

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

Parecer

Este exemplar corresponde a redação final da tese defendida por Josalva Vidigal de Castro e aprovada pela Comissão julgadora em 02 de Abril de 1987.

Campinas, 02 de Abril de 1987


Presidente da Banca

EFEITOS DE TRATAMENTOS PÓS-COLHEITA E DAS CONDIÇÕES

DE ARMAZENAMENTO NA QUALIDADE DO LIMÃO TAITI

(Citrus latifolia Tanaka)

Josalva Vidigal de Castro
Engenheira Agrônoma

Orientador: Prof. Dr. José Luiz
Vasconcellos da Rocha

Tese de Mestrado, apresentada à Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas.

MARÇO - 1987

UNICAMP

*Ao Carlos, Viviane e a
quem está para chegar...*

AGRADECIMENTOS

A autora deseja expressar seus mais sinceros agradecimentos

- à Faculdade de Engenharia Agrícola - UNICAMP
- ao Prof. Dr. José Luiz Vasconcellos da Rocha, pela sua valiosa orientação
- ao Instituto de Tecnologia de Alimentos - ITAL
- ao Dr. Issao Shirose, pelo planejamento e análise estatística dos experimentos
- à Dra. Emilia Emico Miya Mori, pela realização das análises sensoriais
- ao Dr. Andrew Medlicott, pela correção do summary
- ao Sr. Katumi Yotsuyanagi pelo processamento de dados
- aos funcionários Jacira Elizabeth Fernandes Leme, Sônia Maria Barsi Pereira, Raquel Cristina Gonçalves da Silva e Juscelino da Silva Valente
- aos funcionários da Seção de Manuseio e Preparo da Matéria-Prima e a todos que direta e indiretamente contribuíram para a realização deste estudo

ÍNDICE

	Página
RESUMO	xv
SUMMARY	xix
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	
2.1. Importância da cultura	3
2.1.1. Origem e taxonomia dos citros	3
2.1.2. Variedades de limões e limas de valor comercial	4
2.1.3. Produção mundial de citros	6
2.1.4. Produção e exportações brasileiras de limões ...	10
2.2. Aspectos da Colheita	11
2.2.1. Época e sistema de colheita	11
2.2.2. Ponto de colheita	12
2.3. Aspectos pós-colheita	16
2.3.1. Transformações bioquímicas	16
2.3.2. Moléstias e controle fitossanitário pós-colheita	27
2.3.3. Danos fisiológicos em frutas cítricas	31
2.3.4. Emprego de recobrimentos	53
2.3.5. Emprego de filmes plásticos flexíveis	75
2.3.6. Emprego de fitoreguladores	96
3. MATERIAL E MÉTODOS	
3.1. Material	108
3.1.1. Matéria-prima	108

3.1.2. Outros 108

3.2. Métodos

3.2.1. Manuseio da matéria-prima 110

3.2.2. Determinação da temperatura adequada para a conservação do limão Taiti (Estudo do dano fisiológico causado pelo frio) 111

3.2.3. Emprego de recobrimentos 115

3.2.4. Emprego de envoltórios de filmes flexíveis 121

3.2.5. Emprego de fitoreguladores 123

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Caracterização física da matéria-prima 126

4.2. Determinação da temperatura adequada para a conservação do limão Taiti (Estudo do dano fisiológico causado pelo frio) 127

4.2.1. Incidência de sintomas de danos causados pelo frio 127

4.2.2. Percentagem de perda de peso 132

4.2.3. Cor da casca 134

4.2.4. Análises químicas 138

4.3. Emprego de recobrimentos 144

4.3.1. Percentagem de perda de peso 146

4.3.2. Cor da casca 148

4.3.3. Análises químicas 151

4.3.4. Análise sensorial 155

4.4. Emprego de envoltórios de filmes flexíveis 158

4.4.1. Percentagem de perda de peso 158

4.4.2. Cor da casca 164

	Página
4.4.3. Análises químicas	166
4.5. Emprego de fitoreguladores	172
4.5.1. Percentagem de perda de peso	172
4.5.2. Cor da casca	185
4.5.3. Análises químicas	197
5. CONCLUSÕES	206
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	211

