – Stable Micro Systems que permite registro de dados dos ensaios de compressão e fornece gráficos similares aos mostrados na Figura 8. As condições de programação para os diferentes ensaios podem ser observadas na Tabela 37. Com o mesmo programa mencionado acima extraíu-se dos gráficos as seguintes variáveis.

Para o Fruto Inteiro utilizaram-se:

Força a 3 % de deformação – força (N) necessária para a deformação de 3 % do diâmetro longitudinal dos frutos para a posição vertical e 3 % do diâmetro equatorial do fruto para a posição horizontal (Figura 9a).

Energia a 3% de deformação – calculou-se a área (N.mm) do triângulo ABC na Figura 9 a.

Índice de firmeza (IF) – foi calculado a partir da equação de Hertz:

$$IF = \frac{(F_1 - F_2)}{(D_1 - D_2)} \dots\dots\dots(1.0)$$

com unidades expressas em N mm⁻¹. Onde,

F₁ = força (N) a 3 % de deformação e **D₁** = respectiva deformação.

F_2 = força (N) a 2 % de deformação (mm) e D_2 = respectiva deformação (mm). THIAGU et al. (1993) chamaram esta variável de “stiffness” e BORGES e PELEG (1997) a denominaram “pseudomódulo de deformação”.

Para os espécimes cilíndricos utilizaram-se:

Força Máxima – força (N) de ruptura.

Energia – representada pela área (N.mm) do triângulo ABC na Figura 9 b.

Módulo Elástico – com o auxílio do programa Texture Expert Exceed – Stable Micro Systems, calculou-se a tangente no trecho linear da curva tensão-deformação.

TABELA 37. Condições dos ensaios de compressão do Fruto Inteiro e Espécimes cilíndricos realizados em caquis ‘Rama Forte’.

Fruto Inteiro	Espécime Cilíndrico
Modo: Measure force in compression	Modo: Measure force in compression
Opção: Return to start	Opção: Return to start
Velocidade antes do teste: 2 mm/s	Velocidade antes do teste: 2 mm/s
Velocidade do teste: 1 mm/s	Velocidade do teste: 1 mm/s
Velocidade após o teste: 4 mm/s	Velocidade após o teste: 4 mm/s
Distância: 50% (Deformação)	Distância: 5 % (Deformação)
Início do teste: Auto (0,05 N)	Início do teste: Auto (0,05 N)
Taxa de aquisição: 200 Hz	Taxa de aquisição: 200 Hz

6.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Propriedades físicas, químicas e físico-químicas.

Observa-se que logo após a exposição às diferentes condições de destanização, frutos expostos ao CO₂ e ao etileno apresentaram significativamente menor perda de massa em relação aos frutos da testemunha e aos expostos ao etanol. Entretanto nos dias seguintes do armazenamento estas diferenças foram eliminadas. Não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos durante o período de armazenamento (Tabela 38).

Os frutos expostos aos diferentes tratamentos de destanização perderam em média 10,64 % da massa após 14 dias de armazenamento a 25°C 90% UR. É interessante comentar que após 8 dias de armazenamento, os frutos não apresentaram sintomas de desidratação, como por exemplo, enrugamento de casca. Entretanto, após 14 dias quase todos os frutos apresentaram estes sintomas. Este fato indica que, independente do método de destanização usado, frutos de caqui “Rama Forte” devem ser comercializados e consumidos durante 8 dias, quando mantidos a 25°C 90% de UR.

TABELA 38. Valores médios de perda de massa (%) de caquis ‘Rama Forte’ durante a destanização com CO₂, etanol ou etileno a 25°C e posterior armazenamento a 25°C 90 % de UR durante 14 dias.

Tratamentos	Avaliação Inicial	Avaliação após Exposição	Dia 1	Dia 2	Dia 5	Dia 8	Dia 14
Testemunha		1,52 a ^x	2,17 a	3,02 a	5,20 a	6,84 a	10,69 a
CO ₂	0,00	0,98 c	2,06 a	2,86 a	5,39 a	5,85 a	10,47 a
Etanol		1,44 ab	2,14 a	3,00 a	5,60 a	7,06 a	11,41 a
Etileno		1,18 bc	2,22 a	2,80 a	4,55 a	6,92 a	9,99 a
c.v (%)		12,24	9,80	10,42	13,71	10,66	10,17

x - Letras diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas ao nível de 5%, Tukey.

Logo após o tratamento de destanização, frutos tratados com CO₂ já haviam sofrido uma redução significativa da adstringência, apresentando valores de 2,65 (moderadamente adstringente). Enquanto que os frutos da testemunha e expostos ao etanol e ao etileno, apresentaram-se adstringentes (Tabela 39).

Durante o armazenamento, observou-se que frutos expostos ao CO₂ apresentaram-se sem adstringência logo no segundo dia, frutos expostos ao etanol demoraram cinco dias,

enquanto que os frutos expostos ao etileno permaneceram ligeiramente adstringentes até o 14º dia. Os frutos da testemunha permaneceram com índice de adstringência de 3,57 (adstringente) após 14 dias de armazenamento (Tabela 39).

Sob altas concentrações de CO₂, ocorre um 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 1974). Por sua vez, a exposição de frutos ao etanol envolve a evaporação e absorção do etanol durante o período de exposição (KATO, 1984 b). Em seguida, o etanol absorvido é então transformado em acetaldeído pela enzima álcool desidrogenase (YONEMORI E SUGIURA, 1996). Posteriormente, o tanino solúvel é condensado pelo acetaldeído acumulado, como no caso do CO₂.

Como visto no parágrafo acima, o único passo, onde a destanização com CO₂ difere da destanização com etanol é na transformação do etanol, absorvido pelo fruto durante a exposição, em acetaldeído. Segundo MATSUO e ITO (1977) a enzima álcool desidrogenase que catalisa esta reação de oxidação tem um valor pequeno de *K_m* para o acetaldeído ($4,4 \times 10^{-4}$), favorecendo assim a formação de etanol. Este fato explicaria o maior tempo necessário para a destanização de frutos expostos ao etanol.

Quanto ao etileno, é sabido que este gás não é agente destanizador como o CO₂ e o etanol. O etileno induz o amadurecimento do fruto, produzindo assim um desaparecimento natural do tanino solúvel. Segundo os dados obtidos neste experimento, foram necessários 14 dias para que os frutos tratados com etileno chegassem a ser considerados ligeiramente adstringentes.

TABELA 39. Valores médios de índice de adstringência^v de caquis ‘Rama Forte’ durante a destanização com CO₂, etanol ou etileno a 25°C e posterior armazenamento a 25°C 90 % de UR durante 14 dias.

Tratamentos	Avaliação Inicial	Avaliação após Exposição	Dia 1	Dia 2	Dia 5	Dia 8	Dia 14
Testemunha		4,32 a ^x	3,64 a	3,89 a	3,57 a	3,69 a	3,57 a
CO ₂	4,53	2,65 b	2,20 b	1,53 b	1,11 c	1,19 c	1,07 c
Etanol		4,06 a	3,07 a	2,07 b	1,29 c	1,14 c	1,04 c
Etileno		3,85 a	3,71 a	2,26 b	1,89 b	1,96 b	1,77 b
c.v., (%)		10,92	13,89	17,01	10,38	7,05	19,13

v – índice de tanino medido através da escala de notas de Gazit e Levi, (1963), 1 = não adstringente, 2 = ligeiramente adstringente à não adstringente, 3 = moderadamente adstringente, 4 = adstringente e 5 = muito adstringente.

x – Letras diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas ao nível de 5%, Tukey.

A Figura 9 mostra a cor de casca e polpa dos frutos, observa-se que nos frutos expostos ao etileno, houve uma diminuição significativa do valor L*, logo após o período de exposição ao gás, indicando um escurecimento, tanto da casca quanto da polpa. Para os frutos expostos ao CO₂, etanol e testemunha, o valor L* permaneceu constante durante todo o experimento.

Observa-se que nos frutos expostos ao etileno, houve um aumento da coloração vermelha (a*), nos primeiros dois dias, em seguida observou-se uma diminuição significativa a partir do dia 2. Este comportamento foi observado tanto na casca quanto na polpa dos frutos expostos ao etileno. Nos frutos expostos ao CO₂, etanol e testemunha, houve apenas um leve incremento do vermelho (Figura 9).

Praticamente não foram observadas mudanças, na coloração amarela (b*) da casca e da polpa dos frutos expostos ao CO₂, etanol e testemunha. Entretanto, nos frutos expostos ao etileno, observou-se, tanto na casca como na polpa, que logo após o dia 2, houve uma diminuição significativa do amarelo (Figura 9).

Sabe-se que o etileno acelera o amadurecimento de frutos climatéricos. Uma das principais mudanças, durante este processo é a coloração da casca e da polpa. Segundo ITO (1974), durante o amadurecimento de caquis ocorre um aumento de licopeno e xantofilas, dois carotenóides que proporcionam a coloração vermelha. Neste experimento, observou-se que nos frutos expostos ao etileno, houve um aumento da coloração vermelha. Entretanto, após dois dias de armazenamento, observou-se uma diminuição significativa do vermelho. Estes resultados nos indicam que após o amadurecimento ocorre uma degradação dos pigmentos carotenóides, ocasionando uma diminuição da coloração vermelha.

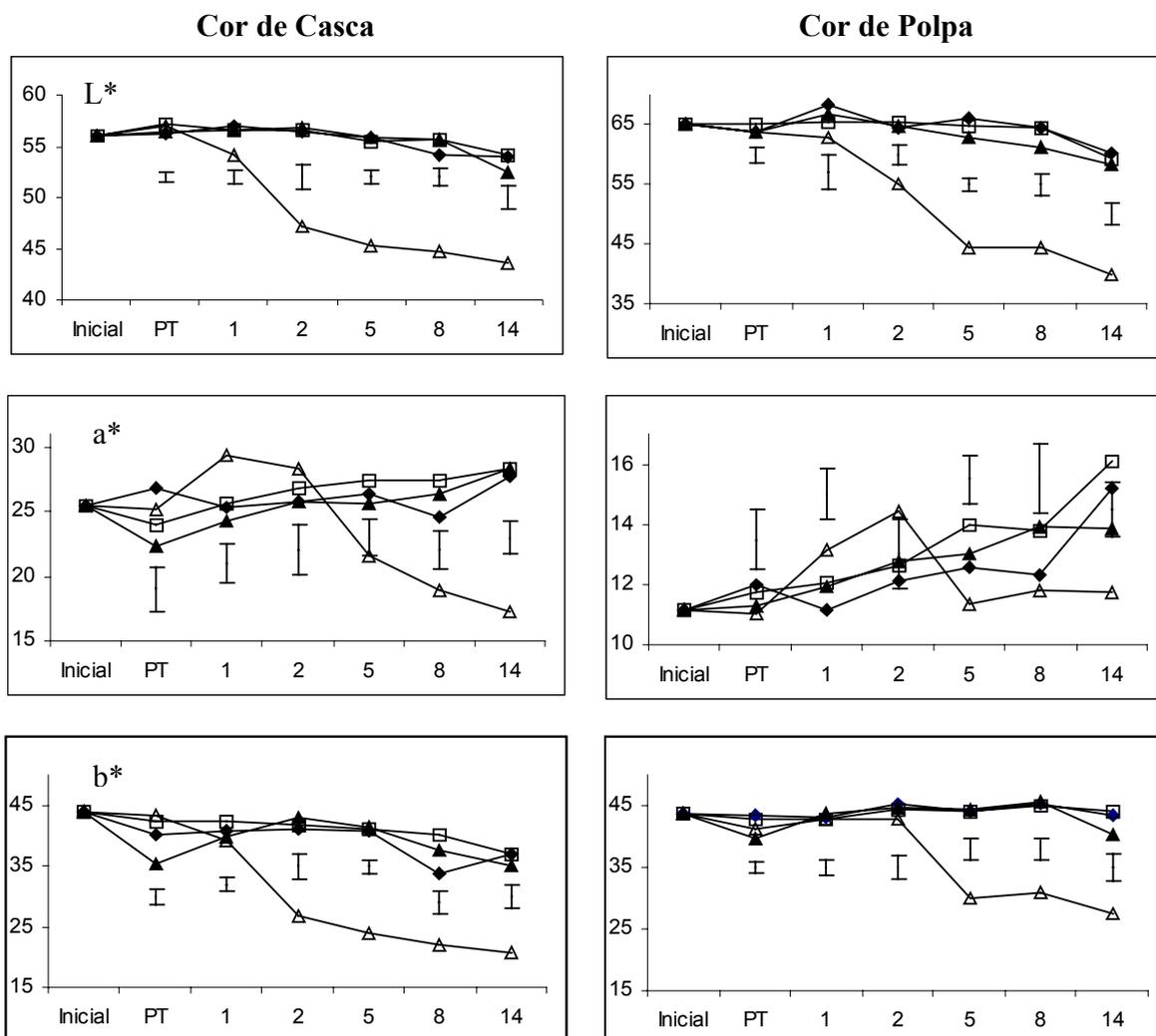


FIGURA 09. Cor de casca e polpa (valores L*, a* e b*) de caquis ‘Rama Forte’ durante a destanização com (□) CO₂, (▲) etanol, (△) etileno e (◆) testemunha e posterior armazenamento a 25°C 90 % de UR durante 14 dias. Inicial = avaliação antes da exposição aos tratamentos, PT = avaliação após os tratamentos, 1... 14 = avaliação nos respectivos dias de armazenamento a 25°C 90 % UR. Barras no sentido vertical indicam a diferença mínima significativa (DMS) com probabilidade de 5% segundo o teste de Tukey

A Figura 10 ilustra as diferenças na cor de casca e polpa dos diferentes tratamentos. Observa-se que nos frutos expostos ao etileno, tanto a casca quanto a polpa, apresentam uma aparência translúcida indicando que houve uma degradação dos pigmentos carotenóides após o amadurecimento. Nos frutos expostos ao CO₂, etanol e testemunha esta aparência não foi observada.

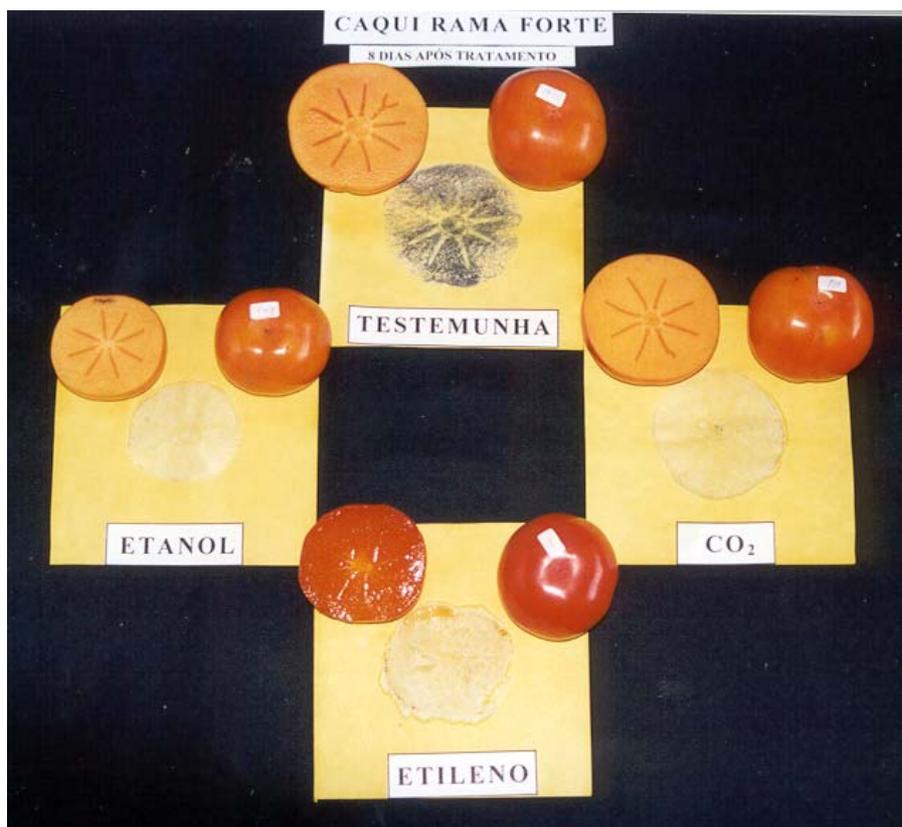


FIGURA 10. Cor de casca e polpa e índice de adstringência de caquis ‘Rama Forte’ expostos a 70 % de CO₂ por 18 h, 1,70 mL de etanol por 6 h, 10 µL L⁻¹ por 24 h e testemunha e posterior armazenamento a 25°C 90 % UR por 8 dias.

Os frutos expostos aos diferentes métodos de destanização apresentaram uma diminuição significativa do teor de sólidos solúveis em relação aos frutos da testemunha, após o dia 2 (Tabela 40).

SETER et al. (1991), SUGIURA et al. (1983) e FORBUS et al. (1991) afirmam que a diminuição do teor de sólidos solúveis durante o processo de destanização é devido à diminuição no teor de tanino solúvel, que também faz parte dos sólidos solúveis. Por outro lado, ITTAH (1993) relata que esta diminuição é devido a uma reação dos açúcares com outros compostos de baixo peso molecular durante o processo de destanização.

TABELA 40. Valores médios de sólidos solúveis (°BRIX) de caquis ‘Rama Forte’ durante a destanização com CO₂, etanol ou etileno e posterior armazenamento a 25°C 90 % de UR durante 14 dias.

Tratamentos	Avaliação Inicial	Avaliação após Exposição	Dia 1	Dia 2	Dia 5	Dia 8	Dia 14
Testemunha		17,68 a ^x	16,92 a	17,68 a	17,48 a	18,24 a	18,64 a
CO ₂	17,96	15,88 b	15,24 b	15,24 b	15,68 b	16,20 b	16,44 bc
Etanol		16,46 b	16,60 a	15,28 b	16,20 b	17,04 b	17,24 b
Etileno		16,36 b	17,12 a	15,20 b	16,20 b	16,08 b	16,20 c
c.v., (%)		3,59	3,60	3,41	2,25	3,61	3,20

x - Letras diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas ao nível de 5%, Tukey.

A Figura 11 mostra a relação entre os sólidos solúveis e o índice de adstringência, observa-se que, independente do método usado para a destanização (CO₂, etanol ou etileno), durante a perda da adstringência (até o dia 2), ocorreu uma diminuição do teor de sólidos solúveis. Entretanto, após este período foi observado um aumento dos sólidos solúveis. Estes dados indicam que enquanto existe tanino na polpa do fruto (até o dia 2), a leitura do refratômetro, não indica o teor de açúcares no fruto, e sim um somatório do tanino solúvel e açúcares. Após a eliminação do tanino, observou-se, na leitura do refratômetro, o teor de açúcares que por sua vez aumenta durante o amadurecimento, como mostra a Figura 12, após o dia 2.

Na maioria dos frutos os sólidos solúveis são compostos quase que totalmente (90 %) por açúcares. Entretanto, segundo FORBUS et al. (1991), SENTER et al. (1991) e SUGIURA et al. (1983), em frutos adstringentes, os sólidos solúveis, medidos com refratômetro, seriam um resultado da soma dos açúcares com o tanino solúvel. Os principais açúcares presente na polpa do caqui são sacarose, glicose e frutose (SENER et al. 1991). A sacarose, formada nas folhas, é translocada para o fruto, onde é então hidrolisada, pela enzima invertase, a glicose e frutose (açúcares redutores). Segundo ITTAH (1993), durante o amadurecimento, ocorre um aumento da atividade da invertase em frutos de caqui, produzindo uma variação na composição de açúcares durante o amadurecimento. ITO (1974) relata que durante o desenvolvimento do fruto, ocorre um aumento no conteúdo dos açúcares redutores, chegando a um máximo no final do amadurecimento.

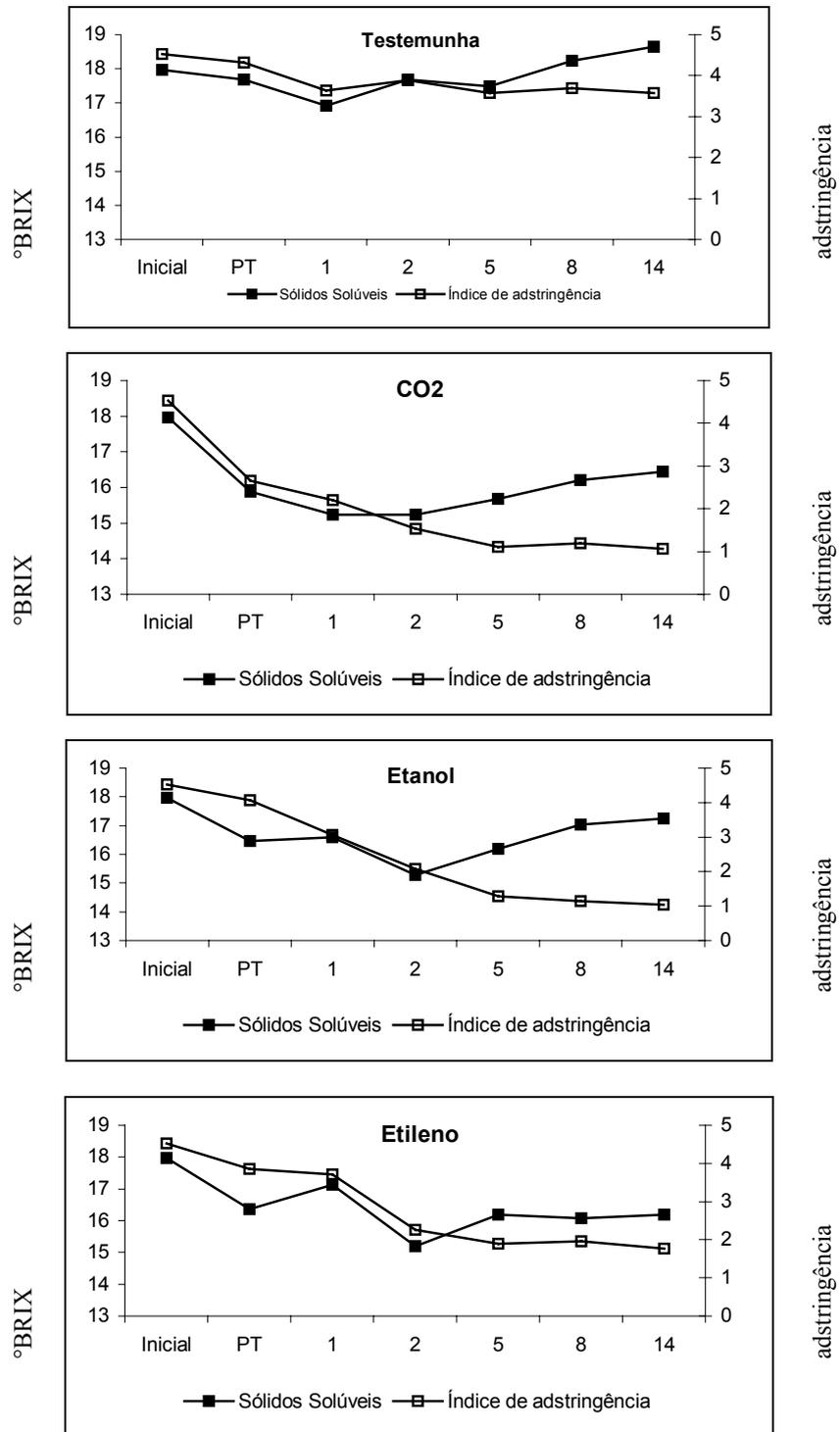


FIGURA 11. Correlação entre sólidos solúveis (°BRIX) e índice de adstringência (1 = não adstringente a 5 = muito adstringente) de caquis submetidos a diferentes métodos de destanização e posterior armazenamento por 14 dias a 25°C 90 % UR. Inicial = avaliação antes da exposição aos gases, PT = avaliação logo após a exposição e 1...14 = avaliação nos respectivos dias de armazenamento.

A Figura 12 mostra o pH da polpa, observa-se que logo após o período de exposição (PT) houve um grande aumento do pH nos frutos expostos ao CO₂. Entretanto, durante o período de armazenamento (a partir do dia 1), observou-se que houve uma diminuição do pH dos frutos expostos ao CO₂ e um aumento nos frutos expostos ao etanol e ao etileno. No dia 14, os frutos expostos ao etileno e ao etanol apresentaram valores significativamente maiores de pH que os frutos da testemunha. Não houve diferença significativa entre os frutos expostos ao CO₂ e os frutos da testemunha.

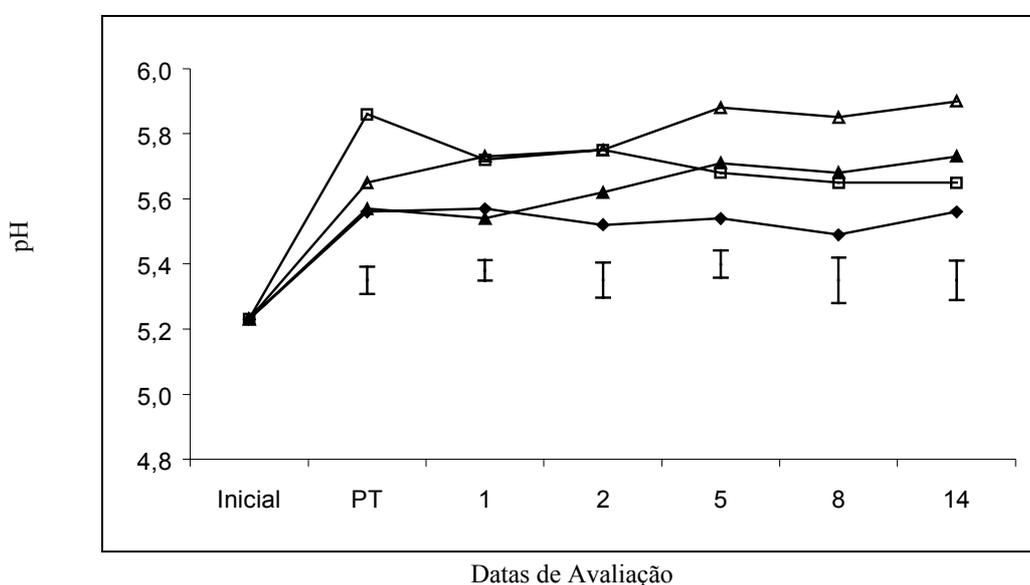


FIGURA 12. pH de caquis 'Rama Forte' durante a destanização com (□) CO₂, (▲) etanol, (△) etileno e (◆) testemunha e posterior armazenamento a 25°C 90 % de UR durante 14 dias. Inicial = avaliação antes da exposição aos tratamentos, PT = avaliação após o s tratamentos, 1... 14 = avaliação nos respectivos dias de armazenamento a 25°C 90 % UR. Barras no sentido vertical indicam a diferença mínima significativa (DMS) com probabilidade de 5% segundo o teste de Tukey.

Independente do tratamento a que os frutos foram expostos houve uma diminuição da acidez total da polpa dos frutos. Os frutos expostos ao CO₂, apresentaram, desde o início do experimento, os menores valores de acidez total. No final, dia 14, os menores valores de acidez foram observados nos frutos expostos ao CO₂ e ao etileno. Não houve diferença significativa entre os frutos expostos ao etanol e a testemunha (Figura 13).

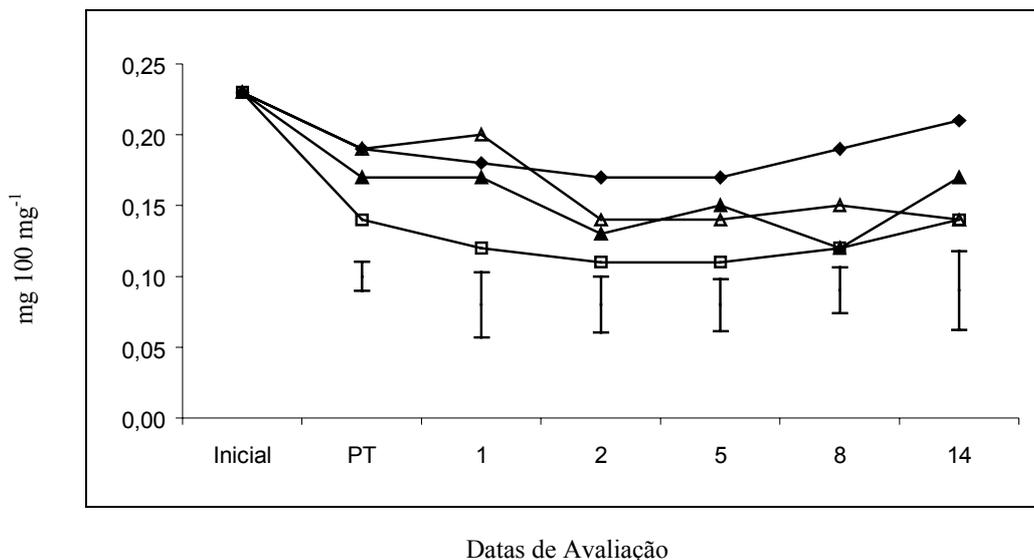


FIGURA 13. Acidez Total (mg de ácido málico por 100 mg de polpa) de caquis ‘Rama Forte’ durante a destanização com (□) CO₂, (▲) etanol, (Δ) etileno e (◆) testemunha e posterior armazenamento a 25°C 90 % de UR durante 14 dias. Inicial = avaliação antes da exposição aos tratamentos, PT = avaliação após os tratamentos, 1... 14 = avaliação nos respectivos dias de armazenamento a 25°C 90 % UR. Barras no sentido vertical indicam a diferença mínima significativa (DMS) com probabilidade de 5% segundo o teste de Tukey

Sabe-se que altas concentrações de CO₂ diminuem a velocidade do amadurecimento de frutos e que durante o amadurecimento ocorre um aumento do pH e uma suposta diminuição da acidez. Entretanto, neste experimento, houve um maior aumento do pH e uma diminuição da acidez total nos frutos expostos ao CO₂. Estes dados indicam que, sob altas concentrações de CO₂, o ciclo do ácido tricarbóxico, para de funcionar (TAIZ e ZEIGER, 1991), conseqüentemente, ocorre uma diminuição dos ácidos orgânicos e um aumento do pH.

Nos frutos expostos ao etileno, observou-se um aumento do pH e uma diminuição da acidez total, durante o experimento. O etileno é um conhecido regulador de crescimento em vegetais. Um dos efeitos atribuídos a este gás é o de promover o amadurecimento acelerado de frutos. Durante o amadurecimento natural de frutos de caqui, ocorrem várias transformações na composição do fruto, entre elas o aumento do pH e uma provável diminuição da acidez total (ITO, 1974 e SEYMOUR et al. 1993).

Propriedades mecânicas

Resistência da polpa à penetração.

Observa-se que logo após a exposição aos diferentes tratamentos, os frutos expostos ao etileno apresentaram uma diminuição significativa da resistência da polpa à penetração, em relação aos frutos expostos aos outros tratamentos (Figura 14).

No dia 1, os frutos expostos ao etanol e ao etileno apresentaram uma menor resistência da polpa em relação aos frutos dos outros tratamentos. Entretanto a partir do dia 2, observa-se que os frutos expostos ao etileno apresentaram uma diminuição da resistência da polpa muito mais acentuada. Os frutos expostos ao CO₂ se mantiveram com a mesma resistência da polpa que os frutos da testemunha (Figura 14).

Entre alguns autores que estudaram a destanização de caquis com etanol (BIASI e GERHARDT 1992; KATO 1990; ITAMURA 1986), existe ainda, algumas dúvidas se este tratamento produz o amolecimento ou não. Segundo os dados obtidos neste experimento, o etanol produz o amolecimento da polpa, quando comparado a frutos tratados com CO₂ ou frutos não tratados. Entretanto, quando comparado a frutos tratados com etileno, o amolecimento não é tão acentuado.

Segundo ITAMURA (1986) após o tratamento com etanol os frutos exibem um aumento da taxa respiratória e da produção de etileno. KATO (1990) cita que a resposta dos frutos ao etileno é proporcional à concentração usada. Estes dados indicam que o etanol promove o amadurecimento dos frutos. Entretanto, a velocidade deste amadurecimento esta relacionada com a concentração usada. ITO (1974) e SEYMOUR et al. (1993) relatam que durante o amadurecimento, ocorrem várias transformações bioquímicas no fruto, entre elas o amolecimento da polpa, provocado por uma decomposição da hemicelulose presente na parede celular. No caso deste experimento, baixas concentrações de etanol por 6 h, foram suficiente para eliminar a adstringência dos frutos (Tabela 39). Entretanto, produziu uma diminuição na resistência da polpa à penetração.

Observa-se na Figura 14, que os frutos expostos ao CO₂ mantiveram-se com a mesma resistência da polpa que os frutos da testemunha. Segundo WANKIER et al. (1970) o metabolismo das plantas pode ser diminuído sob condições de atmosfera modificada (altas concentrações de CO₂). BEN-ARIE e GUELFAR-REICH (1976) relatam que a destanização

com CO₂ por períodos curtos diminui a taxa respiratória e a produção de etileno, fazendo com que os frutos se mantenham firmes.

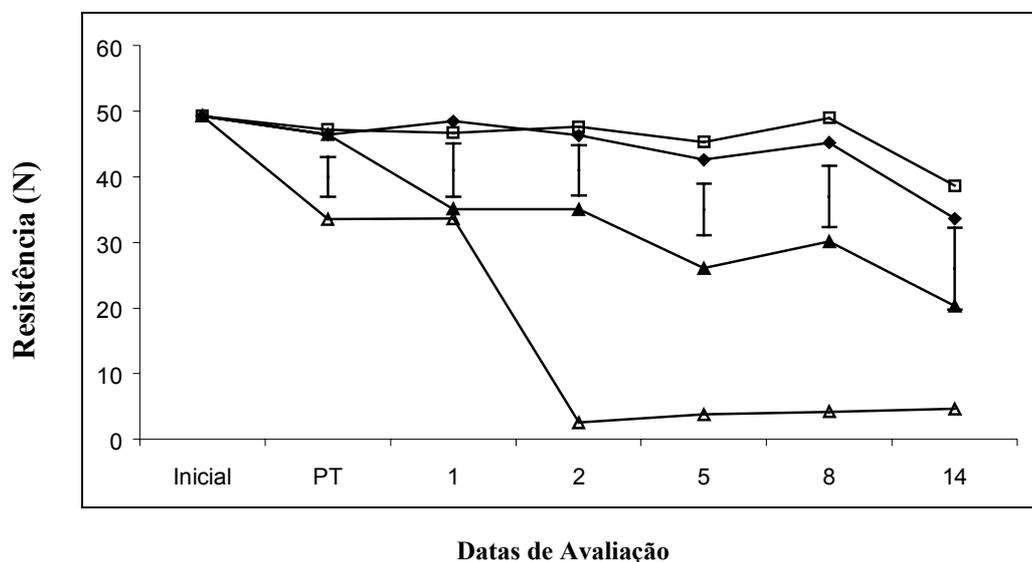


FIGURA 14. Resistência da polpa à penetração (N) de caquis 'Rama Forte' durante a destanização com (□) CO₂, (▲) etanol, (△) etileno e (◆) testemunha e posterior armazenamento a 25°C 90% de UR durante 14 dias. Inicial = avaliação antes da exposição aos tratamentos, PT = avaliação após os tratamentos, 1... 14 = avaliação nos respectivos dias. Barras verticais indicam a diferença mínima significativa (DMS) segundo o teste de Tukey a $P \leq 0,05$.

Testes de compressão com o fruto inteiro

Observa-se que todas as variáveis extraídas da curva força-deformação (Força a 3%, Energia a 3% e IF), apresentaram o mesmo comportamento em relação aos diferentes métodos de destanização. Não foram observadas diferenças significativas entre os frutos expostos ao CO₂, etanol e testemunha. Entretanto, nos frutos expostos ao etileno houve, nas três variáveis, uma diminuição significativa dos valores logo após a análise inicial (Figura 15).

THIAGU et al. (1993) consideraram o IF como uma medida de rigidez "stiffness" do fruto. Segundo os mesmos autores, tanto a força, no momento da ruptura, como o IF mostraram uma alta correlação com os diferentes estágios de amadurecimento do fruto de tomate.

No caso deste experimento, observou-se que em nenhuma das variáveis extraídas da curva força-deformação (força a 3%, energia a 3% e IF) apresentou diferenças significativas entre os frutos expostos ao CO₂, etanol e testemunha. As únicas diferenças significativas

observadas foram entre os frutos expostos ao etileno e os demais tratamentos. Ao observar os dados obtidos com o penetrômetro (Figura 14) nota-se que os frutos expostos ao etanol apresentaram-se menos firmes que os frutos expostos ao CO₂ e a testemunha e mais firmes que os frutos expostos ao etileno. Os mesmos resultados foram observados na compressão de espécimes cilíndricos retirados da polpa do fruto (Figura 17). Estes dados nos indicam que a sensibilidade da compressão do fruto inteiro entre pratos planos e paralelos para separar diferentes estádios de amadurecimento não foi tão eficiente como a resistência da polpa à penetração (ponteira de 8 mm) ou a compressão de espécimes cilíndricos retirados da polpa do fruto, como será visto mais adiante.

Outro fato a ser observado é que houve, em todos os tratamentos, uma diminuição acentuada dos valores da força a 3 %, energia a 3 % e IF durante os 14 dias do experimento. Observa-se na Figura 15 que, por exemplo, a força a 3% de deformação no dia Inicial foi 64,9 N. Após a exposição aos diferentes tratamentos e um período de 14 dias de armazenamento a 25°C 90 %, esta força diminuiu para valores próximos que 10 N, o que significa uma diminuição de 84,5 % do valor inicial. Estes dados indicam que a perda de água das camadas subepidermais joga um importante papel na compressão do fruto inteiro.

Observa-se que, no caso deste experimento, independente do tratamento, houve uma perda de massa de 10,66 % (Tabela 38). A perda de água se dá através da casca do fruto (cutícula, células epidermais, estômatos, lenticelas e tricomas) (KADER 1992). Com a desidratação, ocorre uma diminuição do turgor celular, principalmente nas células localizadas logo abaixo da casca. SHACKEL et al. (1991) notaram um significativo declínio no turgor celular de tomates durante o amadurecimento e armazenamento por 12 dias. Os mesmos autores sugerem que o amolecimento de frutos durante o amadurecimento é resultado tanto da perda de turgor celular como da perda da integridade da parede celular.

Foram realizadas compressões do fruto inteiro nas posições verticais e horizontais. Não foram observadas diferenças significativas na força a 3 % de deformação. Entretanto, observa-se na Figura 15 que a energia a 3 % foi maior na posição horizontal e o IF foi maior na posição vertical. Na compressão vertical, a região da inserção do pedúnculo, apresenta uma área menor de contato com o prato. Por isso, deforma mais facilmente (ou acomoda-se mais facilmente) enquanto que na direção horizontal as áreas de contato são maiores.

Após a análise dos dados da compressão do fruto inteiro, observa-se que os frutos destanizados com etileno amoleceram mais que os frutos destanizados com etanol ou CO₂. Dentre os três parâmetros extraídos da curva força-deformação, o melhor índice para detectá-lo foi o IF, pois foi o que apresentou a menor variabilidade (as curvas entre os tratamentos estão mais próximas).

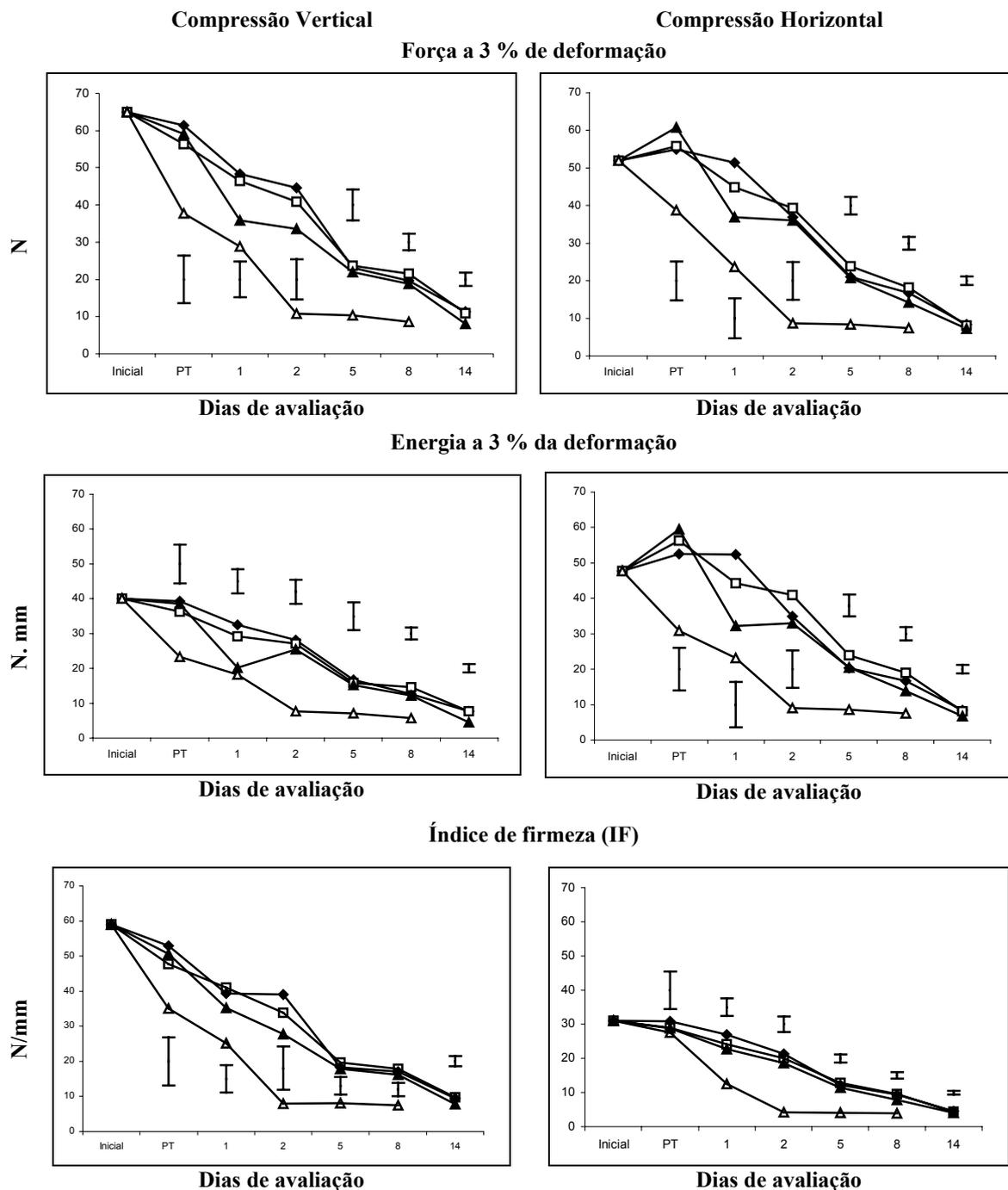


FIGURA 15. Valores médios de Força e Energia necessária para deformação de 3 % do diâmetro do fruto e IF de caquis submetidos à compressão antes e após diferentes processos de destanização com (□) CO₂, (▲) etanol, (△) etileno e (◆) testemunha. Inicial = avaliação antes da exposição aos tratamentos, PT = avaliação após os tratamentos, 1... 14 = avaliação nos respectivos dias. Barras verticais indicam a diferença mínima significativa (DMS) segundo o teste de Tukey a P ≤ 0,05.

Testes uniaxiais com espécimes cilíndricos extraídos da polpa

A Figura 16 mostra três curvas médias obtidas após a compressão do Espécime Vertical de frutos de caqui antes (Inicial) e após (dia 2 e 8) a destanização com etanol. Observa-se que as curvas apresentam quatro diferentes fases. Na primeira fase (A), ocorre uma acomodação da amostra. Esta fase se inicia no ponto de tensão zero e termina no primeiro ponto de inflexão da curva. A segunda fase (B), se caracteriza por apresentar uma deformação proporcional à tensão aplicada, isto é, apresenta uma relação quase linear entre a tensão e a deformação. Segundo SZCZESNIAK (1983), a tangente da curva nesta fase é tomada como o módulo de elasticidade que pode ser considerado uma medida de firmeza. Esta fase termina quando ocorre o segundo ponto de inflexão da curva (C), denominado escoamento biológico, este ponto indica o colapso de alguns elementos estruturais do material biológico testado. Finalmente, observa-se o ponto de ruptura (D) fase onde ocorre o colapso total do material.

Como é mostrado na Figura 16, independentemente da tensão, a deformação específica foi a mesma (20 %), indicando ruptura por deformação. SEGERLIND e DAL FABBRO (1978) concluíram que o parênquima de maçãs apresentam comportamento semelhante.

A Figura 16 mostra ainda que a tensão máxima, a energia na tensão máxima e o módulo de elasticidade seriam bons parâmetros para a avaliação das propriedades mecânicas do caqui durante o amadurecimento. Observa-se que na curva obtida após a compressão do espécime no dia Inicial, estes três parâmetros (força máxima, energia na força máxima e módulo de elasticidade), apresentam valores maiores que os apresentados pelas curvas do dia 2 e do dia 8, indicando que estes parâmetros poderiam ser bons indicadores do amadurecimento do fruto.

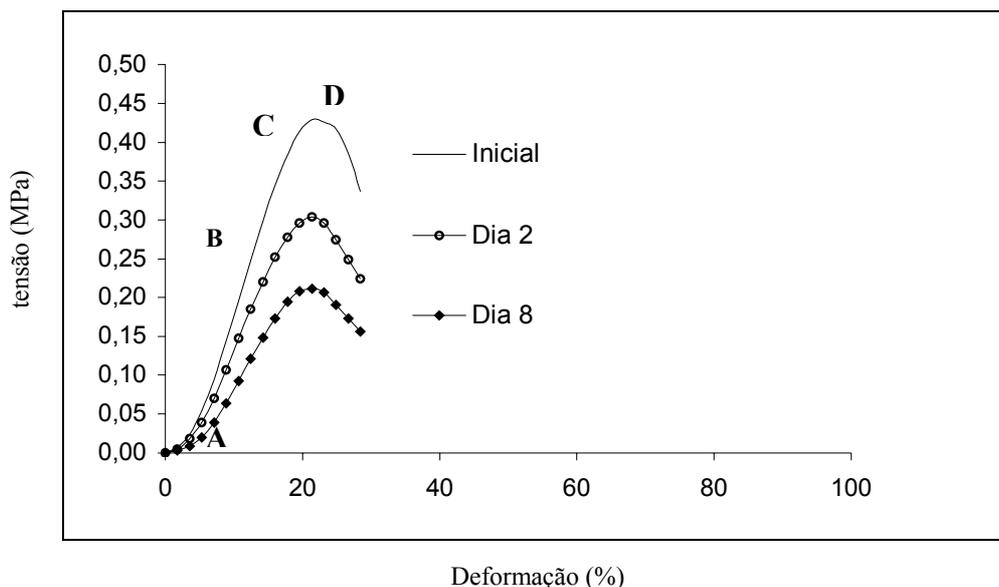


FIGURA 16. Curvas de Tensão – Deformação obtidas após a compressão de Espécimes Verticais extraídos da polpa de caqui, antes e após a exposição do fruto a 1,7 mL de etanol por kg de fruta durante 6 h. Inicial = amostras retiradas antes da exposição ao etanol. Dia 2 e 8 = amostras retiradas após um período de armazenamento de 2 e 8 dias a 25°C. Cada curva representa uma média da compressão de 15 espécimes cilíndricos extraídos de diferentes frutos.