ÍNDICE DE QUADROS

	Página
1. Principais países produtores de frutas cítricas em 1984	8
2. Principais países produtores de limões e limas <u>ácidas</u> em 1984	9
3. Citricultura brasileira. Quantidade de limões produzida. Período de 1980 a 1982	10
4. Exportação brasileira de limões e limas em 1984 - países importadores e quantidades exportadas	11
5. Critério de notas utilizado para avaliar os sintomas do dano fisiológico causado pelo frio	112
6. Critério de notas utilizado para avaliar a cor da casca dos limões	114
7. Valores médios determinados em amostra de 200 frutos de limão Taiti	126
8. Incidência e severidade de sintomas de danos <u>causados</u> pelo frio em limões armazenados a diferentes temperaturas durante 12 semanas	129
9. Incidência e severidade de sintomas de danos <u>causados</u> pelo frio em limões pré-armazenados em refrigeração e transferidos para temperatura ambiente, onde permaneceram durante 2 semanas	131
10. Médias das percentagens de perda de peso em limões após diferentes períodos de armazenamento a 2, 5 e 8°C	133
11. Médias das percentagens de perda de peso em limões pré-armazenados em refrigeração e transferidos para temperatura ambiente, onde permaneceram durante 2 semanas	134

12. Médias das notas atribuídas à cor da casca de limões armazenados à diferentes temperaturas durante 12 semanas	135
13. Médias das notas atribuídas à cor da casca de limões pré-armazenados em refrigeração e transferidos para temperatura ambiente, onde permaneceram durante duas semanas	136
14. pH do suco dos limões armazenados a 2, 5 e 8°C após diferentes períodos de estocagem e permanência de duas semanas em temperatura ambiente	139
15. Brix (sólidos solúveis) do suco dos limões armazenados a 2, 5 e 8°C após diferentes períodos de estocagem e permanência de duas semanas em temperatura ambiente	140
16. Acidez total (% de ácido cítrico anidro) dos limões armazenados a 2, 5 e 8°C após diferentes períodos de estocagem e permanência de duas semanas em temperatura ambiente	141
17. Relação Brix/acidez total dos limões armazenados a 2, 5 e 8°C após diferentes períodos de estocagem e permanência de duas semanas em temperatura ambiente	143
18. Vitamina C (mg de ácido ascórbico/100g de suco) dos limões armazenados a 2, 5 e 8°C após diferentes períodos de estocagem e permanência de duas semanas em temperatura ambiente	145
19. Resultados estatísticos da aplicação do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade às percentagens médias de perda de peso em limões Taiti, recobertos com diferentes concentrações de "Pro-long" e armazenados à temperatura ambiente e a 8°C durante	

	4 e 8 semanas, respectivamente	145
20.	Resultados estatísticos da aplicação do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade às percentagens médias de perda de peso em limões Taiti, recobertos com diferentes concentrações de "Stafresh" e armazenados à temperatura ambiente e a 8°C durante 4 e 8 semanas, respectivamente	149
21.	Resultados estatísticos da aplicação do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade às notas médias atribuídas a cor da casca dos limões Taiti, recobertos com diferentes concentrações de "Pro-long" e armazenados à temperatura ambiente e a 8°C durante 4 e 8 semanas, respectivamente	149
22.	Resultados estatísticos da aplicação do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade às notas médias atribuídas à cor da casca dos limões Taiti, recobertos com diferentes concentrações de "Stafresh" e armazenados à temperatura ambiente e a 8°C durante 4 e 8 semanas, respectivamente	150
23.	Análises químicas de limões Taiti tratados com diferentes tipos de recobrimento e armazenados	154
24.	Resultados estatísticos da aplicação do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade às notas médias atribuídas pelos provadores ao sabor da limonada preparada com limões recobertos com diferentes concentrações de "Pro-long" e armazenados à temperatura ambiente e a 8°C, durante 4 e 8 semanas, respectivamente	156
25.	Resultados estatísticos da aplicação do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade às notas médias atribuídas pelos provadores ao sabor da limo-	