A Figura 17 mostra a relação entre o módulo de elasticidade obtido da compressão de espécimes vertical e horizontal de frutos de caquis. Observa-se que em geral não houve diferença significativa entre os espécimes vertical e horizontal independente do método de destanização utilizado. Entretanto, observa-se que em algumas datas (indicadas com *) o Espécime Horizontal foi significativamente menor.

KHAN E VINCENT (1993) realizaram testes uniaxiais em maçã em ambas direções. Os mesmos autores relataram que o espécime vertical apresentou valores de módulo de elasticidade 20% maiores que os obtidos no espécime horizontal. Segundo eles, quando se comprime o espécime vertical sua deformação é distribuída uniformemente ao longo das colunas de células. Conseqüentemente, esta grande quantidade de material da parede celular, orientada na mesma direção da força aplicada, oferece maior resistência. No caso da compressão do Espécime Horizontal, a força é aplicada no sentido perpendicular (90°) à coluna de células, onde existe pouca quantidade de material da parede celular, exigindo menor força.

No caso deste experimento não foram observadas diferenças entre o módulo de elasticidade de espécimes vertical e horizontal. Esses ensaios não evidenciaram

anisotropismos entre as direções consideradas. Ambas direções parecem adequadas para evidenciar a variação das propriedades mecânicas ao longo do tempo. KHAN e VINCENT (1993) realizou teste uniaxiais em espécimes de batata extraídas em diferentes direções. Segundo ele, não foram observadas diferenças entre as distintas direções, pois a polpa de batata não possui anisotropismo.

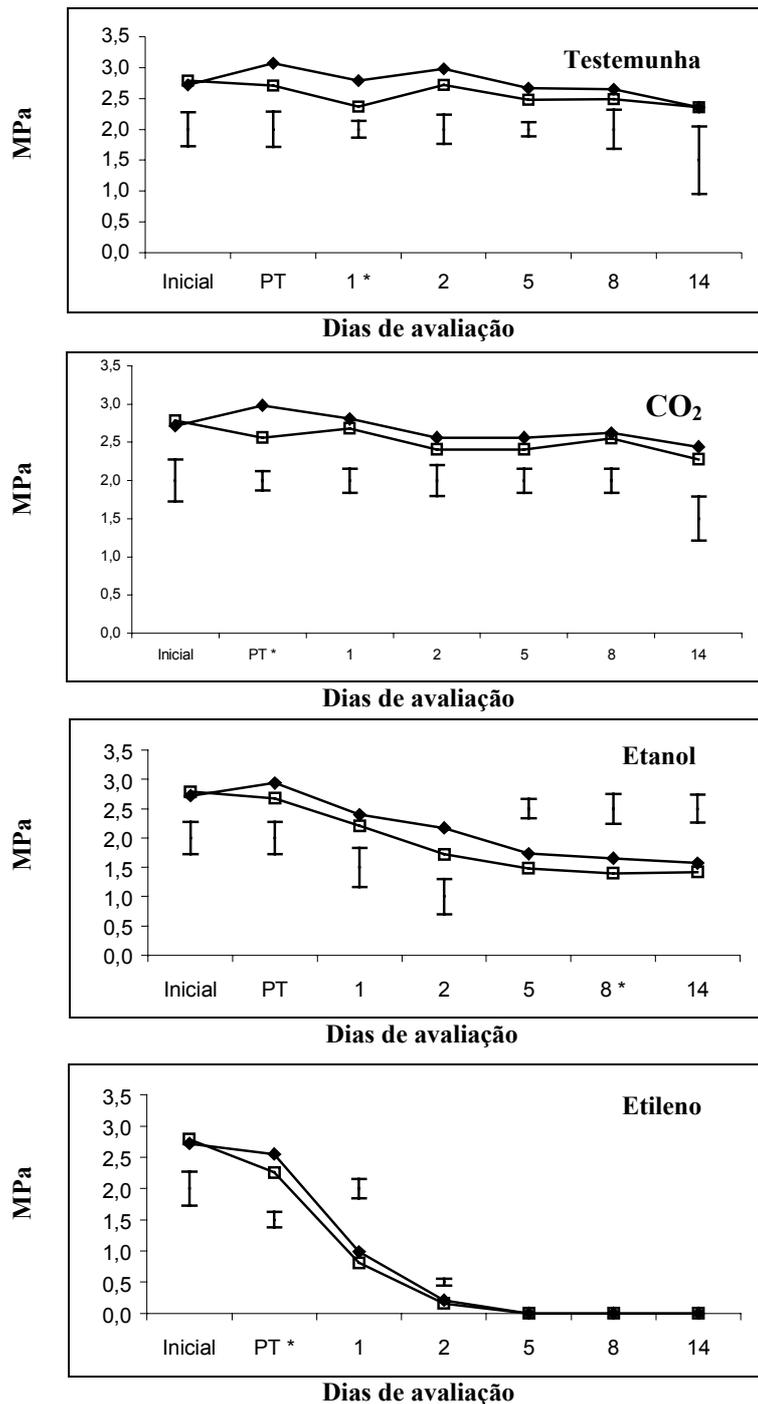


FIGURA 17. Valores médios de módulo de elasticidade obtido das curvas de Tensão-Deformação após a compressão de Espécimes Verticais (♦) e Horizontais (□) extraídos da polpa de caquis após a destanização. Inicial = avaliação antes da destanização, PT = avaliação após os tratamentos, 1... 14 = avaliação nos respectivos dias de armazenamento. Barras no sentido vertical indicam diferença mínima significativa (DMS) ($P \leq 0,05$) Tukey. * indica diferença significativa.

A Figura 18 mostra o módulo de elasticidade, a força máxima e a energia de deformação a ruptura dos Espécimes Vertical e Horizontal extraídos da polpa de caquis expostos a diferentes métodos de destanização e posterior armazenamento por 14 dias. Observa-se que estas três variáveis apresentaram o mesmo comportamento e, portanto qualquer uma delas poderia ser eleita como medida de variação das propriedades mecânicas.

Não houve diferenças significativas entre os frutos expostos ao CO₂ e os frutos da testemunha. Entretanto, nos frutos expostos ao etanol, observou-se, logo após o dia 1, uma diminuição significativa dos valores destes três parâmetros. Nos frutos expostos ao etileno esta diminuição foi ainda mais acentuada e, a partir do dia 5, os frutos se apresentavam praticamente sem consistência, impossibilitando a retirada dos espécimes para realização dos ensaios.

A parede celular é um dos principais determinantes das propriedades mecânicas do tecido vegetal. Na polpa de frutos, a parede celular é composta principalmente por celulose, hemicelulose e pectina (WHITNEY et al. 1999). Durante o amadurecimento parte da pectina e da hemicelulose são hidrolisadas, tendo como resultado o amolecimento do fruto (SEYMOUR et al. 1993). Como já discutido anteriormente, a exposição de frutos de caqui ao etileno e ao etanol induzem o amadurecimento. Por sua vez, frutos expostos ao CO₂ não têm seu amadurecimento acelerado, preservando as propriedades mecânicas do tecido.

A diminuição do módulo de elasticidade, dos espécimes, em frutos expostos ao etileno, foi acompanhada por uma diminuição do valor L* e b* da cor de casca (Figura 11). O coeficiente de correlação (R²) entre estes dois fatores foi de 0,87 para L* e 0,88 para b*. (CHUMA e SHIGA, 1978), relataram alta correlação entre a força máxima, a energia e a deformação no ponto de ruptura com a mudança da cor da casca em laranjas. No caso deste experimento, tentou-se correlacionar os parâmetros físicos, químicos e físico-químicos com os parâmetros de propriedades mecânicas. Entretanto, com exceção da correlação acima, nenhuma outra correlação foi significativa e os coeficientes de correlação foram inferiores a 0,5.

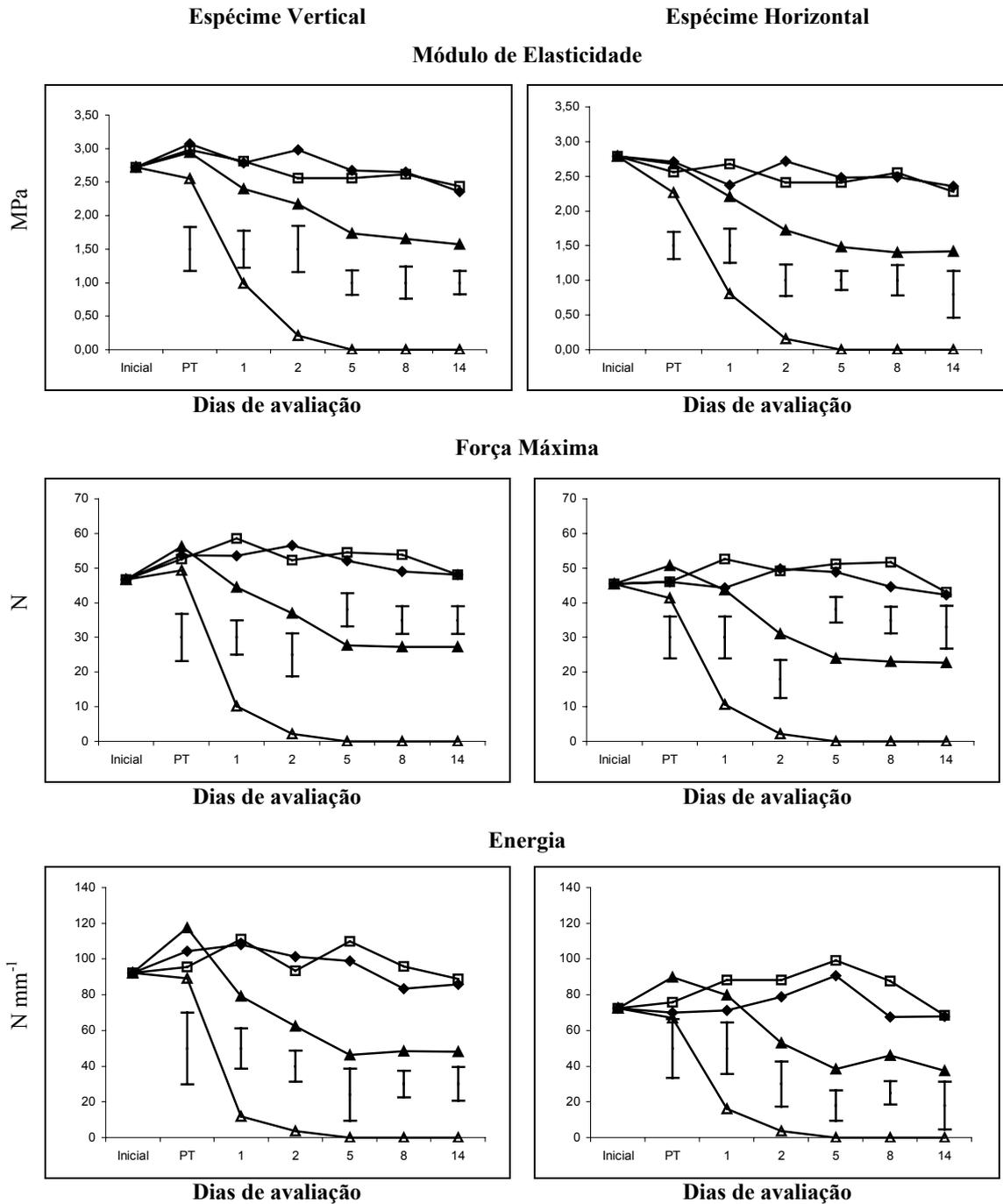


FIGURA 18. Valores médios de Módulo de Elasticidade, Força máxima e Energia requerida para ruptura de espécimes extraídos da polpa de caquis em diferentes processos de destanização com (□) CO₂, (▲) etanol, (△) etileno e (◆) testemunha. Inicial=avaliação antes da exposição aos tratamentos, PT=avaliação após os tratamentos, 1... 14=avaliação nos respectivos dias de armazenamento. Barras no sentido vertical indicam a diferença mínima significativa (DMS) com probabilidade de 5% segundo o teste de Tukey.

Na compressão do fruto inteiro, observou-se, durante o período de armazenamento, uma diminuição acentuada dos três parâmetros avaliados (força a 3%, energia a 3% e IF), em relação ao dia inicial. Esta diminuição foi atribuída, perda da integridade da parede celular e a excessiva perda de massa apresentada pelos frutos durante o experimento. Observa-se na resistência da polpa à penetração (Figura 9) e na compressão de espécimes cilíndricos (Figura 18), que não houve esta diminuição, os frutos expostos ao CO₂ e os frutos da testemunha, praticamente mantiveram os mesmos valores durante os 14 dias de armazenamento a 25°C 90 % UR. O que indica que na parte interna da polpa dos frutos o turgor celular se manteve praticamente inalterado.

6.4. CONCLUSÕES

A utilização de CO₂ promove a remoção da adstringência em 48 h após o período de exposição, mantendo os frutos firmes, por 14 dias, durante o armazenamento à 25° C e 90 % de UR.

Frutos expostos ao etanol necessitam de cinco dias para perder a adstringência e mantém-se medianamente firmes aos 14 dias, durante o armazenamento à 25° C e 90 % de UR.

Frutos expostos ao etileno amadurecem rapidamente após a exposição e apresentam perda total de firmeza no segundo dia de armazenamento à 25° C e 90 % de UR.

Independentemente do método de destanização utilizado, houve elevada perda de massa do fruto.

Índices de firmeza obtidos através da compressão do fruto inteiro entre pratos planos e paralelos não diferenciam os tratamentos. Os índices de firmeza obtidos através da penetração do fruto e da compressão de espécimes cilíndricos são apropriados para diferenciar os tratamentos.

A exposição de frutos à concentração de 70 % de CO₂ por um período de 18 h de exposição resulta no melhor tratamento para a destanização, manutenção da firmeza e aparência dos frutos.

7. CAPÍTULO 5:

DESTANIZAÇÃO DO CAQUI ‘RAMA FORTE’ COM CO₂ ANTES, DURANTE E DEPOIS DO ARMAZENAMENTO REFRIGERADO

7.1. INTRODUÇÃO

Do experimento descrito no capítulo anterior, concluiu-se que o melhor método para a destanização do caqui ‘Rama Forte’ é aquele onde se empregou o CO₂ como agente destanizador. Observou-se, também, que independentemente do método de destanização aplicado, a perda de massa foi significativa (10 %) aos 14 dias de armazenamento à 25°C. Segundo KADER (1992) muitos produtos agrícola apresentam enrugamento da casca com perdas de 3 a 5 % da massa inicial e uma das maneiras de evita-las consiste no armazenamento refrigerado em ambiente com alta umidade relativa. Segundo GUELFAT-REICH e BEN-ARIE (1975) as condições ótimas para o armazenamento de caquis são de $1\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\pm 5\%\text{UR}$. Entretanto, ainda não se conhecem os efeitos da destanização, sobre a qualidade dos frutos, caso essa realizada antes, durante ou depois do armazenamento refrigerado. Este capítulo é dedicado a esta investigação. A resposta dos frutos foi avaliada através de parâmetros de qualidade semelhantemente aos experimentos anteriores.

7.2. MATERIAL E MÉTODOS

Caquis ‘Rama Forte’ foram colhidos na região de Santa Isabel – SP no final da safra de 2001 (31 de maio) e selecionados de acordo com a Normas de Classificação, Padronização e Identificação do Caqui. Utilizaram-se frutos do Grupo 1, taninoso, Subgrupo 3, alaranjado, e Classe 6, fruto com diâmetro equatorial entre 60 mm e 70 mm (PROGRAMA BRASILEIRO PARA A MODERNIZAÇÃO DA HORTICULTURA, 2000). Em seguida, os frutos foram colocados em caixas de papelão (60 x 40 x 20 cm) contendo duas camadas cada (entre camadas utilizou-se papel ‘canadá’ para evitar o contato direto entre frutos) e transportados em

veículo para o Laboratório de Fisiologia de Pós-colheita do FRUTHOTEC ITAL, aproximadamente 150 km.

No Laboratório, os frutos foram numerados, pesados e colocados em caixas plásticas (60 x 40 x 20 cm) contendo duas camadas de frutos por caixa. Em seguida, as caixas foram distribuídas em quatro tratamentos. O primeiro, sem ter sido exposto ao CO₂, foi armazenado do dia 0 ao dia 60 a 1±1°C 90±5%UR. Os frutos do segundo lote foram expostos ao CO₂ no dia 0 e em seguida foram armazenados em câmara nas mesmas condições até o dia 60. Os frutos do terceiro lote foram também armazenados à 1±1°C 90±5%UR, porém, após o dia 30, foram transferidos para uma câmara a 25±1°C 80±5%UR, onde foram expostos ao CO₂. Logo após o período de exposição ao gás os frutos foram armazenados novamente a 1±1°C 90±5%UR, onde permaneceram até o dia 60. O último lote foi também armazenado à 1±1°C 90±5%UR até o dia 60, ao término deste período os frutos foram expostos ao CO₂ (Figura 19).

Para a exposição ao CO₂, as caixas plásticas contendo duas camadas de fruto cada foram armazenadas por 12 h à 25±1°C 80±5%UR para permitir o equilíbrio da temperatura de polpa em 25°C (Anexo 1). Logo após este período, estas caixas foram colocadas em tambores de aço com capacidade de 200 L e fez-se a injeção do CO₂ com 100% de pureza (fornecido pela White Martins) até que sua concentração no tambor atingisse 70%. As medidas de concentração de CO₂ foram feitas com um aparelho PBI DANSENSOR combi check 9800-1. Logo após, o tambor foi conectado a um fluxocentro (construção adaptada de CALBO (1989)) estabelecendo-se um escoamento contínuo composto de 70% de CO₂ + ar, a uma vazão de 45 L h⁻¹. Os frutos permaneceram sob estas condições por 18 h.

As avaliações foram feitas aos 0, 30 e 60 dias. Para cada tratamento, nos dias de avaliação, foram retiradas duas amostras aleatórias de 15 frutos cada. A primeira amostra foi avaliada logo após a saída da refrigeração e a segunda foi avaliada após, um período adicional de armazenamento, de cinco dias, em câmara à 25±1°C 80±5%UR, para simular um período de exposição e venda (comercialização). Deve-se observar que para o tratamento “Após 30 dias” a amostra do dia 30 foi retirada antes do processo de destanização, já as amostras do dia 30+5 foram avaliadas após o processo de destanização. O mesmo ocorreu com os frutos do tratamento “Após 60 dias” no dia 60 e 60+5 respectivamente.

Ensaio de resistência da polpa à penetração - Utilizou-se ponteira cilíndrica de 8 mm e procedimento idêntico ao descrito no capítulo 1.

Ensaio de compressão do fruto inteiro - O fruto foi comprimido entre pratos planos e paralelos na Posição Horizontal. Os procedimentos desta avaliação são idênticos aos descritos no capítulo 4.

Compressão uniaxial de espécimes cilíndricos – A compressão entre pratos planos e paralelos foi feita com espécimes cilíndricos extraídos da polpa dos frutos. Os procedimentos são idênticos aos descritos no capítulo 4.

Como os espécimes extraídos em duas direções perpendiculares, horizontal e vertical, não apresentaram diferenças significativas no seu comportamento mecânico (veja capítulo 4), os espécimes para esse experimento foram extraídos somente na direção horizontal.

Além disso, como o módulo de elasticidade mostrou ser um bom parâmetro para a diferenciação dos tratamentos, foi escolhido para avaliar as variações no comportamento mecânico dos frutos.

7.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 41 mostra os valores médios de diferentes parâmetros de qualidade avaliados antes do experimento realizado no capítulo 4 e neste capítulo. Observa-se que os dados de cor da casca indicam que os frutos utilizados no experimento do capítulo 4, apresentavam um menor brilho (L^*), menos vermelho (a^*) e mais amarelo (b^*) que os frutos utilizados neste experimento. Conseqüentemente, os frutos do experimento do capítulo 4 apresentavam uma coloração mais alaranjada que a dos frutos deste ensaio.

Todos os outros parâmetros apresentados na Tabela 41 indicam que os frutos utilizados neste capítulo se apresentavam mais maduros que os frutos usados no capítulo 4. Estes dados ressaltam uma das dificuldades encontradas na realização deste trabalho. A safra de caqui ‘Rama Forte’ esta concentrada em um período muito curto (segunda quinzena de abril até primeira quinzena de junho). No caso deste experimento, foram aplicadas técnicas que dependiam de resultados dos experimentos anteriores. Portanto, este experimento, teve que ser realizados no final da safra do caqui, onde a dificuldade de encontrar o fruto com as características desejadas é maior.

Esta dificuldade justifica a necessidade de experimentos que visem a conservação de caqui por pelo menos 2 meses, pois assim os produtores teriam condições de aumentar o tempo de oferta do produto no mercado.

TABELA 41. Avaliação de qualidade de frutos de caqui feita antes do início dos ensaios realizados nos capítulos IV e V.

Ensaio	Cor da Casca			Índice de adstringência ^Z	Sólidos Solúveis ^x	RPP ^v	Módulo de Elasticidade ^u
	L*	a*	b*				
Capítulo IV	56,07	25,40	43,85	4,53	17,96	49,26	2,72
Capítulo V	54,76	34,06	38,50	4,24	19,28	37,79	2,29

u – Módulo de elasticidade MPa.

v – Resistência da polpa à penetração medida com ponteira de 8mm em Newton.

x – Sólidos solúveis em °BRIX

Z – Índice de adstringência segundo Gazit e Levi, (1963), 1 = não adstringente, 2 = ligeiramente adstringente à não adstringente, 3 = moderadamente adstringente, 4 = adstringente e 5 = muito adstringente de adstringência segundo.

Em experimentos onde se armazenam produtos vegetais a baixas temperaturas, por exemplo, a 1°C, faz-se necessário a simulação da comercialização, pois, muitos frutos, principalmente os cultivados em clima tropical e subtropical, apresentam problemas de dano por frio. Segundo MORRIS (1982) os desordens fisiológicos provocados por armazenamentos prolongados a baixas temperaturas (dano por frio), normalmente se manifestam quando o fruto é transferido para a temperatura ambiente. Alguns autores utilizaram 3 e 7 dias (BEN-ARIE e ZUTKHI, 1992) outros utilizam somente 7 (COLLINS e TISDELL, 1995).

No caso deste experimento, fez-se uso de um período de comercialização simulada de 5 dias, pois segundo alguns comerciantes de caqui do CEAGESP o período médio de comercialização do frutos é de 5 dias. A adoção deste período para a comercialização simulada possibilita a avaliação do fruto após ser transferido para a temperatura ambiente (dano por frio) e a possibilidade de transferência direta da tecnologia para os produtores.

Observa-se que no dia 0+5 não houve diferenças entre os frutos destanzados e os frutos não destanzados, ambos apresentaram uma média de 3,8 % de perda de massa (Tabela 42).

No dia 30, observou-se que os frutos destanzados Antes do armazenamento perderam significativamente mais massa que os frutos da testemunha (2,10 e 1,48 % respectivamente). Entretanto, quando estes frutos foram transferidos para a comercialização simulada (dia 30+5),

esta diferença foi eliminada e os frutos, independente do tratamento, apresentaram uma média de 4,93 % de perda de massa (Tabela 42).

No dia 60, os frutos destanzados Após 30 dias, apresentaram uma perda de massa de 3,93 %, valor significativamente maior que 2,78 e 2,95 % apresentados pelos frutos da testemunha e pelos frutos destanzados Antes respectivamente. Entretanto, como ocorreu no dia 30+5, quando estes frutos foram transferidos para 25°C, no dia 60+5, esta diferença foi eliminada e os frutos, independente do período de destanização a que foram submetidos perderam em média 6,25 % da massa inicial (Tabela 42).