nada preparada com limões recobertos com diferentes concentrações de "Stafresh", armazenados à temperatura ambiente e à 8°C durante 4 e 8 semanas, respectivamente	157
26. Percentagens médias de perda de peso de limões Taiti embalados em sacos de polietileno, de 50 micra de espessura, com diferentes números de furos e armazenados à temperatura ambiente	160
27. Percentagens médias de perda de peso de limões Taiti embalados em sacos de polietileno, de 50 micra de espessura, com diferentes números de furos e armazenados à 8°C	162
28. Médias das notas atribuídas à cor da casca de limões Taiti embalados em sacos de polietileno, de 50 micra de espessura, com diferentes números de furos e armazenados à temperatura ambiente	165
29. Médias das notas atribuídas à cor da casca de limões Taiti embalados em sacos de polietileno, de 50 micra de espessura, com diferentes números de furos e armazenados à 8°C	167
30. Composição química do suco de limões Taiti embalados em sacos de polietileno, de 50 micra de espessura, com diferentes números de furos e armazenados à temperatura ambiente	169
31. Composição química do suco de limões Taiti embalados em sacos de polietileno, de 50 micra de espessura, com diferentes números de furos e armazenados à 8°C	171
32. Percentagens de perda de peso de limões tratados com diferentes concentrações de ácido giberélico, embalados em envoltórios de polietileno de 30 micra	

	de espessura e mantidos à temperatura ambiente	173
33.	Percentagens de perda de peso de limões tratados com diferentes concentrações de ácido giberélico, embalados em envoltórios de polietileno de 50 micra de espessura e mantidos à temperatura ambiente	175
34.	Percentagens de perda de peso de limões tratados com diferentes concentrações de ácido giberélico, não encerados, embalados em caixas de papelão e mantidos à temperatura ambiente	177
35.	Percentagens de perda de peso de limões tratados com diferentes concentrações de ácido giberélico, encerados, embalados em caixas de papelão e mantidos à temperatura ambiente	178
36.	Percentagens de perda de peso de limões tratados com diferentes concentrações de ácido giberélico, embalados em envoltórios de polietileno de 30 micra de espessura e mantidos à 8°C	180
37.	Percentagens de perda de peso de limões tratados com diferentes concentrações de ácido giberélico, embalados em envoltórios de polietileno de 50 micra de espessura e mantidos à 8°C	181
38.	Percentagens de perda de peso de limões tratados com diferentes concentrações de ácido giberélico, não encerados, embalados em caixas de papelão e mantidos à 8°C	183
39.	Percentagens de perda de peso de limões tratados com diferentes concentrações de ácido giberélico, encerados, embalados em caixas de papelão e mantidos à 8°C	184
40.	Nota média atribuída à cor da casca de limões tra	

tados com diferentes concentrações de ácido giberélico, embalados em envoltórios de polietileno de 30 micra de espessura e mantidos à temperatura ambiente 186

41. Nota média atribuída à cor da casca de limões tratados com diferentes concentrações de ácido giberélico, embalados em envoltórios de polietileno de 50 micra de espessura e mantidos à temperatura ambiente 187

42. Nota média atribuída à cor da casca de limões tratados com diferentes concentrações de ácido giberélico, não encerados, embalados em caixas de papelão e mantidos à temperatura ambiente 189

43. Nota média atribuída à cor da casca de limões tratados com diferentes concentrações de ácido giberélico, encerados, embalados em caixas de papelão e mantidos à temperatura ambiente 190

44. Nota média atribuída à cor da casca de limões tratados com diferentes concentrações de ácido giberélico, embalados em envoltórios de polietileno de 30 micra de espessura e mantidos à 8°C 192

45. Nota média atribuída à cor da casca de limões tratados com diferentes concentrações de ácido giberélico, embalados em envoltórios de polietileno de 50 micra de espessura e mantidos à 8°C 193

46. Nota média atribuída à cor da casca de limões tratados com diferentes concentrações de ácido giberélico, não encerados, embalados em caixas de papelão e mantidos à 8°C 195

47. Nota média atribuída à cor da casca de limões tratados com diferentes concentrações de ácido giberélico, embalados em envoltórios de polietileno de 50 micra de espessura e mantidos à temperatura ambiente 196

	lico, encerados, embalados em caixas de papelão e mantidos à 8°C	196
48.	Composição química de limões tratados com diferentes concentrações de ácido giberélico, embalados em envoltórios de polietileno de 30 e 50 micra de espessura e mantidos à temperatura ambiente	198
49.	Composição química de limões tratados com diferentes concentrações de ácido giberélico, sem e com <u>en</u> ceramento, embalados em caixas de papelão e mantidos à temperatura ambiente	200
50.	Composição química de limões tratados com diferentes concentrações de ácido giberélico, embalados em envoltórios de polietileno de 30 e 50 micra de espessura e mantidos à 8°C	202
51.	Composição química de limões tratados com diferentes concentrações de ácido giberélico, sem e com <u>en</u> ceramento, embalados em caixas de papelão e mantidos à 8°C	204

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
1. Modelo de ficha utilizada nos testes sensoriais	120
2. Forma do limão Taiti, com suas dimensões médias, características	128

RESUMO

O objetivo principal do presente estudo é prolongar o período de armazenamento do limão Taiti e ao mesmo tempo manter a cor verde do fruto, que se constitui em um dos atributos de qualidade exigidos pelo mercado nacional e internacional, através da adequação da temperatura de refrigeração, emprego de recobrimentos, envoltórios de filmes plásticos flexíveis e fitoreguladores.

Os limões foram colhidos com a cor da casca verde escura, selecionados e submetidos a tratamento fitossanitário pós-colheita com o fungicida Benlate a 500 ppm.

Foram estudados os efeitos: a) das temperaturas de 2, 5 e 8°C e dos tempos de armazenamento (1 a 12 semanas) na incidência e na severidade do dano fisiológico causado pelo frio, nas perdas de peso e nas mudanças na coloração da casca dos frutos; b) dos recobrimentos com os produtos "Pro-long" à 1, 1,5 e 2% e Stafresh à 30, 50 e 100%, na vida de armazenagem dos limões mantidos à temperatura ambiente e sob refrigeração (temperatura definida na fase anterior); c) dos números de furos (0 a 32) nos envoltórios de polietileno de 50 micra de espessura, na conservação dos limões armazenados à temperatura ambiente e à 8°C e d) de tratamentos com ácido giberélico em diferentes concentrações (0, 50, 100 e 200 ppm) e do acondicionamento em diferentes embalagens (envoltórios de polietileno - 30 e 50µ de espessura e caixas de papelão) nas percentagens de perda de peso, cor da casca e composição química de limões, não encerados e encerados com a cera "Stafresh" a 50%, armazenados à temperatura ambiente e à 8°C.

O limão Taiti demonstrou ser sensível às temperaturas de 2 e 5°C, nas quais foi constatada a ocorrência do dano fisiológico causado pelo frio, que foi mais intensa na temperatura mais baixa

e no maior tempo de armazenamento. A 8°C foram observadas as menores perdas de peso dos frutos e nenhum sintoma de dano causado pelo frio foi observado ao longo do período total de armazenamento (12 semanas) embora o período comercial de armazenamento tenha sido de quatro semanas, condicionado pelo parâmetro de qualidade - cor verde da casca.

Os tratamentos "Pro-long" a 2% e "Stafresh" a 100% demonstraram vantagens sobre os demais em relação ao controle da perda de peso e à retenção da cor verde da casca dos limões mantidos à temperatura ambiente ou à 8°C porém os sabores das limonadas preparadas com esses frutos diferiram da limonada-padrão (limões sem tratamento) e foram considerados de qualidade inferior, inclusive nas dos limões armazenados à 8°C houve detecção de ligeiro sabor estranho. Em face a essas considerações, recomendou-se o emprego do "Stafresh" a 50% para a conservação do limão Taiti visto ser o segundo melhor tratamento no controle da perda de peso e na retenção da cor e cuja limonada apresentou sabor natural.

Nos limões envoltos por polietileno não perfurado e com quatro furos ocorreram as menores perdas de peso à temperatura ambiente, entretanto, altas incidências de deterioração condicionaram o período de armazenamento em somente três semanas. Esse período nos frutos envoltos por polietileno com 8, 16 e 32 furos foi duplicado, ou seja, foi de 6 semanas. À 8°C, os períodos de armazenamento dos limões envoltos por polietileno com 0 e 4 furos foram de 5 e 8 semanas, respectivamente, em função da constatação de podridões. Para os frutos embalados em polietileno com 8, 16 e 32 furos, mantidos sob refrigeração, o período de conservação foi de 9 semanas, porém, do ponto de vista comercial somente até a quinta semana de armazenamento os limões se apresentaram com a coloração adequada, isto é, verde claro.