Após a apresentação destes resultados, observou-se que no período contínuo de armazenamento à 1±1°C 90±5%UR a perda de massa dos frutos foi bastante baixa, em relação ao sugerido por KADER (1992), entre 3 e 5 % para que o fruto não apresente enrugamento da casca. Entretanto, nos períodos em que os frutos foram transferidos para 25±1°C 80±5%UR a perda de massa aumentou em média 3,28 %.

TABELA 42. Valores médios de perda de massa (%) de caquis 'Rama Forte' destanzados com 70% de CO₂ por 18 h, antes, durante ou depois de armazenamento refrigerado (1±1°C 90±5% UR) por dois meses.

	Dias de avaliação					
	0 ^v	0+5 ^z	30	30+5	60	60+5
Testemunha	0,00	3,73 a ^x	1,48 b	4,78 a	2,78 b	6,19 a
Antes		3,87 a	2,10 a	5,10 a	2,95 b	6,47 a
Após 30 dias				4,89 a	3,93 a	6,35 a
Após 60 dias						6,01 a
c.v (%)		8,39	11,62	9,76	13,50	8,54

v - Numero de dias sob refrigeração.

x - Letras diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas (P≤0,05) segundo Tukey.

z - +5 = período de comercialização simulada, onde os frutos permaneceram por 5 dias a 25±1°C 80±5%UR

A taxa de perda de água de frutos é controlada pela diferença de pressão de vapor entre o ar nos espaços intercelulares do fruto e o ar da câmara. O ar nos espaços intercelulares da polpa de frutos esta próximo à saturação, ou seja, a umidade relativa esta próxima a 100 % (KADER 1992). Com auxílio de uma carta psicrométrica calculou-se os dados da Tabela 43, que mostra as pressões de vapor do fruto e da câmara durante o armazenamento refrigerado (1±1°C 90±5%UR) e durante a comercialização simulada (25±1°C 80±5%UR). Observa-se que na comercialização a diferença de pressão de vapor entre o fruto e a câmara é maior que

durante o armazenamento refrigerado, o que explica a maior perda de massa observada nos frutos durante a comercialização simulada.

TABELA 43. Pressão de vapor (KPa) no fruto e na câmara durante o armazenamento refrigerado e a comercialização simulada.

Condição	Fruto (Pvf)		Câmara (Pvc)		Pvf - Pvc
Armazenamento refrigerado a 1°C	0,651	100 % UR	0,619	90 % UR	0,032
Comercialização simulada a 25°C	3,583	100 % UR	3,062	80 % UR	0,521

A avaliação feita no dia 0 mostra que os frutos estavam adstringentes antes do experimento, apresentando um índice de 4,24. Entretanto, após o processo de destanização e a comercialização simulada, observa-se no dia 0+5 que os frutos destanizados Antes apresentaram uma índice de adstringência de 1,21 (não adstringente), enquanto que os frutos da testemunha apresentaram um índice de 4,01 (adstringentes) (Tabela 44).

Observa-se que todos os frutos, submetidos às diferentes épocas de destanização, perderam a adstringência, registrando valores próximos a 1 (não adstringentes), enquanto que os frutos da testemunha, mesmo após um período de armazenamento refrigerado de 60 dias, registrou 3,68 (adstringente) (Tabela 44).

A destanização com CO₂ envolve dois estágios. No primeiro, quando o fruto é exposto a altas concentrações de CO₂, ocorre a produção enzimática de acetaldeído. O segundo estágio é caracterizado pela reação química entre o acetaldeído e o tanino solúvel, produzindo um polímero de tanino insolúvel, não adstringente (GAZIT e ADATO 1972). Segundo BEN-ARIE e SONEGO (1993) ambos estágios são dependentes da temperatura, ou seja, baixas temperaturas diminuem a velocidade da reação.

No caso deste experimento o primeiro estágio foi feito a uma temperatura de 25°C. Entretanto, logo após o término das 18 h de exposição ao CO₂, os frutos dos tratamentos antes e durante foram transferidos para o armazenamento refrigerado a 1°C. As avaliações feitas nos dias 30 e 60 revelaram que mesmo sob refrigeração os frutos destanizados com CO₂ podem completar o segundo estágio (reação do acetaldeído com o tanino solúvel) e perder a adstringência em um prazo máximo de 30 dias.

TABELA 44. Valores médios de índices de adstringência^u de caquis ‘Rama Forte’ destanizados com 70% de CO₂ por 18 h, antes, durante ou depois do armazenamento refrigerado (1±1°C 90±5% UR) por dois meses.

	Dias de avaliação					
	0 ^v	0+5 ^z	30	30+5	60	60+5
Testemunha	4,24	4,01 a ^x	3,65 a	2,44 a	3,68 a	3,68 a
Antes		1,21 b	1,09 b	1,34 b	1,00 b	1,00 b
Após 30 dias				1,33 b	1,00 b	1,00 b
Após 60 dias						1,00 b
CV (%)		9,11	6,96	14,16	10,99	10,79

u – índice de adstringência medido através da escala de notas de Gazit e Levi, (1963), 1 = não adstringente, 2 = ligeiramente adstringente à não adstringente, 3 = moderadamente adstringente, 4 = adstringente e 5 = muito adstringente.

v – Numero de dias sob refrigeração.

x – Letras diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas (P≤0,05) segundo Tukey.

z – +5 = período de comercialização simulada, onde os frutos permaneceram por 5 dias a 25±1°C 80±5%UR.

Na cor de casca, os valores L* e a* mantiveram-se constantes durante o armazenamento a 1°C. Entretanto, quando os frutos foram transferidos para 25°C 80% UR, houve uma diminuição destes valores, ou seja, a casca dos frutos perdeu o brilho e perdeu a coloração vermelha. Esta diminuição foi ainda mais pronunciada nos frutos que sofreram a destanização. O valor b* (cor amarela) foi o mais afetado pelas condições do experimento. Observa-se que sempre que os frutos foram transferidos para a comercialização simulada (25°C), houve uma diminuição da coloração amarela. Esta diminuição foi ainda maior nos frutos que sofreram o processo de destanização, independente do período de destanização (Figura 20).

Na cor da polpa foram observadas as mesmas tendências apresentadas na cor da casca., ou seja, sempre que os frutos foram transferidos para 25°C houve uma diminuição do valor L* e b*. A coloração vermelha (a*), manteve-se constante durante todo o experimento, não havendo diferenças entre os diferentes períodos de destanização (Figura 20).

Durante o amadurecimento de frutos de caqui a 25°C, ocorre um aumento do total de carotenóides na casca e na polpa do fruto (EBERT e GROSS, 1985). Segundo ITO (1974) este aumento de pigmentos carotenóides é responsável pela mudança da cor em caquis. SUGIURA et al. (1991) estudaram o desenvolvimento de pigmentos carotenóides a 14, 22 e 30°C. Estes autores relatam que frutos expostos a 22°C apresentaram um maior aumento de carotenóides em relação às outras duas temperaturas, indicando que a síntese de pigmentos carotenóides durante o amadurecimento é dependente da temperatura.

No caso deste experimento, durante o armazenamento refrigerado, não foram observadas mudanças na coloração do fruto (valores L^* , a^* e b^*). Entretanto, quando os frutos foram transferidos para 25°C , observou-se que houve uma diminuição da coloração amarela (b^*) e uma diminuição do brilho (L^*). Indicando que houve um amadurecimento acelerado quando os frutos foram transferidos para 25°C . É importante observar que nos frutos destanzados Após 30 dias, o armazenamento refrigerado foi interrompido após 30 dias e os frutos foram transferidos para 25°C por 30 h (12 de aclimação (Anexo 1) e 18 de exposição ao CO_2). Após este período os frutos foram novamente armazenados a 1°C . Segundo os dados obtidos neste experimento estas 30 h de exposição a 25°C foram suficientes para a mudança de cor na casca e na polpa do fruto. Isto explica as diferenças significativas entre os tratamentos no dia 60.

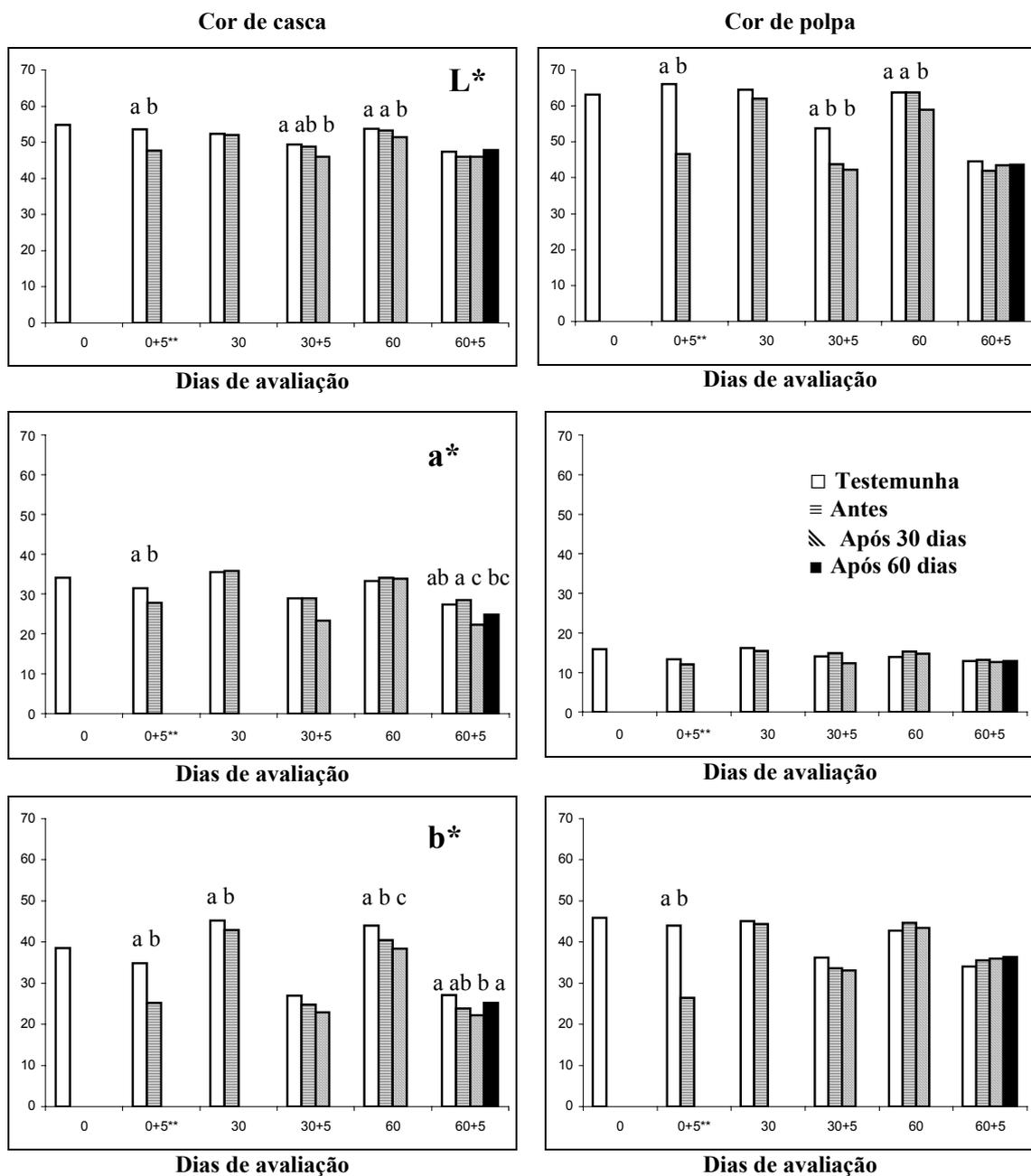


FIGURA 20. Cor de casca e polpa (L*, a* e b*) de caquis 'Rama Forte' destanizados com 70% de CO₂ por 18 h. Antes, Após 30 e Após 60 dias de armazenamento refrigerado (1±1°C 90±5% UR) por dois meses. * Letras diferentes sob as colunas indicam diferenças significativas (P≤0,05) segundo Tukey. A ausência de letras indica a não significância. ** +5 = período de comercialização simulada, onde os frutos permaneceram por 5 dias a 25±1°C 80±5% UR.

No dia 0, os frutos apresentaram 19,28 °BRIX. No dia 0+5, os frutos destanzados Antes apresentaram 17,96 °BRIX, valor significativamente menor que o apresentado pelos frutos da testemunha, 19,72 °BRIX (Tabela 45).

No dia 30, observou-se a mesma tendência, os frutos destanzados Antes apresentaram um valor significativamente menor que os frutos da testemunha, 19,64 e 17,20 respectivamente. Entretanto no dia 30+5, não houve diferenças significativas entre os distintos tratamentos, a média foi de 18,41 °BRIX (Tabela 45).

No dia 60, observou-se que os frutos destanzados Antes ou Após 30 dias apresentaram 17,42 e 17,72 °BRIX, significativamente menores que o da testemunha, 19,76 °BRIX. Entretanto, no dia 60+5 não houve diferenças significativas entre os diferentes períodos de destanização, a média dos tratamentos foi de 18,19 °BRIX (Tabela 45).

Observa-se que nos frutos expostos ao CO₂ houve uma diminuição significativa dos sólidos solúveis em relação aos frutos não destanzados. Esta diferença foi observada quando os frutos foram mantidos sob refrigeração. Após o período de comercialização simulada, à exceção do dia 0+5, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos (Tabela 45).

TABELA 45. Valores médios de sólidos solúveis, expressos em °BRIX, da polpa de caquis ‘Rama Forte’ destanzados com 70% de CO₂ por 18 h. Antes, Após 30 e Após 60 dias de armazenamento refrigerado (1±1°C 90±5% UR) por dois meses.

	Dias de avaliação					
	0 ^v	0+5 ^z	30	30+5	60	60+5
Testemunha	19,28	19,72 a ^x	19,64 a	18,20 a	19,76 a	18,04 a
Antes		17,96 b	17,20 b	18,44 a	17,42 b	18,64 a
Após 30 dias				18,60 a	17,72 b	17,88 a
Após 60 dias						18,20 a
c.v (%)		3,97	1,83	3,41	1,84	2,97

v – Número de dias sob refrigeração.

x – Letras diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas (P≤0,05) segundo Tukey.

z – +5 = período de comercialização simulada, onde os frutos permaneceram por 5 dias a 25±1°C 80±5% UR.

De acordo com SENTER et al. (1991), FORBUS et al. (1991) e SUGIURA et al. (1983) a diminuição dos sólidos solúveis durante o processo de destanização é devido à diminuição no teor de tanino solúvel, que também faz parte dos sólidos solúveis. No caso deste experimento, observou-se, além da diminuição dos sólidos solúveis nos tratamentos que

sofreram o processo de destanização (Antes, Após 30 dias e Após 60 dias), uma diminuição dos sólidos solúveis nos frutos da testemunha (que não foram destanizados).

Segundo ITO (1974), durante o processo de amadurecimento de caquis, ocorre uma diminuição do tanino solúvel, tanto nas variedades não adstringentes quanto nas variedades adstringentes. Entretanto, à diferença das variedades não adstringentes, onde o tanino solúvel é totalmente eliminado durante o amadurecimento, as variedades adstringentes, apesar desta diminuição, ainda apresentam altas quantidades de tanino solúvel após o amadurecimento.

No caso deste experimento, também se observou uma correlação entre os sólidos solúveis e o índice de adstringência do fruto. Observa-se na Figura 21 que, independentemente do tratamento variações no índice de adstringência, foram acompanhadas de variações no teor de sólidos solúveis. Estes dados confirmam o relato dos autores citados acima que o tanino solúvel faz parte dos sólidos solúveis.

Entretanto, deve ser observado, que o conteúdo de açúcares na polpa de frutos de caqui aumenta durante o amadurecimento (ITO 1974) e uma vez eliminado o tanino, como no caso dos frutos destanizados Antes e Após 30 dias, observa-se um aumento dos sólidos solúveis nos dias 30+5 e 60+5 (Tabela 46), o que também confirma o amadurecimento do fruto.

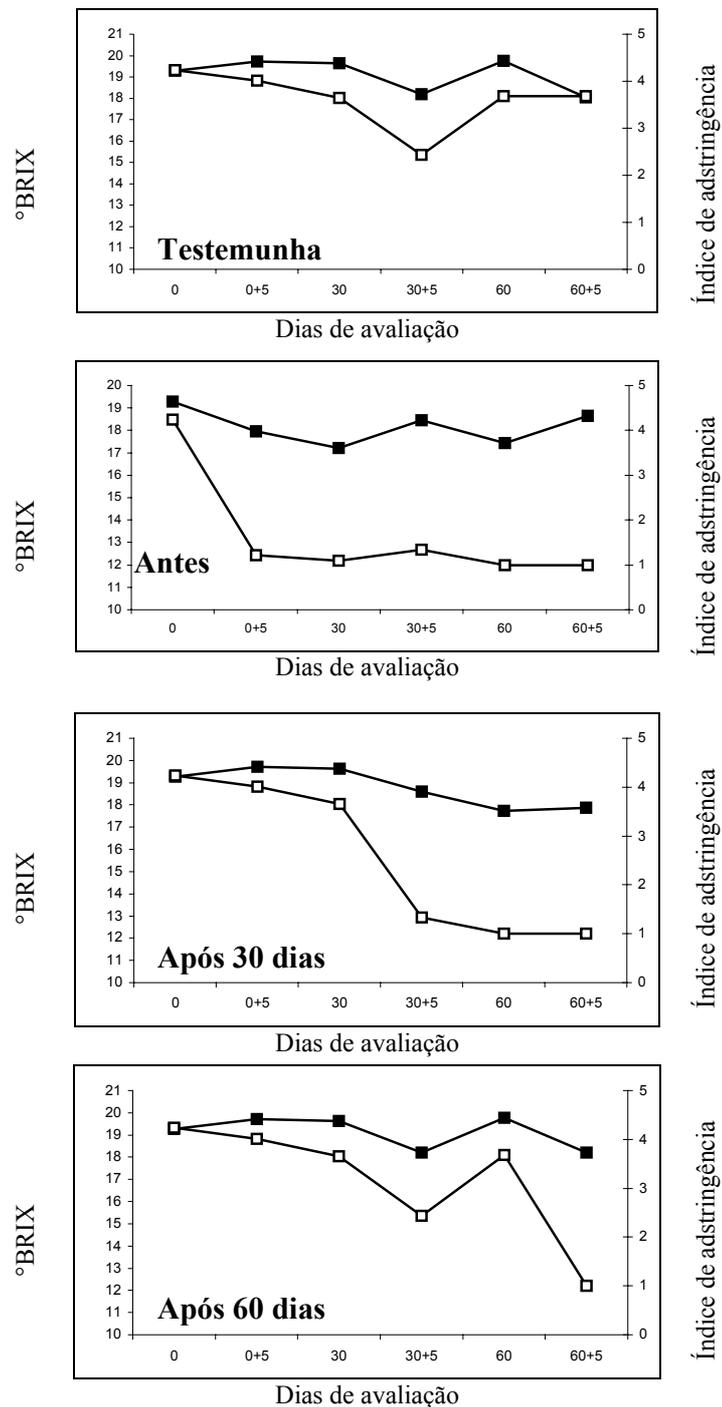


FIGURA 21. Correlação entre (■) sólidos solúveis e (□) índice de adstringência de caquis destanizados com 70% de CO₂ por 18 h. Testemunha, Antes, Após 30 dias e Após 60 dias do armazenamento refrigerado (1±1°C 90±5% UR) por dois meses.

No dia 0 os frutos apresentaram um pH de 5,59 na polpa. Observa-se que no dia 0+5, houve diferença significativa entre os frutos destanizados Antes, que apresentaram um pH 5,64 e os frutos não destanizados, que apresentaram um pH 6,00 (Tabela 46).

No dia 30, os frutos destanizados Antes apresentaram um valor significativamente menor que os frutos não destanizados, 5,97 e 5,81 respectivamente. As mesmas tendências foram mantidas quando estes frutos foram transferidos para 25°C, no dia 30+5.

No dia 60, foram observadas as mesmas tendências do dia 30. Entretanto, após o período de comercialização simulada, não foram observadas diferenças significativas, os frutos dos diferentes tratamentos apresentaram um pH médio de 6,06 (Tabela 46).

Durante o experimento, à exceção do dia 0+5, os frutos destanizados Antes e Após 30 dias do armazenamento apresentaram um aumento significativo do pH em relação a frutos não destanizados. Entretanto, no final do experimento não foram observadas diferenças significativas entre os distintos tratamentos.

Observa-se que houve um aumento do pH da polpa dos frutos durante o experimento. Estes dados indicam que ainda sob condições de armazenamento refrigerado houve um amadurecimento dos frutos, que foi ainda mais pronunciado nos frutos expostos ao CO₂.

TABELA 46. Valores médios do pH da polpa de caquis ‘Rama Forte’ destanizados com 70% de CO₂ por 18 h, antes, durante ou depois do armazenamento refrigerado (1±1°C 90±5% UR) por dois meses.

	Dias de avaliação					
	0 ^v	0+5 ^Z	30	30+5	60	60+5
Testemunha	5,59	6,00 a ^x	5,81 b	5,99 b	5,80 b	6,03 a
Antes		5,65 b	5,97 a	6,07 ab	5,98 a	6,16 a
Após 30 dias				6,17 a	6,03 a	6,02 a
Após 60 dias						6,04 a
CV (%)		1,12	0,74	1,09	0,82	1,36

v – Número de dias sob refrigeração.

x – Letras diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas (P≤0,05) segundo Tukey.

Z – +5 = período de comercialização simulada, onde os frutos permaneceram por 5 dias a 25±1°C 80±5% UR.

No dia 0 os frutos apresentaram uma média de 0,19 mg 100 mg⁻¹ de acidez total. Observa-se que no dia 0+5 houve diferença entre os frutos destanizados Antes e os frutos da Testemunha que apresentaram 0,20 e 0,22 mg 100 mg⁻¹ respectivamente (Tabela 47).

No dia 30, a mesma tendência foi observada, os frutos da Testemunha apresentaram $0,17 \text{ mg } 100 \text{ mg}^{-1}$, valor maior que o apresentado pelos frutos destanizados Antes do armazenamento. Entretanto, após o período de comercialização simulada, no dia 30+5, os frutos destanizados Antes e Após 30 dias, apresentaram valores maiores que o da Testemunha (Tabela 47).

No dia 60, os frutos da Testemunha apresentaram os menores valores $0,18 \text{ mg } 100 \text{ mg}^{-1}$, em relação aos frutos destanizados Antes ou Após 30 dias, que apresentaram $0,25$ e $0,29 \text{ mg } 100 \text{ mg}^{-1}$ respectivamente. Entretanto, após o período de comercialização simuladas, no dia 30+5, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos (Tabela 47).

Normalmente, durante o amadurecimento de frutos, ocorre um aumento do pH e uma diminuição da acidez total. Entretanto, no caso do caqui, parece que não ocorre a diminuição da acidez durante o amadurecimento. Em todos os experimentos anteriores, observou-se uma diminuição seguida de um aumento da acidez total no final do amadurecimento. No caso deste experimento a mesma tendência foi observada. Segundo DAOOD et al. (1992) a acidez total de frutos de caqui diminui durante o amadurecimento. Entretanto, SENTER et al. (1991) cita que a acidez total não varia significativamente durante o amadurecimento. Por sua vez, BIASI e GERHARDT (1992), observaram que a acidez total da polpa de caquis aumenta e depois diminui.

Como visto anteriormente ainda não se tem claro o comportamento da acidez total durante o amadurecimento de frutos de caqui. No caso deste experimento, mediu-se a acidez total e o pH no sentido de se obter maiores informações sobre o amadurecimento do frutos. Entretanto, sob as condições deste experimento, estes parâmetros não apresentaram grandes variações não permitindo a diferenciação dos tratamentos.

TABELA 47. Valores médios de acidez total (mg de ácido málico por 100 mg de polpa de polpa) da polpa de caquis ‘Rama Forte’ destanizados com 70% de CO₂ por 18 h, antes, durante ou depois do armazenamento refrigerado (1±1°C 90±5% UR) por dois meses.