Embora as percentagens de perda de peso dos limões embalados em envoltórios de polietileno de 30 micra de espessura se situassem ao redor de 3% após 9 semanas de armazenamento à temperatura ambiente, a incidência de deterioração e a coloração da casca quanto ao aspecto comercial limitaram o período de armazenamento a 5 semanas. Para os limões tratados com 0 e 50 ppm de ácido giberélico, embalados em envoltórios de polietileno de 50 micra de espessura e mantidos à temperatura ambiente, a conservação foi limitada a 3 semanas devido a incidência de podridões enquanto que os frutos tratados com 100 e 200 ppm, esses períodos se estenderam até a quinta e sétima semana (perdas de peso inferiores a 2%), respectivamente. A taxa de amarelecimento dos limões tratados com 200 ppm de ácido giberélico foi retardada pois os frutos ainda se apresentavam nessa ocasião com a coloração verde clara.

Os limões sem ou com tratamento com ácido giberélico, não encerados, embalados em caixas de papelão e mantidos à temperatura ambiente só puderam ser armazenados por duas semanas devido a elevada perda de peso enquanto que os frutos encerados foram armazenados durante cinco semanas.

As percentagens de perda de peso dos limões tratados com 200 ppm de ácido giberélico, mantidos à 8°C e embalados em polietileno de 30 e 50 micra, foram inferiores a 2% e iguais a 1%, respectivamente, após 11 e 8 semanas de armazenamento. No primeiro caso, a coloração da casca verde clara condicionou o período de armazenamento em 5 semanas ao passo que no segundo caso, em 6 semanas embora não fossem observadas diferenças na coloração entre os tratamentos submetidos as diferentes concentrações de ácido giberélico.

Os períodos de armazenamento dos limões tratados com 200 ppm de ácido giberélico, não encerados e encerados, embalados em caixas de papelão e mantidos à 8°C foram de, respectivamente, 8 e 12 semanas em função da perda de peso dos frutos. Quanto ao aspec-

to comercial, o período de armazenamento foi de 5 semanas para ambos atingirem a nota 2 - cor verde clara da casca.

Face aos resultados obtidos nas condições de experimentação do presente estudo, podemos concluir que os tratamentos mais efetivos para o armazenamento do limão Taiti são os seguintes: a temperatura mais adequada para a conservação foi a de 8°C, na qual os frutos foram mantidos em boas condições durante 4 semanas. O tratamento com a cera "Stafresh" a 50% reduziu a perda de peso, retardou a degradação da cor verde da casca e não se verificou a presença de sabor estranho nos frutos. A conservação dos limões embalados em envoltórios de polietileno de 50 µ de espessura, contendo pelo menos 8 furos de 0,5 cm de diâmetro por envoltório, mantidos à temperatura ambiente ou à 8°C foi de 5 semanas. Os frutos tratados com 200 ppm de ácido giberélico, embalados em envoltórios de polietileno de 50 µ de espessura e mantidos à temperatura ambiente mantiveram-se em boas condições durante 7 semanas. Os limões encerados, tratados com ácido giberélico ou não, embalados em caixas de papelão e mantidos à temperatura ambiente foram armazenados durante 5 semanas. Os frutos tratados com 200 ppm de ácido giberélico, encerados ou não com 50% da cera "Stafresh", embalados em caixas de papelão e mantidos à 8°C também foram mantidos em boas condições durante 5 semanas.

SUMMARY

This study was undertaken to investigate methods of extending storage life of Tahiti limes by maintenance of green peel coloration and prevention of fungal decay and water loss. The storage methods examined were cold storage, film packaging, post-harvest application of waxes and growth regulators, and combinations of these treatments.

Analysis of low temperatures (2, 5 and 8°C) and varying storage periods (1 to 12 weeks) on chilling injury incidence and severity, weight loss and rind colour showed that 8°C was the optimum temperature to avoid chilling injury, although the fruits developed a light green colour after four weeks of storage. Weight losses were lower at 8°C than at 2 or 5°C. Chilling injury as shown by pits in the rind was found in limes stored at 2 and 5°C, the incidence of which increased with increasing storage period.

Wax emulsions "Prolong" at 1, 1.5 and 2% and "Stafresh" at 30, 50 and 100% were used to determine storage life under ambient temperature (20-25°C) and 8°C. "Prolong" at 2% and "Stafresh" at 100% were found to be optimum in relation to weight loss control and maintenance of green colour in limes stored both at ambient or low temperature. These fruits, however, showed low quality juices compared to controls and moreover off-flavours were detected when stored at 8°C for eight weeks. Limes coated with 50% "Stafresh" did not develop abnormal flavours and as this treatment prevented weight loss and improved colour retention, it was indicated for further studies of Tahiti limes storage.

Analysis of the effects of perforations (0,5cm; 0 to

32 holes per bag) in 50 μ polyethylene bags on the shelf life of limes stored at ambient and 8 $^{\circ}$ C showed that limes packed in polyethylene bags having 0 or 4 holes lost lower weights than fruits in bags containing more perforations, at ambient temperature. However, high decay incidence reduced the storage life to less than three weeks. When the fruits were packed in bags containing 8, 16 or 32 holes, the storage life at ambient temperature increased two fold. Storage at 8 $^{\circ}$ C in bags having 0 and 4 holes was possible for five and eight weeks respectively. For fruits in polyethylene bags with 8, 16 or 32 holes, stored under refrigeration, the storage life was nine weeks. However, after five weeks the fruits began to show signs of degreening.

Treatment of limes with 0, 50, 100 and 200 ppm of gibberellic acid, packed in polyethylene bags (30 and 50 μ thickness) and stored at ambient temperature and 8 $^{\circ}$ C indicated that polyethylene bags (30 μ thickness) delayed weight loss of limes at ambient temperature. However, fruits developed unacceptable levels of rotting and yellowing with 5 weeks of storage.

For limes treated with 0 and 50 ppm of gibberellic acid, packed in 50 μ polyethylene bags and held at ambient temperature, storage life was three weeks after which deterioration occurred. However, fruits treated with 100 or 200 ppm of gibberellic acid retained quality longer, to five and seven weeks, respectively. These limes showed weight losses lower than 2%. The yellowing rate in 200 ppm GA limes was retarded as all fruits remained light green for seven weeks. 200 ppm GA treated limes stored at 8 $^{\circ}$ C and in polyethylene bags of 30 and 50 μ thicknesses lost, respectively, 1.8% and 1.0% of their weights after 11 and eight weeks of storage. The former limes reached light green colour after five storage weeks while the latter fruits after six weeks. No differences

were found between concentrations of gibberellic acid.

Treatment of limes with 0, 50, 100 and 200 ppm of gibberellic acid, waxed or not with 50% "Stafresh", packed in cartons and stored at ambient temperature and 8°C indicated that control fruits or GA treated fruits, unwaxed, packed in cartons and held at ambient temperature could be stored only for two weeks due to high weight losses, whereas waxed limes, treated with GA or not, could be stored for five weeks.

Storage lives of 200 ppm GA treated limes, unwaxed and waxed, packed in cartons and stored at 8°C were respectively, eight and 12 weeks in relation to the weight loss parameter. However, after five weeks, fruits of both treatments developed light green colour of the rind.

In conclusion, the following treatments appeared the most effective for storage of Brazilian Tahiti limes: 8°C was the optimum temperature to avoid chilling injury, where limes could be stored for four weeks. Treatment with 50% "Stafresh" prevented weight loss, improved colour retention and avoided off-flavours. Storage in 50µ polyethylene bags was possible for five weeks at ambient temperature and 8°C, with at least eight 0,5cm holes per bag. At ambient temperature, fruits treated with 200ppm gibberellic acid and packed in 50µ polyethylene bags maintained good condition for seven weeks. Waxed limes, treated with GA or not, and packed in cartons could be stored for five weeks. At 8°C 200 ppm GA treated limes, unwaxed or waxed with 50% "Stafresh", and packed in cartons could be stored for five weeks.

1. INTRODUÇÃO

A produção de limão, em nosso País, vem aumentando de ano para ano, alcançando o nono lugar na produção mundial (FAO 1985). Podendo ser caracterizada como uma atividade agrícola dinâmica, o incremento à produção vem sendo incentivado não apenas pelas indústrias de suco concentrado como também pela expansão das exportações de frutos "in natura".