	Dias de avaliação					
	0 ^v	0+5 ^Z	30	30+5	60	60+5
Testemunha	0,19	0,22 a ^x	0,17 a	0,14 b	0,18 c	0,25 a
Antes		0,20 b	0,13 b	0,23 a	0,25 b	0,21 a
Após 30 dias				0,22 a	0,29 a	0,25 a
Após 60 dias						0,21 a
CV (%)		4,45	13,21	11,43	4,53	27,56

v – Número de dias sob refrigeração.

x – Letras diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas (P≤0,05) segundo Tukey.

Z – +5 = período de comercialização simulada, onde os frutos permaneceram por 5 dias a 25±1°C 80±5% UR.

Observa-se que frutos destanizados Antes do armazenamento refrigerado permaneceram bastante firmes até o dia 30, não diferindo significativamente dos frutos da Testemunha (35,84 e 38,61 N respectivamente). Entretanto, no dia 60 dia estes frutos apresentaram uma diminuição significativa da resistência da polpa à penetração em relação aos da Testemunha (24,75 e 30,21 respectivamente). Por outro lado, frutos destanizados Após 30 dias do armazenamento refrigerado, diminuíram significativamente a resistência da polpa após a destanização ainda quando mantidos sob refrigeração a 1°C. Observa-se que no dia 60 estes frutos apresentaram 2,76 N (Figura 22).

Todos os frutos, inclusive os da Testemunha, diminuíram a resistência da polpa à penetração rapidamente quando transferidos para 25°C 80% UR. Esta diminuição foi ainda mais pronunciada nos frutos que sofreram a destanização. No final do experimento, aos 60 + 5 dias, todos os frutos, inclusive os não destanizados amoleceram, não havendo diferenças significativas entre os tratamentos (Figura 22).

Segundo BEN-ARIE e GUELFAT-REICH (1976), trabalhando com caquis ‘Triumph’, altas concentrações CO₂ por períodos curtos, feitos antes, durante ou depois do armazenamento refrigerado, aceleram o amolecimento de caquis. Segundo estes autores, altas concentrações de CO₂ aceleram a atividade de certas enzimas envolvidas no amolecimento.

No caso deste experimento, o fato da testemunha também ter diminuído a resistência da polpa, durante a comercialização simulada, após 30 dias a 1°C, indica que além do CO₂, baixas temperaturas provocam uma diminuição da resistência da polpa de caquis quando estes

são transferidos para a temperatura ambiente. Este fato também foi observado por BEN-ARIE et al. (1996) e COLLINS e TISDELL (1995).

LEVIÈVRE et al. (1995) relatam que baixas temperaturas estimulam a atividade da ACC sintase e ACC oxidase em maçãs Granny Smith. Sabe-se que a ACC sintase é a principal enzima reguladora da produção de etileno em plantas e sua atividade é regulada por vários fatores internos e externos. Os mesmos autores também fazem referência a que o mesmo ocorre em pêras Passe-Crassane e que provavelmente seja um fenômeno generalizado em pomáceas.

Os dados obtidos neste experimento não nos permite fazer qualquer referência à indução de etileno por baixas temperaturas em caquis. Entretanto, observou-se que quando os frutos foram transferidos para 25°C, após o armazenamento refrigerado, houve uma diminuição da resistência da polpa. O motivo deste amolecimento ainda não está claro, poderia ser por uma indução da síntese de etileno, provocada pelas baixas temperaturas, ou por algum outro fenômeno ainda desconhecido.

COLLINS e TISDELL (1995), atribuíram este amolecimento após o armazenamento refrigerado ao dano por frio. Entretanto, segundo MORRIS (1982) frutos com dano por frio apresentam, entre outros sintomas, a descoloração da polpa e uma dificuldade de amadurecimento. No caso deste experimento, como já comentado, observou-se que a coloração da casca e da polpa mudou de alaranjado para vermelho escuro e houve um aumento do pH, o que indica que os frutos amadureceram após o armazenamento refrigerado, descartando a possibilidade de dano por frio.

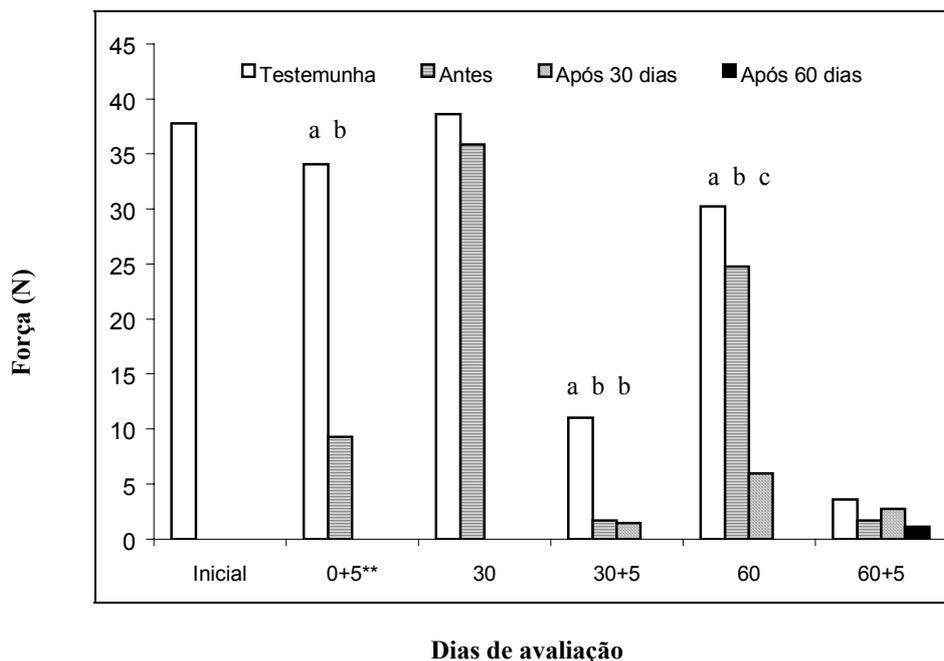


FIGURA 22. Valores médios da resistência da polpa à penetração (N) de caquis ‘Rama Forte’ destanzados com 70% de CO₂ por 18 h, Antes, Após 30 dias e Após 60 dias do armazenamento refrigerado (1±1°C 90±5% UR) por dois meses. * - Letras diferentes sob as colunas indicam diferenças significativas (P≤0,05) segundo Tukey. A ausência de letras indica diferença não significativa. ** - +5 = período de comercialização simulada, onde os frutos permaneceram por 5 dias a 25±1°C 80±5% UR.

Os três parâmetros extraídos das curvas força-deformação, obtidas após a compressão do fruto inteiro, apresentaram, a mesma variação ao longo do tempo. Durante o armazenamento a 1°C, houve, independentemente da época de destanização, uma diminuição dos três parâmetros (força a 3 %, energia a 3 % e IF). Nos frutos destanzados esta diminuição foi ainda. No dia 60 os frutos destanzados Após 30 dias apresentaram valores significativamente menores (Figura 23).

Quando os frutos foram transferidos para 25°C, houve uma diminuição no valor médio dos três parâmetros avaliados. Nos dias (0+5) e (30+5) os frutos destanzados Antes e Após 30 dias apresentaram valores menores que os frutos não destanzados. Entretanto, no dia (60 + 5) não houve diferenças significativas (Figura 23).

THIAGU et al. (1993) comprimiram frutos de tomate em diferentes estágios de amadurecimento. Segundo os mesmos autores tanto, a força e a energia, no momento da ruptura, assim como o IF mostraram uma alta correlação com os diferentes estágios de amadurecimento do fruto.

No caso deste experimento, como já discutido anteriormente, houve um amadurecimento dos frutos durante a comercialização simulada. Os três parâmetros extraídos da curva força-deformação (força a 3 %, energia a 3 % e IF) confirmaram que houve um amolecimento dos frutos neste período.

Segundo THIAGU et al (1993) as propriedades mecânicas do fruto dependem das mudanças bioquímicas (amadurecimento) e biofísicas (perda de água) que ocorrem durante o amadurecimento. Quando o fruto é comprimido, a superfície celular aumenta de tamanho, causando um aumento da tensão na parede celular. Esta tensão é aliviada com a exosmose (perda de conteúdo celular) e a deformação da lamela média, que é constituída basicamente por hemicelulose e pectina (ROJAS et al. 2001). Em caquis, durante o amadurecimento, ocorre uma diminuição da pectina e hemicelulose presentes na parede celular (BEN-ARIE et al 1996), conseqüentemente, quando se comprime frutos de caqui em estado avançado do amadurecimento, estes apresentam uma menor resistência em relação a frutos não maduros.

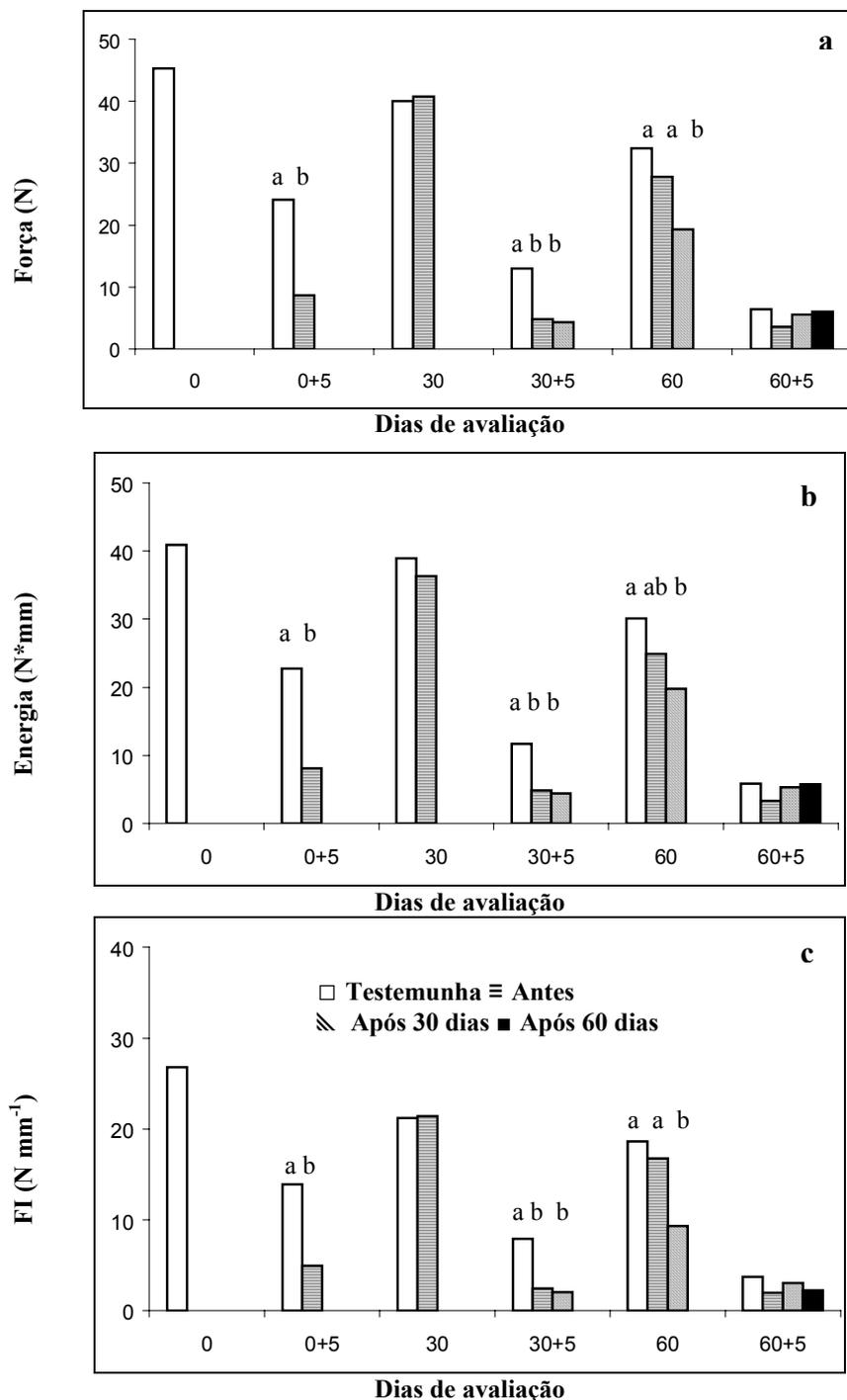


FIGURA 23. Valores médios da Força (a) e Energia (b) necessária para deformação de 3 % do diâmetro do fruto e IF (c) obtidos da compressão de caquis destanzados com CO₂. Antes, Após 30 dias e Após 60 dias do armazenamento por dois meses. * Letras diferentes sobre as colunas indicam diferenças significativas ($P \leq 0,05$) segundo Tukey. A ausência de letras indica a não significância. ** + 5 = período de comercialização simulada, onde os frutos permaneceram por 5 dias a $25 \pm 1^\circ\text{C}$ $80 \pm 5\%$ UR.

Para o módulo de elasticidade de espécimes cilíndricos extraídos da polpa observa-se no dia 0 que os frutos apresentaram um valor de 2,29 MPa para o módulo de elasticidade. No dia 0+5, observou-se que os frutos não destanizados apresentaram um valor maior que os frutos destanizados Antes do armazenamento, 20,5 e 0,81 MPa respectivamente (Figura 24).

No dia 30, não foram observadas diferenças significativas entre os frutos destanizados e os frutos destanizados Antes do armazenamento, a média foi de 1,91 MPa. Entretanto, após a comercialização simulada, observou-se que os frutos não destanizados apresentaram um valor significativamente maior (0,97 MPa) que os frutos dos tratamentos destanizados Antes e Após 30 dias, que apresentaram uma média de 0,02 MPa (Figura 24).

No dia 60, os frutos da Testemunha (1,66 MPa) e dos destanizados Antes (1,30 MPa) do armazenamento apresentaram um módulo de elasticidade maior que o apresentado pelo tratamento destanizado Após 30 dias (0,28 MPa). Entretanto, independentemente do tratamento a que foram submetidos os frutos, no dia 60+5 não houve possibilidade de extrair os espécimes cilíndricos, pois os frutos se encontravam muito moles (Figura 24).

Durante o armazenamento refrigerado houve uma diminuição do módulo de elasticidade em todos os frutos. Observa-se que, por exemplo, os frutos da Testemunha apresentaram um valor de 2,29 MPa no dia 0 e 1,66 MPa no dia 60, o que significa uma diminuição de 27,5 % durante o experimento. Nos frutos destanizados esta diminuição foi ainda maior. Os frutos destanizados Antes diminuíram 43,23 %, enquanto que os frutos destanizados Após 30 dias diminuíram 87,77 %. Estes dados evidenciam que durante o amadurecimento do caqui ocorre uma diminuição do módulo de elasticidade da polpa, como já discutido anteriormente (Figura 24).

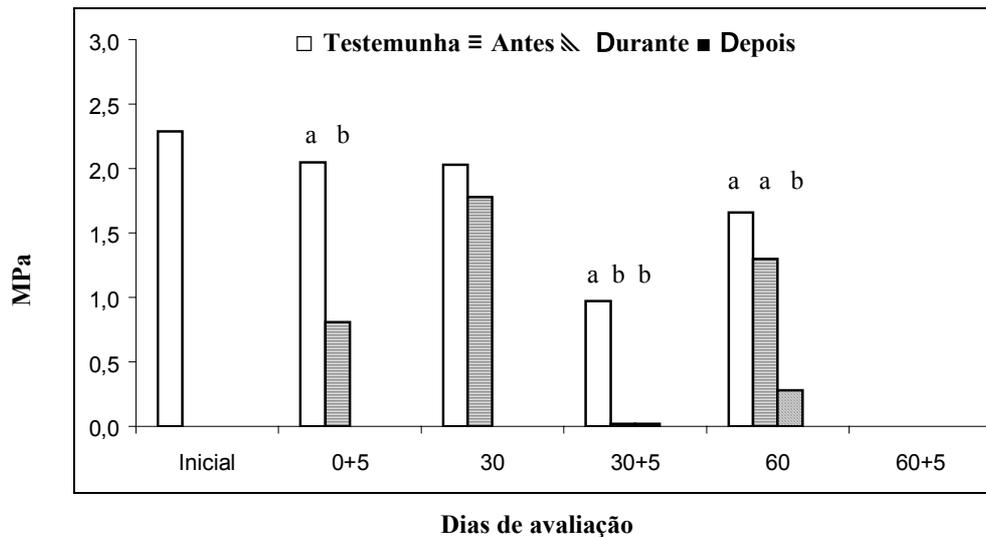


FIGURA 24. Valores médios do módulo de elasticidade, obtido após a compressão entre pratos planos paralelos, de espécimes cilíndricos, extraído da polpa de caqui 'Rama Forte' destanizado com 70% de CO₂ por 18 h, antes, durante e depois do armazenamento refrigerado (1±1°C 90±5% UR) por dois meses. * Letras diferentes sob as colunas indicam diferenças significativas (P≤0,05) segundo Tukey. A ausência de letras indica a não significância. ** + 5 = período de comercialização simulada, onde os frutos permaneceram por 5 dias a 25±1°C 80±5% UR.

Após a análise dos resultados deste experimento, observou-se que existem algumas correlações entre o módulo de elasticidade e outras variáveis. A Tabela 49 mostra estes coeficientes de correlação. O maior coeficiente de correlação foi obtido entre o módulo de elasticidade e a resistência da polpa à penetração. Entretanto, também foram significativos (P≤0,01) os coeficientes entre módulo de elasticidade e as três variáveis extraídas da curva força-deformação (força a 3 %, energia a 3 % e IF) e os valores L* e b* (b* a P≤0,05) da cor da casca.

No experimento anterior, os parâmetros extraídos da curva força-deformação não se mostraram bons indicadores do amolecimento quando comparados com a resistência da polpa à penetração (ponteira de 8 mm) e a compressão de espécimes cilíndricos extraídas da polpa dos frutos. Entretanto, naquele experimento houve uma perda de massa de 10 %. No caso deste experimento, a perda de massa foi de 3 % (armazenamento refrigerado) e 6 % (comercialização simulada). Estes dados indicam que a compressão do fruto inteiro entre pratos planos e paralelos pode ser um bom indicador do amolecimento do fruto desde que a perda de água esteja dentro dos limites mostrados neste experimento (entre 3 e 6% de perda de massa)

Os dados deste experimento confirmaram, uma vez mais, a existência de uma correlação entre o módulo de elasticidade e os valores L* e b* da cor da casca. No experimento anterior esta correlação também foi observada. Segundo SEYMOUR et al. (1993), SALUNKHE e DESAI (1984) e EL-WAHAB et al. (1983), durante o amadurecimento de frutos de caqui, ocorrem várias mudanças bioquímicas e físicas ao mesmo tempo, entre elas estão o desenvolvimento da cor da casca e da polpa e a diminuição da firmeza do fruto.

TABELA 48. Coeficientes de correlação (R) entre o módulo de elasticidade e outras variáveis obtidas no experimento onde caquis ‘Rama Forte’ foram destanizados com 70% de CO₂ por 18 h, Antes, Após 30 dias e Após 60 dias do armazenamento refrigerado (1±1°C 90±5% UR) por dois meses.

	Fruto inteiro			Penetrômetro	Cor de casca	
	F a 3 %	E a 3%	IF	RPP	L*	b*
R	0,88	0,87	0,90	0,98	0,82	0,71
A	0,0293	0,0147	0,0165	0,0727	-11,2408	-1,2719
B	0,0495	0,0537	0,0896	0,0538	0,2430	0,0708
F (anova)	30,80 **	28,05 **	39,11 **	181,49 **	18,21 **	9,28 *

** - Significativo a $P < 0,01$ e * - significativo $P \leq 0,05$.

F a 3 % - Força a 3 % de deformação do diâmetro do fruto.

E a 3 % - Energia a 3 % de deformação do diâmetro do fruto.

RPP - Resistência da polpa à penetração.

A e B - Coeficiente linear e angular respectivamente ($y=A + Bx$).

IF - Índice de firmeza

7.4. CONCLUSÕES

O processo de destanização com 70 % de CO₂ por 18 h elimina totalmente a adstringência dos frutos, quando realizado antes, após 30 ou 60 dias de armazenamento refrigerado a 1°C.

A interrupção do armazenamento refrigerado, expondo os frutos a condições ambientes (25°C), acelera o amolecimento dos frutos.

Os índices de firmeza baseados na penetração e no módulo de elasticidade são bons índices para a diferenciação dos tratamentos.

Os índices de firmeza se correlacionam com os índices L* e b* da cor de casca.

8. CAPÍTULO 6:

DIFERENTES EMBALAGENS PLÁSTICAS PARA O ARMAZENAMENTO REFRIGERADO DO CAQUI ‘RAMA FORTE’ PREVIAMENTE DESTANIZADO COM CO₂.

8.1. INTRODUÇÃO

Conforme relatado no capítulo cinco verificou-se que, independente do período, durante o armazenamento, em que foi realizada a destanização com CO₂, houve amolecimento do fruto durante a comercialização simulada. O acondicionamento de caquis da variedade ‘Fuyu’ em filmes plásticos promove uma atmosfera modificada que evita o amolecimento do fruto e a excessiva perda de água (CIA, 2002). Entretanto, não é conhecido o efeito do acondicionamento de caquis ‘Rama Forte’, previamente destanizados com CO₂, em diferentes filmes plásticos durante o armazenamento refrigerado e condições de comercialização. Neste experimento avaliou-se o efeito do acondicionamento com filme plástico sobre a qualidade do fruto.

8.2. MATERIAL E MÉTODOS

Caquis ‘Rama Forte’, colhidos na região de Mogi das Cruzes - SP durante o final da safra de 2001, foram selecionados de acordo com a Normas de Classificação, Padronização e Identificação do Caqui. Utilizaram-se frutos do Grupo 1, taninoso, Subgrupo 3, alaranjado, e Classe 6, frutos com diâmetro equatorial entre 60 mm e 70 mm (PROGRAMA BRASILEIRO PARA A MODERNIZAÇÃO DA HORTICULTURA, 2000). Em seguida, os frutos foram colocados em caixas de papelão (60 x 40 x 20 cm) contendo duas camadas cada (entre cada camada utilizou-se papel ‘canadá’ para evitar o contato direto entre os frutos) e transportados em veículo para o Laboratório de Fisiologia de Pós-colheita do FRUTHOTEC ITAL, aproximadamente 150 km. No ITAL, os frutos foram identificados, pesados e submetidos ao processo de destanização com CO₂.

Para o processo de destanização, os frutos foram colocados em caixas plásticas (60 x 40 x 20 cm) contendo duas camadas de frutos por caixa. Logo após, as caixas contendo os frutos foram colocadas em tambores de aço com capacidade de 200 L equipados com ventiladores para promover a homogeneização dos gases, à 25°C 80% UR. Em seguida, fez-se a injeção do gás a 100% de pureza até que a concentração interna do tambor atingisse 70%, medido com um analisador de O₂/CO₂ (DANSENSOR, modelo CombCheck 9800/1). Logo após, os tambores foram conectados a um fluxocentro, adaptado do modelo construído por CALBO (1989), com um escoamento contínuo de 45 L h⁻¹ composto de 70% de CO₂ + ar. Após 18 h nestas condições os frutos foram retirados dos tambores e agrupados em quatro lotes. Cada lote foi acondicionado em um dos seguintes filmes: PEBD 50 µm, PVC 20 µm, CLYSAR 38 µm. As medidas de espessura e permeabilidade de cada filme são mostradas na Tabela 49. O lote testemunha não foi acondicionado com filmes plásticos, os frutos foram colocados sobre as bandejas sem nenhuma embalagem. Para o acondicionamento dos frutos, utilizou-se bandejas de poliestireno expandido de 15 X 21 cm, onde foram dispostos três frutos. Os filmes PEBD e CLYSAR foram utilizados na forma de sacos (20 X 30 cm), que foram selados, após o acondicionamento dos frutos, utilizando uma seladora (marca Haramura), sem evacuação de ar. Para a embalagem em PVC, os frutos foram colocados nas bandejas e envolvidos com o filme de PVC. Logo após o acondicionamento os frutos foram colocados em caixas plásticas, com uma camada de bandejas por caixa, e armazenados a 1°C 90±5%UR por 60 dias.

As avaliações foram feitas a cada 15 dias, considerando ainda um período adicional de armazenamento, de cinco dias, em câmara à 25±1°C 80±5%UR, para simular um período de exposição e venda (comercialização), quando os frutos com as embalagens foram transferidos para uma câmara a 25±1°C 80±5%UR.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro tratamentos, quatro repetições, tendo três frutos como unidade experimental. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias, relativas a uma mesma data, foram comparadas pelo teste Tukey (P≤0,05). Para realização das análises estatísticas e correlações entre as variáveis utilizou-se os programas SAS/ STAT e ESTAT v.2.0.

TABELA 49. Diferentes tipos de filmes usados para o acondicionamento de caquis ‘Rama Forte’ previamente destanizados com 70% de CO₂ por 18 h e armazenados a 1°C 90% UR.

Tratamentos	Tipo de embalagem	Espessura	Permeabilidade ^z	
			O ₂	CO ₂
Testemunha	Frutos sem embalagem			
PEBD	Polietileno de baixa densidade	50 µm	4,21	17,80
CLYSAR	Multicamada coextrusado a base de poliolefina	25 µm	4,65	18,60
PVC	Policloreto de vinila	20 µm	6,65	53,18

Z – Taxa de Permeabilidade a 25°C e 1 atm cm³. m⁻². dia⁻¹.

8.2.1. Avaliação da qualidade

A avaliação do efeito de diferentes embalagens durante o armazenamento refrigerado de caquis ‘Rama Forte’, previamente destanizados com CO₂, sob a qualidade do fruto foi realizada através da análise dos seguintes parâmetros: a perda de massa, índice de adstringência, cor de casca e polpa, sólidos solúveis, pH e acidez total. Os procedimentos para essas medidas foram idênticos aos descritos no capítulo 1.

Para caracterizar mecanicamente a polpa foram realizados os seguintes ensaios:

Ensaio de resistência da polpa à penetração - Utilizou-se ponteira cilíndrica de 8 mm e procedimento idêntico ao descrito no capítulo 1.

Compressão uniaxial de espécimes cilíndricos – A compressão entre pratos planos, rígidos e paralelos foi feita com espécimes cilíndricos extraídos da polpa dos frutos utilizando-se procedimentos idênticos aos descritos no capítulo 4.

Nos experimentos anteriores, o módulo de elasticidade mostrou ser o melhor parâmetro para a diferenciação dos tratamentos, por isso, no caso deste experimento foi escolhido para avaliar as variações no comportamento mecânico dos frutos nesse experimento.

Composição gasosa (O₂ e CO₂) no espaço livre da embalagem - A técnica utilizada na determinação da composição gasosa do interior das embalagens basicamente resumiu-se na coleta de alíquotas de 30 mL de gás do espaço-livre, através de um septo colocado na embalagem, com amostrador automático do analisador PBI Dansensor, modelo Combi Check 9800-1, com sensores de oxigênio e gás carbônico. Os resultados foram expressos em termos de porcentagem em volume de gás.

Etanol e acetaldeído no espaço livre da embalagem – Os níveis de etanol e acetaldeído no espaço livre da embalagem foram medidos injetando-se 1 mL de amostra do gás em cromatógrafo a gás, CG 37370, operando com detector de ionização de chama a 250°C, coluna 10% Carbowax sobre Chromosorb W a 80°C, vaporizador a 150°C. O gás de arraste utilizado foi o argônio com fluxo de 20 mL min⁻¹. Os fluxos dos gases do detector (H₂ e O₂) foram de 20/40 mL.min⁻¹ respectivamente. As avaliações de etanol e acetaldeído no espaço livre da embalagem foram feitas apenas após o período de comercialização simulada.

8.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se que após 45 dias de armazenamento refrigerado, os níveis de O₂ e CO₂ mantiveram-se praticamente constantes em torno de 7,81 % e 3,53 % para PEBD e 10,71 % e 2,46 % para CLYSAR, respectivamente. Enquanto que a atmosfera da embalagem de PVC, mesmo após 60 dias de armazenamento, ainda apresentou mudanças na composição (Figura 25). O que está relacionado à maior permeabilidade ao O₂ e CO₂ apresentada pelo filme de PVC (6,65 para O₂ e 53,18 cm³. m⁻². dia⁻¹ para CO₂ mostrado na Tabela 49).

Ao acondicionar frutos em filmes plásticos, produz-se, através da respiração do fruto, uma mudança na atmosfera do espaço livre (KADER 1992). Em filmes com baixas permeabilidades ao O₂ e ao CO₂, como no caso do PEBD e CLYSAR, ocorre o acúmulo de CO₂ e uma diminuição rápida dos níveis de O₂. Estas mudanças na atmosfera do espaço livre produzem uma diminuição do metabolismo do fruto. Por outro lado, em filmes com alta permeabilidade a esses gases, como no caso do PVC, as mudanças na atmosfera do espaço livre são pequenas, conseqüentemente o metabolismo do fruto é pouco influenciado ou, em alguns casos, inalterado.

No caso deste experimento, observa-se que o PEBD estabiliza a atmosfera em torno de 8,1 % de O₂ e 3,0 % de CO₂, o CLYSAR, em 11,5 de O₂ e 2,2 % de CO₂ e o PVC, após 60 dias de armazenamento refrigerado, registrou 13,3 % de O₂ e 2,0 % de CO₂ (Figura 25).

Ainda na Figura 25, observa-se que nos períodos de comercializações simuladas, independentes do filme plástico utilizado, o O₂ diminui e o CO₂ aumenta em relação ao período de armazenamento refrigerado. Segundo HARDENBURG et al. (1986) a respiração de caquis a 0°C é de 2 a 5 mg de CO₂ kg⁻¹ h⁻¹ e a 25°C é 29 a 40 mg de CO₂.kg⁻¹ h⁻¹. Estes

dados indicam que sob condições de armazenamento refrigerado a 1°C o metabolismo do fruto se vê diminuído. Entretanto, quando os frutos são transferidos para altas temperaturas, como por exemplo, a 25°C, o metabolismo do fruto cresce em 10 vezes e a concentração de oxigênio no espaço livre da embalagem diminui. Porém, sob baixas concentrações de oxigênio ocorre risco de fermentação.

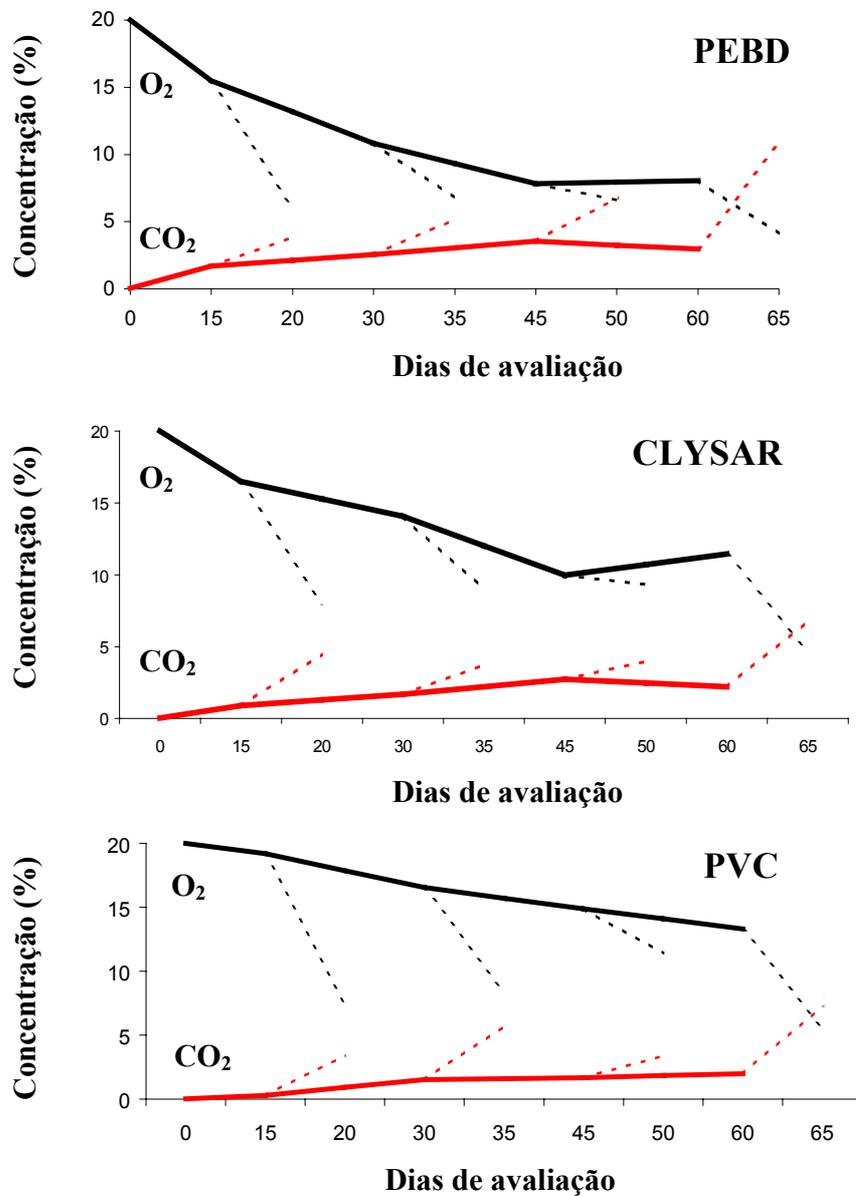


FIGURA 25. Concentrações de O₂ e CO₂ medidos no espaço livre de três diferentes filmes plásticos usados para o acondicionamento de caquis previamente destanizados com CO₂ e armazenados por 60 dias a 1°C 90% UR. Linha contínua (refrigeração) e linha tracejada (comercialização simulada a 25°C).

As avaliações de etanol e acetaldeído foram feitas como forma de controlar os níveis de anaerobiose nas embalagens. Observa-se que as maiores concentrações de etanol e acetaldeído foram obtidas nas embalagens onde se usou o PEBD (Figura 26). O aumento do

etanol e acetaldeído nas embalagens está relacionado com as baixas concentrações de oxigênio e altas concentrações de dióxido de carbono observadas no espaço livre destas embalagens (Figura 25). Observa-se que a atmosfera no espaço livre da embalagem de PEBD foi a que apresentou menor concentração de O₂ e maior concentração de CO₂ no dia 45 +5 (6,62 e 6,80 % respectivamente) e no dia 60 + 5 (4,05 e 10,8 % respectivamente).

Ao observar as características dos três filmes plásticos na Tabela 49, nota-se que o PEBD é o filme com menor permeabilidade ao O₂ e ao CO₂ (4,21 e 17,80 respectivamente). O que significa que as trocas de O₂ e CO₂ são limitadas produzindo um acúmulo de CO₂ no na embalagem. Segundo SMAGULA e BRAMLAGE (1977) baixas concentrações de O₂ e altas concentrações de CO₂ em tecidos vegetais produzem o acúmulo de piruvato. Em seguida, o piruvato é então transformado em acetaldeído e etanol. O aumento destes compostos nos tecidos vegetais indica a ocorrência de fermentação.

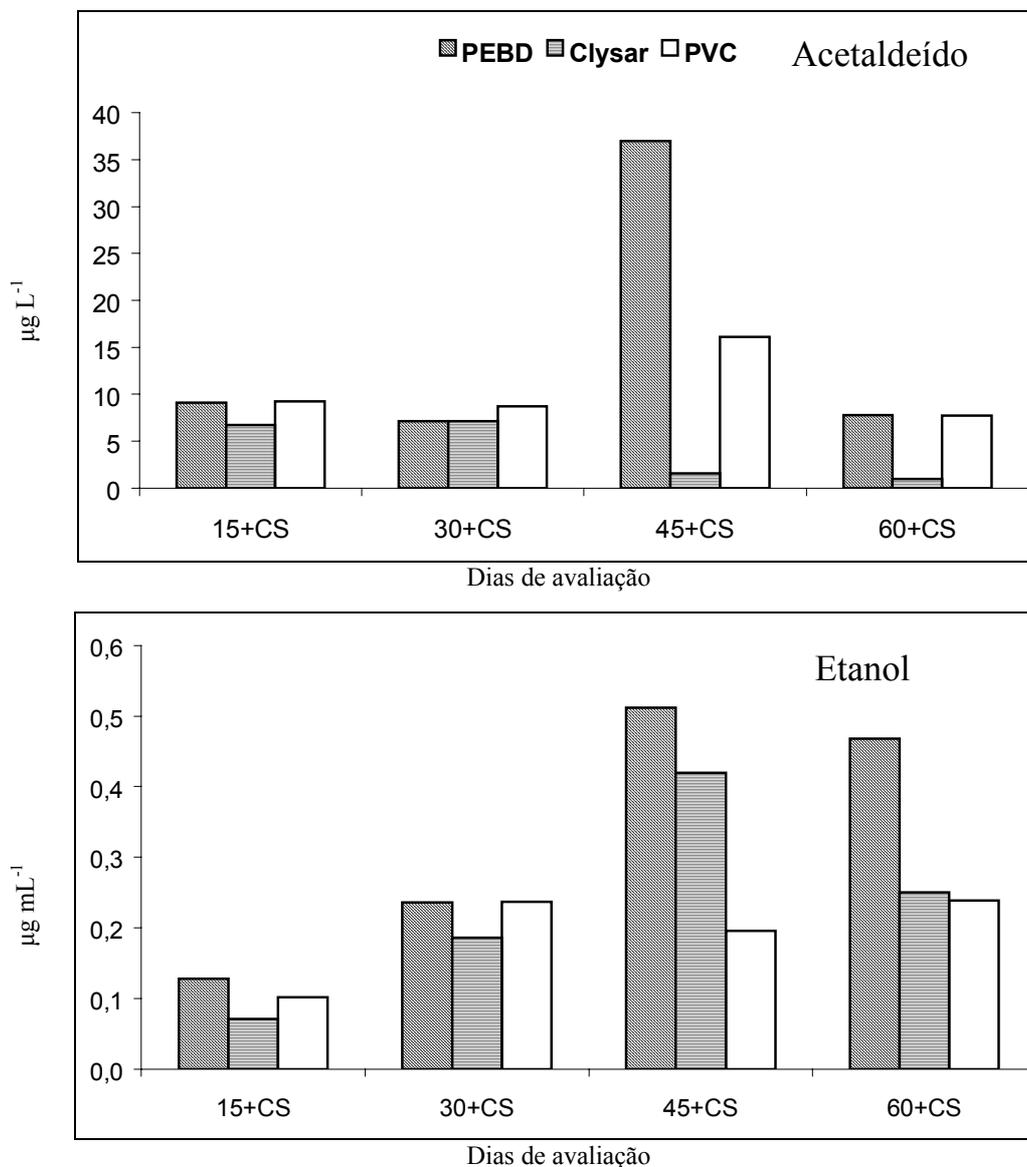


FIGURA 26. Níveis de acetaldeído e etanol medidos em três diferentes embalagens usadas para o acondicionamento de caquis ‘Rama Forte’ previamente destanzados com CO_2 e armazenados por dois meses a $1\pm 1^\circ\text{C}$ $90\pm 5\%$ UR. As análises foram feitas somente após um período de 5 dias de comercialização simulada (CS), onde os frutos permaneceram a 25°C .

Observa-se que no dia 15 os frutos da testemunha perderam em média 1,42 % da massa, enquanto que os frutos acondicionados com PEBD e CLYSAR perderam em média 0,38 % e os frutos embalados com PVC registraram valores intermediários, 0,59 %. Durante todo o período de armazenamento esta tendência foi mantida. No final do experimento, dia 60+5, os frutos da testemunha perderam 7,67 % da massa, enquanto que os frutos embalados

com PEBD e CLYSAR perderam 0,71 % e os frutos embalados com PVC perderam 2,41 % da massa (Tabela 50).

Estes dados indicam que a os diferentes tipos de embalagens promoveram redução na perda de massa. Observa-se que, tanto durante o armazenamento refrigerado como na comercialização simulada, os frutos acondicionados com os diferentes filmes plásticos perderam menos massa que os frutos da testemunha. Entretanto, observa-se, no dia 60+5, que os fruto acondicionados com PEBD e CLYSAR perderam 10,8 vezes menos massa que os frutos da testemunha. Enquanto que os frutos acondicionados com PVC perderam 3,18 vezes menos massa (Tabela 50). Ao observar as características dos diferentes filmes plásticos na Tabela 49, vê-se que o PVC é o filme menos espesso, 20 µm, tendo portanto uma maior permeabilidade ao vapor d'água que os outros dois filmes utilizados neste experimento.

TABELA 50. Valores médios da perda de massa (%) de caquis 'Rama Forte' destanizados com CO₂ e posteriormente acondicionados em três diferentes filmes flexíveis e armazenados por dois meses a 1±1°C 90±5% UR.

Tratamentos	0 ^v	15	15+5	30	30+5	45	45+5	60	60+5
Testemunha	0,0	1,42a ^x	5,87 a	3,24 a	8,07 a	3,10 a	7,64 a	4,56 a	7,67 a
PEBD		0,41 c	0,57 c	0,47 c	0,65 c	0,58 c	0,73 c	0,57 c	0,73 c
CLYSAR		0,35 c	0,58 c	0,41 c	0,70 c	0,49 c	0,80 c	0,40 c	0,70 c
PVC		0,59 b	2,09 b	0,84 b	2,67 b	1,02 b	2,47 b	1,28 b	2,41 b
CV (%)		11,84	15,18	10,22	4,37	15,40	12,93	16,46	10,42

v – Número de dias sob refrigeração.

x – Letras diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas ao nível de 5%, Tukey.

+5 = período de comercialização simulada, onde os frutos permaneceram por 5 dias a 25°C.

Observa-se que no dia 0 (antes do acondicionamento nos filmes plásticos e após a destanização com CO₂) os frutos se apresentavam ligeiramente adstringentes com um índice de adstringência de 1,76. Entretanto, durante os 15 primeiros dias de armazenamento refrigerado, independente dos filmes em que foram acondicionados, os frutos apresentaram um valor médio de 1,15 (não adstringentes). Durante todo o restante do período de armazenamento os frutos mantiveram-se não adstringentes, apresentando valores em torno de 1,0 (Tabela 51).

A destanização com CO₂ envolve dois estágios. No primeiro, ocorre a produção enzimática de acetaldeído e no segundo ocorre a reação química entre o acetaldeído e o tanino solúvel, produzindo um polímero insolúvel, não adstringente (GAZIT e ADATO 1972). Estes

dois estágios são dependentes da temperatura (BEN-ARIE e SONEGO 1993), ou seja, baixas temperaturas diminuem a velocidade da reação e os frutos demoram mais em perder a adstringência.

No experimento anterior, verificou-se que frutos destanizados com CO₂ podem completar o segundo estágio em um período máximo 30 dias sob condições de armazenamento refrigerado a 1°C. Os dados deste experimento indicam que frutos de caqui destanizados com CO₂ podem completar o segundo estágio em 15 dias mesmo sob condições de armazenamento a 1°C. O fato de acondicionar ou não os frutos em embalagens plásticas não influenciou na perda da adstringência.

TABELA 51. Valores médios do índice de adstringência de caquis 'Rama Forte' destanizados com CO₂ e posteriormente acondicionados em três diferentes filmes flexíveis e armazenados por dois meses a 1±1°C 90±5% UR.

Tratamento	0 ^v	15	15+5	30	30+5	45	45+5	60	60+5
Testemunha	1,76	1,15 a ^x	1,05 a	1,00 a	1,06 a	1,00 b	1,00 a	1,00 a	1,00 a
PEBD		1,06 a	1,01 a	1,01 a	1,01ab	1,28 a	1,00 a	1,00 a	1,00 a
CLYSAR		1,17 a	1,00 a	1,00 a	1,00 a	1,07ab	1,00 a	1,00 a	1,00 a
PVC		1,23 a	1,03 a	1,01 a	1,01ab	1,04 b	1,00 a	1,00 a	1,00 a
CV (%)		15,55	3,14	1,45	2,77	9,74			

u – índice de tanino medido através da escala de notas de Gazit e Levi, (1963), 1 = não adstringente, 2 = ligeiramente adstringente à não adstringente, 3 = moderadamente adstringente, 4 = adstringente e 5 = muito adstringente.

v – Número de dias sob refrigeração.

x – Letras diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas ao nível de 5%, Tukey.

+5 = período de comercialização simulada, onde os frutos permaneceram por 5 dias a 25°C

Frutos acondicionados em filmes plástico, independente do tipo de filme, apresentaram valores de L* significativamente maiores que os frutos da testemunha, indicando que os diferentes filmes plásticos evitaram o escurecimento da casca dos frutos. Não foram observadas diferenças significativas no valor L* da casca dos frutos entre os distintos filmes plásticos (Figura 27).

Na coloração vermelha, a* da casca, dos frutos da testemunha apresentaram valores significativamente maiores que os frutos acondicionados nos diferentes filmes no período de refrigeração. Entretanto, quando os frutos foram transferidos para 25°C, os frutos da testemunha apresentaram os menores valores. Não foram observadas diferenças entre os três tipos de filmes (Figura 27).

A coloração amarela b^* , apresentou um comportamento semelhante ao da coloração vermelha, isto é, durante o armazenamento refrigerado os frutos da testemunha apresentaram valores significativamente maiores que os frutos embalados. Entretanto, quando os frutos foram transferidos para 25°C os frutos da testemunha apresentaram uma diminuição da coloração amarela, enquanto que nos frutos acondicionados nos diferentes filmes plásticos praticamente não apresentaram mudanças (Figura 27).

Estes dados indicam que os frutos acondicionados nos diferentes filmes plásticos, independente do tipo de filme, apresentaram pouca ou nenhuma mudança na coloração da casca, tanto durante o armazenamento refrigerado quanto na comercialização simulada. Entretanto, os frutos da testemunha apresentaram uma mudança de coloração durante o período de armazenamento. Os frutos passaram de uma coloração alaranjada para uma coloração vermelha escuro, indicando a ocorrência de amadurecimento.

No valor L^* não houve diferenças significativas entre os frutos acondicionados nos filmes plásticos e os frutos da testemunha. Entretanto, quando os frutos da testemunha foram transferidos para 25°C observou-se uma diminuição no valor L^* em relação aos frutos embalados (Figura 28).

Na coloração vermelha a^* da polpa, não foram observadas diferenças significativas entre os frutos da testemunha e os frutos embalados (Figura 28).

Na coloração amarela b^* da polpa não foram observadas diferenças significativas entre os frutos acondicionados nos diferentes filmes e os frutos da testemunha. Entretanto, quando os frutos da testemunha foram transferidos para 25°C houve uma maior perda da coloração amarela (b^*) nestes frutos que nos frutos acondicionados nos filmes plásticos (Figura 28).