No tocante às exportações, o limão nacional vem se projetando em relação a outras frutas frescas, como o figo, o abacate e a goiaba, superando-as em quantidades exportadas (CACEX 1984).

Embora o limão apresente grande potencial, uma acurada análise da situação atual demonstra que sua comercialização como fruta fresca ainda apresenta vários problemas a serem sanados. Entre eles, a oscilação de preços decorrente da variação da oferta do produto ao mercado assume papel preponderante. Em São Paulo, maior produtor nacional de limões, a cultivar mais importante é a Taiti, que apresenta de dezembro a abril, a principal época de colheita (FIGUEIREDO 1980). Nos outros meses, com a menor disponibilidade da fruta, verifica-se a elevação do preço para o consumidor.

O uso da refrigeração, a par de manter a qualidade do produto colhido permite a estabilização do preço no mercado, haja visto concorrer para o prolongamento da longevidade da fruta, minimizando a sazonalidade da oferta. Além disso, a aplicação de técnicas adequadas de conservação permitem que o nosso produto possa competir a nível internacional em qualidade com os provenientes de outros países.

Entretanto, para que se possa obter as vantagens da refrigeração em relação a manutenção da qualidade de limões, se fazem

necessários conhecimentos sobre sua fisiologia pós-colheita. Um dos aspectos a serem considerados refere-se a adequação da temperatura de conservação, visto ser o limão um produto sensível ao frio excessivo podendo, nesse caso, apresentar sintomas como depressões na casca, que depreciam o produto e geram perdas.

O limão apresenta ainda uma peculiaridade quanto aos atributos de qualidade exigidos pelo mercado, que é a manutenção da cor verde da casca. Dessa forma, a conservação deve visar a permanência da coloração verde, uma vez que, a cor parcial ou totalmente amarela restringe a comercialização.

A aplicação exógena de giberelinas, entre as quais o ácido gibérelico, por induzir o retardamento do processo fisiológico de senescência da casca, retendo por mais tempo a cor verde dos frutos, bem como retardando a perda da firmeza assume papel de relevante importância.

Outro aspecto fundamental associado ao retardamento da deterioração de frutas cítricas refere-se à proteção do produto contra a excessiva perda de peso, com concomitante enrugamento. Apesar desse processo poder ser superado pela conservação do produto em baixa temperatura e alta umidade relativa, o estudo de técnicas alternativas que permitam a manutenção da qualidade mesmo em temperatura ambiente se faz necessário. Tais técnicas se relacionam com a avaliação do comportamento do limão ao emprego de diferentes formulações de cera bem como o uso de filmes plásticos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Importância da cultura

2.1.1. Origem e taxonomia dos citros

As plantas cítricas (laranjeiras, limoeiros, tangerineiras, limeiras, pomeleiros, cidreiras, etc...) são originárias das regiões tropicais e subtropicais do continente asiático e ilhas adjacentes, tendo sido levadas para os países europeus há séculos, antes da descoberta do Novo Continente (MOREIRA 1980). De acordo com TANAKA (1954), citado por GIACOMETTI (1980), o centro de origem dos citros está localizado em Assam, no leste da Índia e norte de Burma e esse cinturão de origem se estende por 3.500 km desde o Nepal e Assam a Such-wan e Chikiang, na China.

A disseminação dos citros está ligada aos grandes acontecimentos históricos: domínio do Império da Macedônia sob Alexandre Magno, à conquista Árabe, às Cruzadas e, finalmente, aos Grandes Descobrimientos.

A primeira espécie a ser conhecida foi a cidra, a seguir a laranja azeda, o limão, a laranja doce e as tangerinas (SIMÃO 1971).

Os citros pertencem à família *Rutaceae*, sub-família *Aurantioideae*, tribo *Citrae*, sub-tribo *Citrinae*, sendo os principais gêneros: *Citrus*, *Fortunella* e *Poncirus* (SIMÃO 1971, GIACOMETTI 1980).

A citricultura se respalda no gênero *Citrus*, abrangendo quatro grandes grupos de plantas cítricas de grande interesse econômico. São eles: o das laranjeiras, o das tangerineiras, o dos limoeiros e limeiras e dos pomeleiros. No gênero *Fortunella*, o

"kumquat" é cultivado para fins comerciais em pequena escala enquanto o gênero *Poncirus* é utilizado como porta-enxertos.