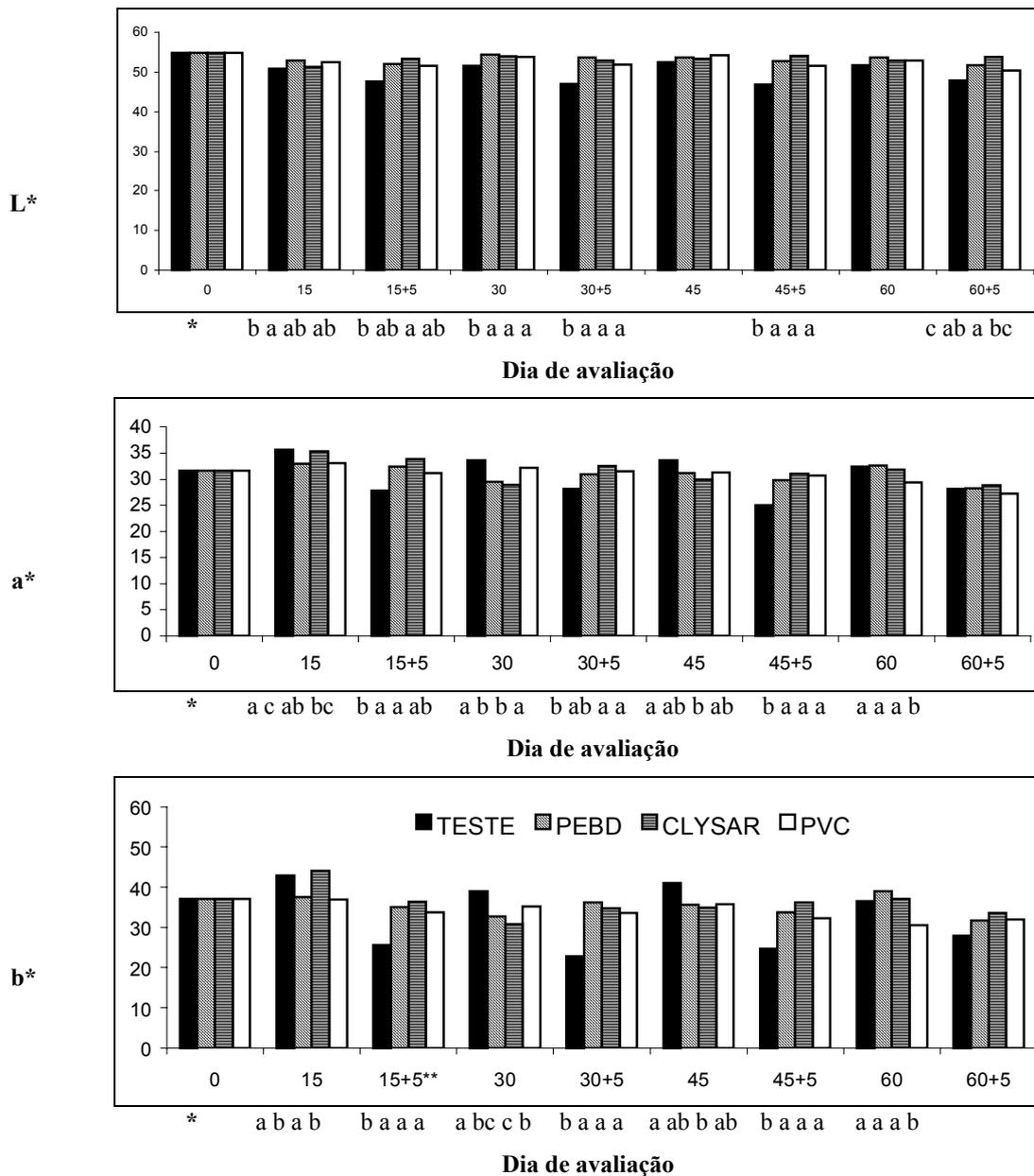


FIGURA 27. Valores médios da cor de casca (L*, a* e b*) de caquis ‘Rama Forte’ destanzados com CO₂ e posteriormente acondicionados em três diferentes filmes flexíveis e armazenados por dois meses a 1±1°C 90±5% UR. * Letras diferentes sob as colunas indicam diferenças significativas (P≤0,05) segundo Tukey. A ausência de letras indica a não significância. ** +5 = período de comercialização simulada, onde os frutos permaneceram por 5 dias a 25±1°C 80±5% UR.

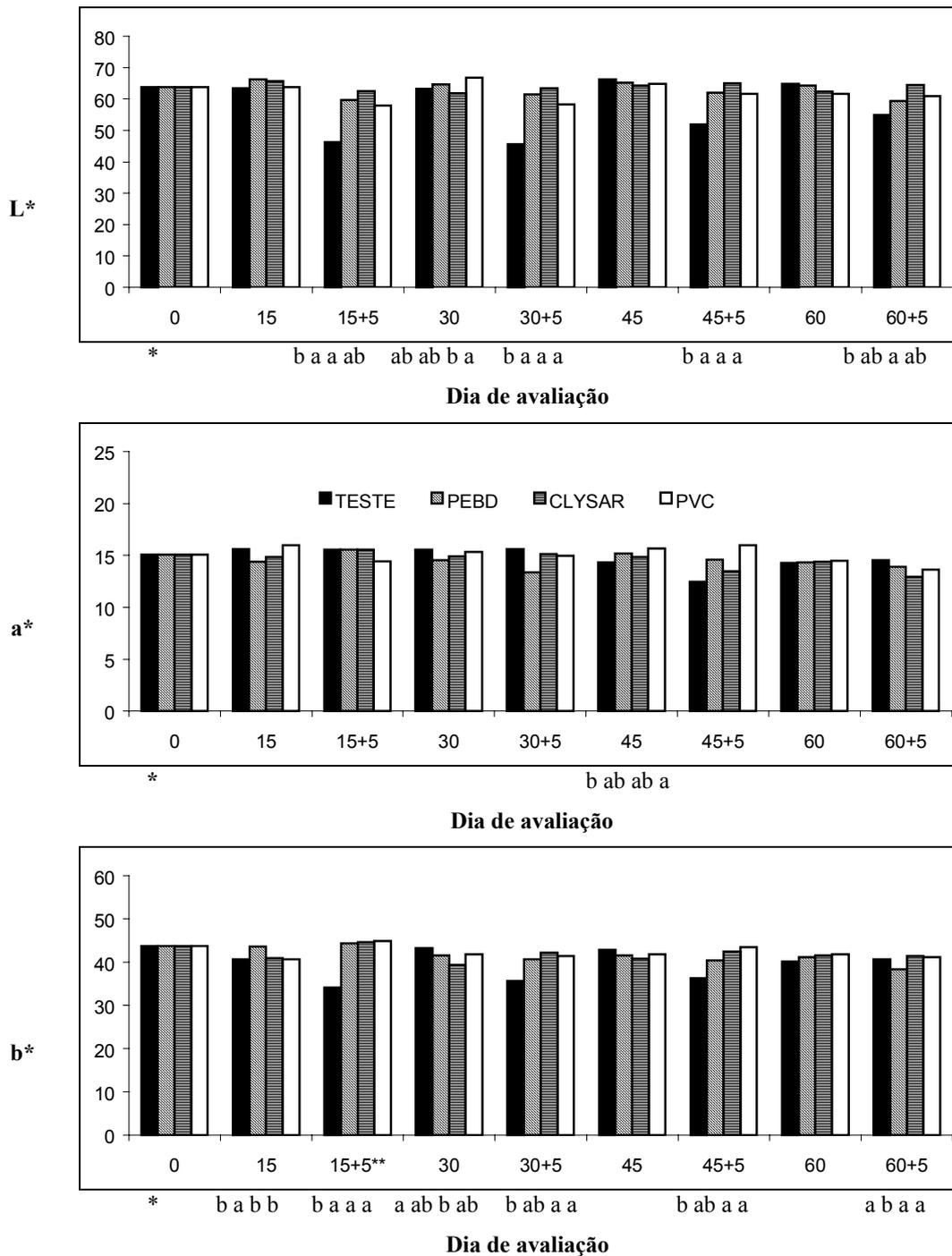


FIGURA 28. Valores médios da cor de polpa (L^* , a^* e b^*) de caquis ‘Rama Forte’ destanzados com CO_2 e posteriormente acondicionados em três diferentes filmes flexíveis e armazenados por dois meses a $1\pm 1^\circ C$ $90\pm 5\%UR$. * Letras diferentes sob as colunas indicam diferenças significativas ($P\leq 0,05$) segundo Tukey. A ausência de letras indica a não significância. ** +5 = período de comercialização simulada, onde os frutos permaneceram por 5 dias a $25\pm 1^\circ C$ $80\pm 5\% UR$.

Os dados da cor de polpa indicam que os frutos acondicionados nos diferentes filmes não apresentaram mudanças na cor da polpa. Entretanto, nos frutos da testemunha foram observadas um escurecimento (L^*) e uma perda da coloração amarela (b^*) da polpa após o período de comercialização simulada.

Os resultados da cor de casca e da polpa mostraram que nos frutos acondicionados nos diferentes filmes houve pouca ou nenhuma mudança de cor quando comparados aos frutos da testemunha. Estes dados indicam que nos frutos acondicionados, independentemente do tipo de filme, houve uma diminuição da velocidade de amadurecimento em relação aos frutos da testemunha.

Durante o amadurecimento de caquis uma das principais mudanças é o desenvolvimento da cor da casca e da polpa. Esta mudança é dada pela degradação da clorofila e o aumento de licopeno e xantofila, dois carotenóides que proporcionam a coloração vermelha (ITO 1974). Entretanto, segundo WRIGHT e KADER (1997), sob condições de atmosfera controlada (baixas concentrações de O_2 e elevadas concentrações de CO_2) ocorre a inibição da biosíntese de carotenóides. MOURA et al. (1997), relata que em caquis acondicionados em diferentes filmes plásticos houve uma menor degradação da clorofila que frutos não embalados.

É importante ressaltar que, nos capítulos anteriores, o teor de tanino solúvel estava contido nos sólidos solúveis. Entretanto, neste capítulo a destanização foi feita em todos os frutos antes do armazenamento e do acondicionamento dos frutos nas diferentes embalagens. Observa-se na Tabela 51 que após o dia 15 os frutos apresentavam-se não adstringentes.

No dia 0, os frutos apresentaram um valor médio de 14,80 °BRIX. Nos dias 15 e 15+5 não foram observadas diferenças significativas entre os frutos dos distintos tratamentos, os valores médios foram de 15,27 e 15,88 °BRIX respectivamente (Figura 29).

No dia 30, observou-se que os frutos da testemunha e os frutos embalados com PEBD apresentaram um valor médio de 15,62 °BRIX que foi maior que o valor apresentado pelos frutos embalados com CLYSAR e PVC (valor médio 15,17 °BRIX) (Figura 29).

Entretanto, após dois meses de armazenamento refrigerado mais cinco dias de comercialização simulada, observou-se que os frutos acondicionados com CLYSAR apresentaram um teor de sólidos solúveis significativamente menor que os apresentados pelos

frutos da testemunha. Na mesma data, não foram observadas diferenças entre os diferentes tipos de filmes (Figura 29).

Os frutos da testemunha e os acondicionados com PVC, ao serem transferidos para a comercialização simulada, aumentaram o teor de sólidos solúveis. Este fato não foi observado nos frutos acondicionados em PEBD e CLYSAR. É importante ressaltar que os frutos foram mantidos dentro da embalagem durante o período de comercialização simulada. Ao observar os dados de composição gasosa do espaço livre (Figura 25), nota-se que ao transferir os frutos embalados para 25°C produz-se uma diminuição da concentração de O₂ e um aumento da concentração de CO₂, como já discutido anteriormente. Estas mudanças na atmosfera interna da embalagem provocam uma diminuição do metabolismo do fruto. No caso dos frutos acondicionados com PVC, por ser um filme com maior permeabilidade ao O₂ e ao CO₂ (Tabela 49), estas mudanças na atmosfera interna da embalagem não foram tão pronunciadas.

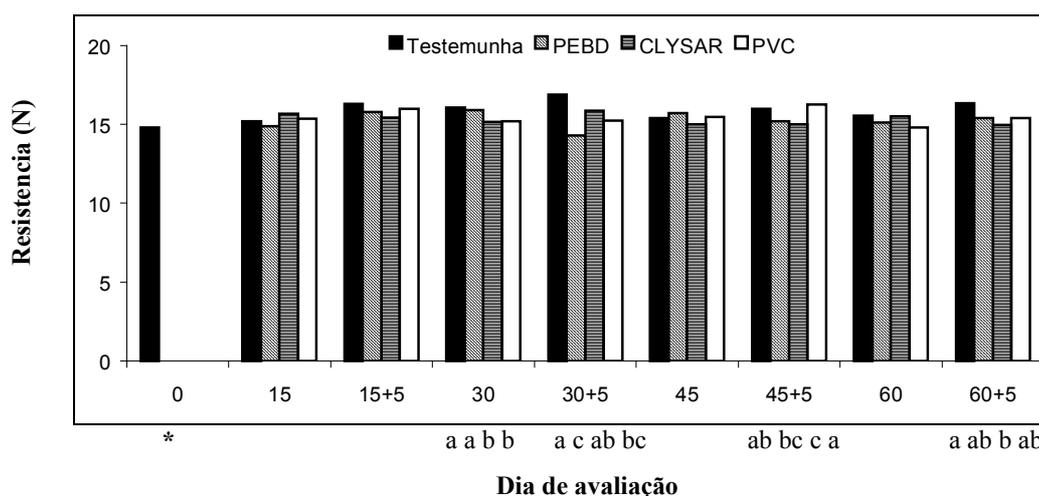


FIGURA 29. Valores médios dos sólidos solúveis (°BRIX) da polpa de caquis 'Rama Forte' destanzados com CO₂ e posteriormente acondicionados em três diferentes filmes flexíveis e armazenados por dois meses a 1±1°C 90±5% UR. * Letras diferentes sob as colunas indicam diferenças significativas (P≤0,05) segundo Tukey. A ausência de letras indica a não significância. +5 = período de comercialização simulada, onde os frutos permaneceram por 5 dias a 25±1°C 80±5% UR.

No dia 0 o pH foi de 5,72. Observa-se que nas diferentes datas de avaliação, praticamente não foram observadas variações nos valores de pH o valor médio foi de 5,91. No dia 60 + 5 os frutos da testemunha apresentaram 5,86, que foi significativamente menor que os

valores apresentados pelos outros tratamentos que apresentaram um valor médio de 6,00 (Tabela 52).

TABELA 52. Valores médios do pH da polpa de caquis 'Rama Forte' destanizados com CO₂ e posteriormente acondicionados em três diferentes filmes flexíveis e armazenados por dois meses a 1±1°C 90±5% UR.

Tratamento	0 ^v	15	15+5	30	30+5	45	45+5	60	60+5
Testemunha	5,72	5,82 c ^x	5,93 a	5,88 a	5,97 a	5,94 a	5,95 a	5,95ab	5,86 b
PEBD		6,05 a	5,75 b	5,88 a	5,86 a	5,99 a	6,05 a	5,95ab	5,99 a
CLYSAR		5,98ab	5,78ab	5,88 a	5,95 a	5,94 a	6,00 a	6,00 a	6,02 a
PVC		5,93 b	5,76 b	5,85 a	5,86 a	5,98 a	5,96 a	5,85 b	5,99 a
CV (%)		0,79	1,28	0,67	0,97	0,92	1,30	0,78	0,89

v – Numero de dias sob refrigeração.

x – Letras diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas ao nível de 5%, Tukey.

+5 = período de comercialização simulada, onde os frutos permaneceram por 5 dias a 25°C.

Semelhantemente aos valores médios de pH, poucas diferenças foram observadas na acidez total. Observa-se que no dia 0 a acidez foi de 0,13 mg 100 mg⁻¹. No dia 15 os frutos da testemunha apresentaram 0,10 mg 100 mg⁻¹, valor significativamente menor que os valores apresentados pelos frutos acondicionados em PEBC e CLYSAR. Nos dias 30+5 e 45+5 os frutos da testemunha apresentaram valores significativamente menores que os valores apresentados pelos frutos acondicionados nos filmes. Apesar destas diferenças significativas não houve nenhuma evidência de que a acidez total tenha sido influenciadas pelos distintos tratamentos, pois na maioria das datas de avaliação (15+5, 45, 60 e 60+5), não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos (Tabela 53).

MOURA et al. (1997) comenta que a acidez titulável em caquis aumenta durante o armazenamento e, após 30 dias de refrigeração, ocorre uma diminuição. Por sua vez, SENTER et al. (1991) citam que a acidez titulável de caquis não varia significativamente com o avanço do amadurecimento. No caso deste experimento os dados indicaram um leve aumento da acidez total durante o armazenamento. Observa-se que no dia 0 a acidez total foi de 0,13 mg /100 mg e após 60 dias de armazenamento mais cinco dias de comercialização simulada, os frutos, independente do tratamento, apresentaram uma média de 0,19 mg 100 mg⁻¹.

TABELA 53. Valores médios da acidez total (mg de ácido málico por 100 mg de polpa) da polpa de caquis ‘Rama Forte’ destanizados com CO₂ e posteriormente acondicionados em três diferentes filmes flexíveis e armazenados por dois meses a 1±1°C 90±5% UR.

Tratamento	0 ^v	15	15+5	30	30+5	45	45+5	60	60+5
Testemunha	0,13	0,10 b ^x	0,18 a	0,21 a	0,16 b	0,20 a	0,17 c	0,17 a	0,19 a
PEBD		0,15 a	0,14 a	0,23ab	0,22 a	0,21 a	0,21ab	0,23 a	0,20 a
CLYSAR		0,16 a	0,16 a	0,24 a	0,20 a	0,22 a	0,20bc	0,21 a	0,18 a
PVC		0,14ab	0,16 a	0,22ab	0,22 a	0,22 a	0,24 a	0,20 a	0,19 a
CV (%)		13,69	10,21	6,27	9,68	5,14	8,76	14,40	5,24

v – Numero de dias sob refrigeração.

x – Letras diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas ao nível de 5%, Tukey.

+5 = período de comercialização simulada, onde os frutos permaneceram por 5 dias a 25°C.

Apesar dos dados de cor de casca e polpa, terem indicado que os frutos acondicionados em filmes plásticos tiveram seu metabolismo diminuído em relação aos frutos da testemunha, os dados de pH e acidez total indicaram não haver diferenças entre frutos acondicionados e os frutos da testemunha.

Nos capítulos anteriores (4 e 5) foi definido que o módulo de elasticidade é um bom parâmetro para representar as propriedades mecânicas do fruto. Entretanto, na bibliografia consultada, quase a totalidade dos trabalhos utiliza a resistência da polpa à penetração (ponteira de 8 mm) para avaliar o amolecimento do fruto. Neste trabalho, decidiu-se usar tanto a resistência da polpa à penetração como o módulo de elasticidade para a avaliação das propriedades mecânicas do fruto.

Um dos parâmetros mais influenciado pelos diferentes tipos de filmes foi a resistência da polpa à penetração. No dia inicial a resistência da polpa foi de 29,24 N. Durante o período em que os frutos estiveram a 1°C (datas 15, 30, 45 e 60), não foram observadas diferenças entre os frutos da testemunha e os frutos acondicionados com os diferentes filmes as médias foram de 28,61; 25,96; 20,07; 20,66 N respectivamente. Entretanto, quando os frutos foram transferidos para 25°C, observou-se que os frutos da testemunha apresentaram uma diminuição significativa da resistência da polpa à penetração em relação aos frutos embalados (Figura 30).

Estes dados estão de acordo com os dados apresentados por BEN-ARIE e ZUTKHI (1992). Estes autores relatam que a atmosfera modificada, produzida por diferentes tipos de embalagens, reduz a taxa de amolecimento de caquis da variedade Fuyu. Segundo estes

autores esta redução se deve a uma diminuição da respiração do fruto em ambientes com baixas concentrações de O₂ e altas de CO₂.

Ainda na Figura 30, observa-se que houve diferença significativa entre os diferentes tipos de filmes. Nas datas 15+5, 30+5, 45+5 e 60+5 observa-se que os frutos acondicionados em CLYSAR apresentaram maiores resistências da polpa em relação aos frutos acondicionados com PEBD e PVC.

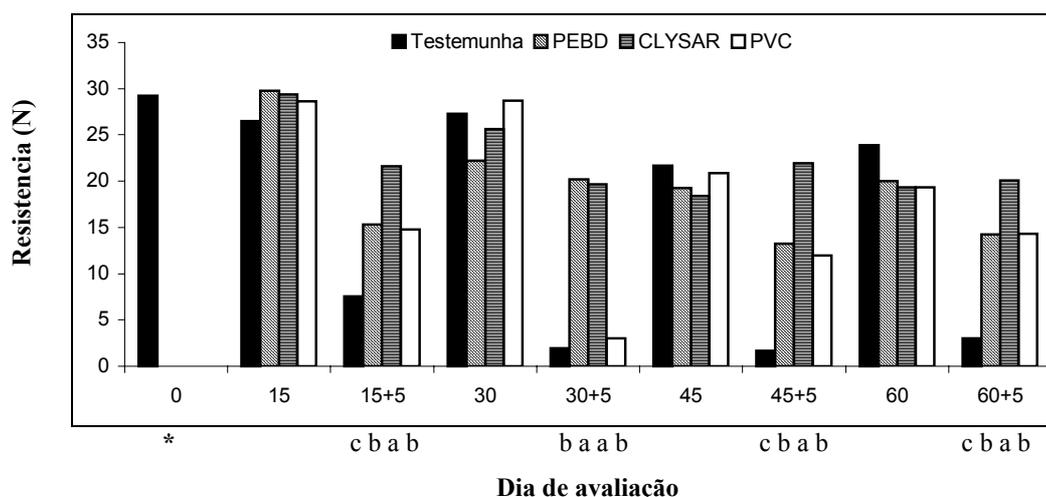


FIGURA 30. Valores médios da resistência da polpa à penetração (N) de caquis ‘Rama Forte’ destanizados com CO₂ e posteriormente acondicionados em três diferentes filmes flexíveis e armazenados por dois meses a 1±1°C 90±5% UR. * Letras diferentes sob as colunas indicam diferenças significativas (P<0,05) segundo Tukey. A ausência de letras indica a não significância. +5 = período de comercialização simulada, onde os frutos permaneceram por 5 dias a 25±1°C 80±5% UR.

O módulo elástico dos frutos no dia 0 foi de 2,10 MPa. No dia 15, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos que apresentaram um valor médio de 1,97 MPa. Entretanto, no dia 15+5, os frutos da testemunha (0,35 MPa) apresentaram uma diminuição do módulo de elasticidade em relação aos frutos acondicionados com CLYSAR, que apresentaram 1,24 MPa (Figura 31).

No dia 30, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos, o valor médio foi de 1,71 MPa. Entretanto, quando os frutos foram transferidos para 25°C, no dia 30+5, os frutos da testemunha se apresentaram tão moles que foi impossível preparar os espécimes cilíndricos. No mesmo dia, não foram observadas diferenças entre os frutos acondicionados com PEBD e CLYSAR (valor médio de 1,23 MPa), por sua vez, os frutos

acondicionados com PVC, apresentaram 0,16 MPa, valor significativamente menor que o dos outros dois tratamentos (Figura 31).

Nos dias 45, não foram observadas diferenças significativas entre os frutos dos distintos tratamentos o valor médio foi de 1,43 MPa. Entretanto, quando os frutos foram transferidos para 25°C (dia 45+5), observou-se que os frutos acondicionados com PVC apresentaram um menor valor (0,54 MPa) que os frutos acondicionados com PEBD e CLYSAR que apresentaram um valor médio de 0,96 MPa (Figura 31).

No dia 60, não foram observadas diferenças significativas entre os frutos dos distintos tratamentos o valor médio foi de 1,23 MPa . Entretanto, no dia 60+5, observou-se que os frutos acondicionados com CLYSAR apresentaram um módulo de elasticidade significativamente maior (1,08 MPa) que os frutos acondicionados com PEBD e PVC (0,87 e 0,92 MPa respectivamente). É importante ressaltar que, assim como ocorreu no dia 30+5, nos dias 45+5 e 60+5 (comercialização simulada) os frutos da testemunha estavam muito moles e foi impossível a extração dos espécimes cilíndricos (Figura 31).

Assim como a resistência da polpa à penetração o módulo de elasticidade indicou que os frutos de caqui acondicionados em diferentes filmes plásticos (PEBD, CLYSAR e PVC) amoleceram menos que os frutos sem embalagem (testemunha).

Por outro lado, também foram observadas diferenças entre os diferentes filmes. Observou-se que os frutos acondicionados em PEBD e PVC apresentaram um amolecimento no dia 60.

Segundo os dados de composição gasosa (Figura 25), o PEBD apresentou os menores níveis de O₂ e maiores de CO₂. Consequentemente, nestas embalagens foram detectadas maiores concentrações de etanol e acetaldeído que poderiam estar causando esta perda de resistência da polpa à penetração. Segundo SMAGULA e BRAMLAGE (1977) o acetaldeído está relacionado com várias desordens fisiológicas em frutos.

A diminuição do índice de firmeza observado nos frutos acondicionados com PVC está relacionada com a composição gasosa na embalagem. Na Figura 25, observa-se que as embalagens com PVC apresentaram maiores níveis de O₂ e menores níveis de CO₂ (13,3 % de O₂ e 2,0 % de CO₂) que nos outros dois filmes (PEBD 8,1% de O₂ e 3,0% de CO₂ e CLYSAR 11,5 de O₂ e 2,2% de CO₂). Estes dados indicam que a resistência da polpa à penetração em caquis se manteve constante durante o armazenamento refrigerado. Para isso, os frutos devem

ser mantidos sob condições de atmosfera modificada com concentrações em torno de 11,5 % de O₂ e 2,2 % de CO₂.

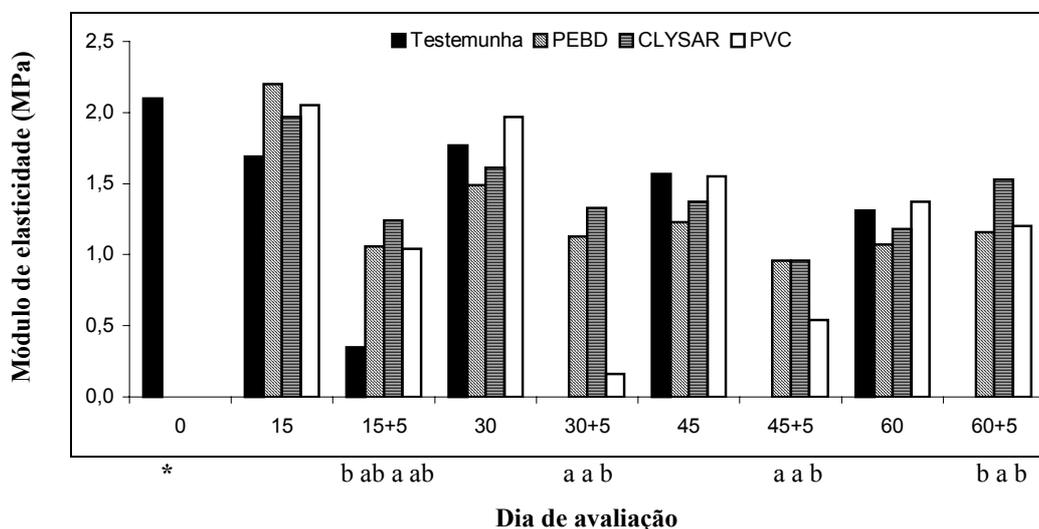


FIGURA 31. Valores médios do módulo de elasticidade, em MPa, de caquis ‘Rama Forte’ destanzados com CO₂ e posteriormente acondicionados em três diferentes filmes flexíveis e armazenados por dois meses a 1±1°C 90±5% UR. * Letras diferentes sob as colunas indicam diferenças significativas (P≤0,05) segundo Tukey. A ausência de letras indica a não significância. +5 = período de comercialização simulada, onde os frutos permaneceram por 5 dias a 25±1°C 80±5% UR.

8.4. CONCLUSÕES

O armazenamento refrigerado de caquis 'Rama Forte' acondicionados em filmes plásticos, reduz a perda de massa dos frutos.

O acondicionamento de frutos com filme CLYSAR resulta em atmosfera modificada com concentrações de 11,5 % de O₂ e 2,2 % de CO₂, que evita o amolecimento.

O filme PEBD provoca anaerobióse nos frutos de caqui armazenados à temperatura de 1°C. O filme de PVC, não é eficiente na manutenção da qualidade dos frutos.

9. CONCLUSÕES GERAIS

Dos experimentos realizados com caqui 'Rama Forte' conclui-se que:

- ◆ O método de destanização com etanol, independentemente da concentração e tempo de exposição, elimina a adstringência após cinco dias à 25°C. A exposição dos frutos à concentração de 1,7 mL de etanol por kg de fruta durante 6 h preserva a qualidade dos frutos.
- ◆ O método de destanização com etileno promove a remoção da adstringência através da indução do amadurecimento dos frutos, causando rápido amolecimento da polpa.
- ◆ A melhor condição para a destanização é a exposição dos frutos à concentração de 70 % de CO₂ por 18 h. Sob estas condições os frutos perdem a adstringência e permanecem firmes. Concentrações inferiores não eliminam a adstringência.
- ◆ Independentemente do período da destanização, antes, durante ou depois do armazenamento refrigerado, os frutos apresentam rápido amolecimento da polpa quando retirados do armazenamento e expostos a condições ambientes de 25°C.
- ◆ A destanização com CO₂ e acondicionamento dos frutos com CLYSAR, resulta em frutos firmes após 60 dias de refrigeração 'a 1°C, mais cinco dias adicionais 'a 25°C.

10. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

No armazenamento de caquis, observou-se amolecimento rápido dos frutos ao transferi-los para condições ambientes, após um período de refrigeração. Existem várias hipóteses, entre elas o acúmulo de ácido 1-aminociclopropano carboxílico (ACC), sob condições de refrigeração. Entretanto, esta hipótese ainda não foi estudada em caquis e poderia ser explorada.

A técnica de destanização com CO₂ mostrou-se bastante eficiente na remoção da adstringência do caqui 'Rama Forte'. Entretanto, como não foi testada para outras variedades adstringentes cultivadas no Brasil tais como Giombo, Taubaté e outros, poderia ser alvo de trabalhos futuros.

Existe a necessidade de estudos na área de engenharia para a construção de um equipamento de baixo custo que possa ser usado no pelos produtores na destanização com CO₂. O mesmo é sugerido para a destanização com etanol.

Apesar dos inúmeros trabalhos feitos na área da fisiologia, os processos de destanização, tanto por CO₂ como pelo etanol, não são totalmente conhecidos. Nesta área, portanto, existe muito a ser explorado.

11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABBOT, J. A.; AFFELDT, H. A.; LILJEDAHN, L. A. Firmness measurement of stored “Delicious” apples by sensory methods, Magness-Taylor, and sonic transmission. **Journal of American Society for Horticultural Science**, Alexandria-Va., v. 117, n. 4, p. 590-595, 1992.
- 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-DF, v. 35, n. 10, p. 2083-2091, 2000.
- 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 temperaturas. Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v. 37, n. 5, p. 687-691, 2002.
- BEN-ARIE, R.; GUELFAT-REICH, S. Softening effects of CO₂ treatment for removal of astringency from stored persimmon fruits. **Journal of American Society for Horticultural Science**, Alexandria-Va, 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**, Champaign-Ill, v. 58, n. 6, p. 1397-1400, 1993.
- BEN-ARIE, R., SAKS, Y., SONEGO, L., FRANK, A. Cell wall metabolism in gibberellin treated persimmon fruits. **Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v. 19, p. 25-33, 1996.

- BEN-ARIE, R., ZUTKHI, Y. Extending the storage life of ' Fuyu' persimmon by modified-atmosphere packaging. **HortScience**, Alexandria, v. 27, n. 7, p. 811-813, 1992.
- BEN-ARIE, R., ZUTKHI, Y., SONEGO, L., KLEIN, J. Modified atmosphere packaging for long-term storage of astringent persimmons. **Postharvest Biology and technology**, Amsterdam, v. 1, n. 2, p. 169-179, 1991.
- BIASE, 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-Ba, v.14, n.2, p.31-36, 1992.
- BOLETIM ANUAL 1998. **Secretaria da Agricultura e Abastecimento. CEAGESP-Cia.** Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo. Seção de Economia e Desenvolvimento. 241p.
- BORGES, A.; PELEG, M. Effect of water activity on the mechanical properties of selected legumes and nuts. **Journal of Science and Food Agriculture**, London, v. 75, p. 463-471, 1997.
- BRAKMANN, A., MAZARO, S. M., SAQUET, A. A. Frigoconservação de caquis (*Diospyros kaki* L.) das cultivares Fuyu e Rama Forte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.27, n. 4, p. 561-565, 1997.
- CALBO, A. G. Adaptação de um fluxocentro para estudos de trocas gasosas e um método de aferição de capilares. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v.24, n.6, p.733-739, 1999.
- 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. et al. **Análises químicas de alimentos: Manual técnico do Instituto de Tecnologia de Alimentos.** Campinas-SP: Editora, 1990. 121p.
- CHITARRA, M. I. F., CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio.** Lavras: ESAL/FAEPE, 1990. 230 p.
- CHUMA, Y., SHIGA, T. Mechanical properties of satsuma orange as related to the design of a container for bulk transportation. **Journal of Texture Studies**, Dordrecht-Holland, v. 9, p. 461-479, 1978.
- CIA, P. **Efeito de atmosfera modificada no controle de podridões pós-colheita e na qualidade de caqui cv. Fuyu.** 122p. Tese (Mestrado em Agromonia) – Universidade Estadual Paulista UNESP-Botucatu, 2002.
- 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. ½, p. 149-157, 1995.
- CRISOSTO, C. H., MITCHAM, E. J., KADER, A. A. **Persimmons: Recommendations for Maintaining Postharvest Quality.** Department of Pomology, University of California, Davis, 1999.
- CUTILLAS-UTURRALDE, A., ZARRA, I., LORENCES, E. P. Metabolism of cell wall polysaccharides from persimmon fruit. Pectin solubilization during fruit ripening occurs in apparent absence of poygalacturonase activity. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 89, p. 369-375, 1993.

- DAOOD, H. G.;BIACS, P.; CZINKOTAI, B.; HOSCHKE, A. Chromatographic investigation of carotenoids, sugar and organic acids from Diospyros kaki fruits. **Food Chemistry**, Barking , v.45, p. 151-155, 1992.
- EAKS, I. L., Ripening and astringency removal in persimmon fruits. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria-Va, v. 91, p. 868-875, 1967.
- EBERT, G., GROSS, J. Carotenoid changes in the peel of ripening persimmon (Diospyros kaki) cv Triumph. **Phytochemistry**, v. 24, n. 1, p. 29-32, 2001.
- EL-WAHAB, F. K. A., EL-LATIF, F.A., AZIZ, A., MAKSOUUD, M. A. Artificial ripening of 'Costata' persimmon fruits. **Annals of Agriculture Science**, Fac. Agric., Ain Shams Univ. Cairo, v. 28, n. 1, p. 273-286, 1983.
- FAO. **Production and exportation of fruits**. Disponível em: <http://apps1.fao.org/servlet/>. Acesso em 05 out. 2001.
- FORBUS Jr, W. R.; PAYNE, J. A.; SENTER, S. D. Nondestructive evaluation of japanese persimmon maturity by delayed light emission. **Journal of Food Science**, Champaign-Ill., v. 56, n. 4, p.985-988, 1991.
- GAZIT, S., ADATO, I. Effect of carbon dioxide atmosphere on the course of astringency disappearance of persimmon (Diospyros kaki Linn.) fruits. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 37, 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.
- GEORGE, A.P., R.J. NISSEN. **Persimmon. In: Fruits Tropical and subtropical**. T.K. Kose and S.K. Mitra (eds.), Naya Prokash, Calcutta. 1990. p. 469-487.

- GUELFAT-REICH, S.; BEN-ARIE, R.; METAL, N. Effects of CO₂ during and following storage on removal of adstringency and keeping quality of “Triumph” persimmons. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria-Va, v. 100, n. 2, p. 95-98, 1975.
- HARDENBURG, R. E. Watada, A. E., Wang, C. Y. The Commercial Storage of Fruits, Vegetables, and Florist and Nursery Stocks. **USDA Agricultural Research Serial**. Ag Handbook N° 66, 1986 130p.
- HRIBAR, J.; ZAVRTANIK, M.; SIMCIC, M. VIDRIH, R. Changes during storing and adstringency removal of persimmon fruit (*Diospyros kaki* L.). **Acta Alimentaria**, Budapest, v.29, n. 2. p. 123-136, 2000.
- ITAMURA, H. Relationships between fruit softening, respiration and ethylene production after deastringent treatment by alcohol in japanese persimmon (*Dyospyros kaki* Thunb. Var. Hiratanenashi) fruits harvest at various stages. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, Tokyo. v. 55, n. 1, p. 89-98, 1986.
- ITO, S. **The persimmon. In The Biochemistry of Fruits and Their Product II.** Edited by A. C. Hulme. p. 281-302. Academic Press, New York and London, 1971.
- ITTAH, Y. Sugar content changes in persimmon fruits (*Diospyros kaki* L.) during artificial ripening with CO₂: a possible connection to deastringency mechanisms. **Food Chemistry**, London, v. 48, p. 25-29, 1993.
- KADER, A.A. Biochemical and physiological basis for effects of controlled and modified atmosphere on fruits and vegetables. **Food Technology**, Chicago, v. 40, n. 5, p. 99-103, 1986.

- KADER, A. A. **Postharvest technology of horticultural crops**. 2 ed. Oakland: Division of Agricultural and Natural Resources, University of California, 1992. 296p.
- KATO, K. Astringency removal and ripening as related to ethanol concentration in persimmon fruits during the astringency removal using ethanol. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, Tokyo , v. 53, n. 3, p. 278-289, 1984 a.
- KATO, K. 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, 1984 b.
- KATO, K. Astringency removal and ripening as related to temperature during the de-astringency by ethanol in persimmon fruits. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, Tokyo, v. 55, n. 4, p. 498-509, 1987 a.
- KATO, K. 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, 1987 b.
- KATO, K. Astringency removal and ripening in persimmons treated with ethanol and ethylene. **HortScience**, St. Joseph-Mich, v. 25, n. 2, p. 205-207, 1990.
- KHAN, A. A.; VINCENT, J. F. V. Compressive stiffness and fracture properties of apple and potato parenchyma. **Journal of Texture Studies**, Dordrecht-Holland, v. 24, p. 423-435, 1993.
- LEE, S. K., SHIN, I. S., PARK, Y. M. Factors involved in skin browning of non-adstringent ‘Fuyu’. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 343, p. 300-304, 1993.

- LELIÈVRE, J. M.; TICHIT, L., FILLION, L. , LARRIGAUDIÈRE, C., VENDRELL, M., PEACH, J. C. Cold-induced accumulation of 1-aminocyclopropane 1-carboxylate oxidase protein in Granny Smith apples. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 5, p. 11-17, 1995.
- MATSUO, T., ITOO, S. On mechanisms of removing astringency in persimmon fruits by carbon dioxide treatment I. Some properties of the two processes in the de-astringency. **Plant and Cell Physiology**, Kyoto, v. 18, p. 17-25, 1977.
- MATSUI, T., KITAGAWA, H. Effects of ethylene absorbent on poligalacturonase activity of persimmon fruit. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**. Tokyo, v. 57, n. 4, p. 697-701, 1989.
- MARTINS, F. P., PEREIRA, F. M. **Cultura do Caqui**. Jaboticabal-SP: FUNEP, 1989. 52p.
- MOHSENIN, N. N. Application of engineering techniques to evaluation of texture of solid food materials. **Journal of Texture Studies**, Dordrecht-Holland, v. 1, p. 133-154, 1969.
- MORRIS, L. L. Chilling injury of horticultural crops: An overview. **HortScience**, St. Joseph-Mich , v. 17, n. 2, p. 161-162, 1982
- MOURA, M.A., LOPES, L.C., CARDOSO, A. A., MIRANDA, L.C.G. Efeito da embalagem e do armazenamento no amadurecimento do caqui. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v. 32, n. 11, p. 1105-09, 1997.
- NUSSINOVITCH, A.; KOPELMAN, I. J.; MIZRAHI, H. Mechanical criteria of banana ripening. **Journal of the Science and Food Agriculture**, London, v.53, p. 63-71, 1990.

- PESIS, E., BEN-ARIE, R. Involvement of acetaldehyde and ethanol accumulation during induced deastringency of persimmon fruits. **Journal of Food Science**, Champaign-Ill., v. 49, p. 896-899, 1984.
- PESIS, E., BEN-ARIE, R. Carbon dioxide assimilation during postharvest removal of astringency from persimmon fruit. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 67, p. 644-648, 1986.
- PESIS, E., LEVI, A., BEN-ARIE, R. Role of acetaldehyde production in the removal of astringency from persimmon fruits under various modified atmospheres. **Journal of Food Science**, Champaign-Ill., v. 53, n. 1, p. 153-156, 1988.
- PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 2 ed. Nobel, Piracicaba, 1982. 430 p.
- PROGRAMA BRASILEIRO DE MODERNIZAÇÃO DA HORTICULTURA. **Normas de classificação do Caqui. Centro de Qualidade em Horticultura – CQH/CEAGESP**. 2000. São Paulo. (CQH. Documentos,22).
- ROJAS, A. M.; CASTRO, M. A.; ALZAMORA, S. M.; GERSCHENSON, L. N. Turgor pressure effects on textural behaviour of honeydew Melon. **Journal of Food Science**, Champaign-Ill., v.66, n. 1, 2001.
- SALUNKHE, D. K.; DESAI, B. B. **Persimmon. In: Postharvest biotechnology of fruits**. Boca Raton: CRC Press, v.2, 1984. p. 105-109.
- SARIG, Y., ORLOVSKY, S. **Viscoelastic properties of Shamouti Oranges**. Research Note. p.339-349, 1974

SARRIA, S. D. **Comportamento pós-colheita de caqui 'Fuyu' (*Diospyros kaki*): avaliação física e química.** 122p. Tese (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP, 1998.

SEGERLIND, L. J., DAL FABBRO, I. A failure criterion for apple flesh. A.S. A. E. Paper 78

SENDER, S. D.; CHAPMAN, G. W.; FORBUS Jr, W. R.; PAYNE, J. A. Sugar and nonvolatile acid composition of persimmons during maturation. **Journal of Food Science**, Champaign-Ill., v. 56, n. 4, p. 989-991, 1991.

SEYMOUR, G. B.; TAYLOR, J. E.; TUCKER, G. A. **Biochemistry of fruit ripening: Persimmon.** London: G. B. SEYMOUR, J. E. TAYLOR, G. A. TUCKER, 1993.

SMAGULA, J. M.; BRAMLAGE, W. J. Acetaldehyde accumulation: Is it a cause of physiological deterioration of fruits? **HortScience**, St. Joseph-Mich., v. 12, n. 3, p. 200-203, June, 1977.

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

SUGIURA, A., KATAOKA, I., TOMANA, T. Use of refractometer to determine soluble solids of astringent fruits of Japanese persimmon (*Diospyros kaki* L.). **Journal of Horticultural Science**, v. 58, n. 2, p. 241-246, 1983.

SZCZESNIAK, A. S. **Physical properties of foods: what they are and their relation to other food properties.** In: Institute of Food Technologists – International Union of Food Science and Technology Basic Symposium, 1982, Las Vegas, Physical properties of foods. Connecticut: Ed. Micha Peleg and Edward B. Bagley, p. 1-41, 1983.

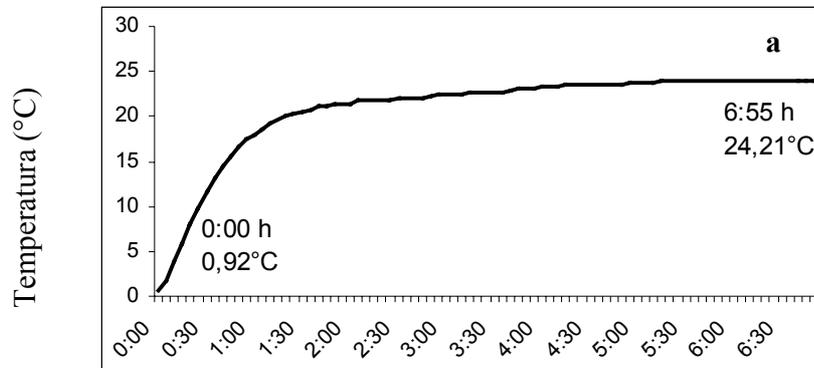
- TAIZ, L., ZEIGER, E. **Plant Physiology**. 2 ed. Sunderland, Mass: Sinauer Associates Year, 1998. 792 p.
- THIAGU, R.; CHAND, N.; RAMANA, K. V. R. Evolution of mechanical characteristics of tomatoes of two varieties during ripening. **Journal of the Science and Food Agriculture**, London, v. 62, p. 175-183, 1993.
- THYBO, A. K.; BECHMANN, I. E.; MARTENS, M.; ENGELSEN, S. B. Prediction of sensory texture of cooked potatoes using uniaxial compression, near infrared spectroscopy and low field HNMR Spectroscopy. **Lebensmittel Wissenschaft Technologie**, Zurich, v. 33, p. 103-111, 2000.
- VIDRIH, R., SIMCIC, M., HRIBAR, J., PLESTENJAK, A. Astringency removal by high CO₂ treatment in persimmon fruit (*Diospyros kaki* Linn.). **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 368, p. 652-656, 1994.
- WANKIER, B. N., SALUNKE, D. K., CAMPBELL, W. F. Effects of controlled atmosphere storage on biochemical changes in apricot and peach fruits. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria-Va, v. 95, n. 5, p. 604-609, 1970
- WHITNEY, S. E. C.; GOTHARD, M. G. E.; MITCHELL, J. T.; GIDLEY, M. J. Roles of cellulose and xyloglucan in determining the mechanical properties of primary plant cell walls. **Plant Physiology**, Rockville-Md., v. 121, p. 657-663, october, 1999.
- WOOLF, A. B., MAC ERA, E. A., SPOONER, K. J., REDGWELL, R. J. Changes to physical properties of the cell wall and polyuronides in response to heat treatment of 'Fuyu' persimmon that alleviate chilling injury. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria-Va, v. 122, n. 5, p. 698-702, 1997.

WRIGHT, K. P.; KADER, A. A. Effect of controlled-atmosphere storage on the quality and carotenoid content of sliced persimmons and peaches. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam , v.10, p.89-97, 1997.

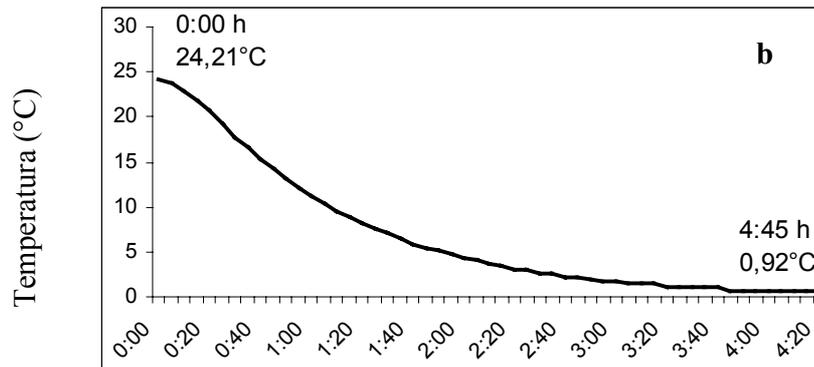
YONEMORI, O.; SUGIURA, A. On the nature of coagulated tannins in astringency-type persimmon fruit after an artificial treatment of astringency removal. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 8, p. 317-327, 1996.

ZUTKHI, Y., BEN-ARIE, R. Modified atmosphere storage of Fuyu persimmons. **Hassadeh**, v. 70, n. 3, p. 410-414, 1989.

12. ANEXO 1



Tempo após transferência (h)



Tempo após transferência (h)

Curvas tempo temperatura após a transferência de caquis para 25°C (a) e 1°C (b).