2.1.2. Variedades de limões e limas de valor comercial

2.1.2.1. Subgrupo dos limoeiros

A espécie *Citrus limon* Burm. compreende os limões verdadeiros, também denominados lemon (língua inglesa), limone (Itália) limon (Espanha) e citron (França). Os limões verdadeiros são divididos em dois grupos naturais: o de frutos ácidos ou comuns e os limões doces ou de baixa acidez (HODGSON 1967). As variedades de frutos ácidos são numerosas e importantes enquanto que as de frutos doce são poucas e de pequeno interesse econômico.

São conhecidas mais de cinquenta variedades de limões cultivadas nas diferentes áreas do globo. As principais áreas produtoras de limão estão situadas em regiões de clima subtropical, com inverno ameno, destacando-se como maiores produtores a Itália e o Estado da Califórnia (Estados Unidos) (FIGUEIREDO 1980). Outros países produtores são a Espanha, Grécia, Argentina, Turquia, Líbano, Chile, Austrália e África do Sul (HODGSON 1967).

As principais variedades de limões cultivadas e suas respectivas regiões produtoras são: Eureka - Califórnia (Estados Unidos), Argélia, Israel, Marrocos, África do Sul, Austrália, Argentina, China, Chile; Lisboa - Califórnia (Estados Unidos), Argentina, China, Argélia; Villafranca - Califórnia (Estados Unidos); Genova (Genoa) - Argentina, Chile; Femminello - Itália; Interdonato - Itália, Turquia; Monachello (Moscatello) - Itália; Berna (Verna, Bernia, Vernia) - Espanha, Argélia, Marrocos; Mesero (Primofiori, Fino) - Espanha; Real - Espanha; Lunário (Amalfitano, Quatre Sai-

sons) - Portugal, Argélia, Líbia, Tunísia, Marrocos; Maglene, Karystini, Polyphoros - Grécia e Siciliano - Brasil. (BURKE 1967, HODGSON 1967, PALACIOS 1978).

2.1.2.2. Subgrupo das limeiras

O grupo das limas (na língua portuguesa, italiana e espanhola), limes (inglesa e francesa) ou limûn (países árabes/oriente) assim como os limões verdadeiros apresentam espécies que produzem frutos ácidos (limas ácidas) e a espécie *Citrus limettioides* Tanaka, também denominada lima da Pérsia, sweet lime (língua inglesa), Indian e Palestine sweet lime, Mitha Nimbu (Índia) e Limûn Helou ou Succari (Egito), de frutos doces (HODGSON 1967).

As limas ácidas são mais cultivadas em regiões de clima subtropical e tropical e as principais áreas produtoras estão situadas no México, Estado da Flórida (Estados Unidos), Egito, Índia, Peru e Brasil (FIGUEIREDO 1980).

As limas ácidas, no Brasil comumente chamadas de limão, compreendem as espécies de frutos pequenos, *Citrus aurantifolia* Swingle e a de frutos grandes, *Citrus latifolia* Tanaka. O primeiro grupo é alicerçado pelo limão Galego do Brasil e suas diversas denominações: West Indian (Mexican, Key) lime, Kaghzi nimbu (Índia), Limûn Baladi (Egito); Doc (Marrocos), Limon Corriente (alguns países da América Latina), Limón Comúnagrio (México), Lima ou Limon Sutil (Argentina), Limon de pica (Chile) e Limone (Peru). O México é o principal produtor mundial desta lima ácida e na Índia, Egito e Peru sua cultura também tem importância econômica (BURKE 1967, HODGSON 1967, PALACIOS 1978).

No grupo de limas ácidas de frutos grandes se destaca a variedade Taiti, também denominada Persian lime na língua inglesa. Esta variedade é cultivada em larga escala no Brasil e no Estado da Flórida (Estados Unidos), o qual produz cerca de 95% das limas ácidas cultivadas no país, embora esta produção seja muito inferior à dos limões verdadeiros da Califórnia (BURKE 1967).

Os frutos da Taiti são de forma ovalada, normalmente não apresentando nenhuma semente, e com peso médio de 70 g; sua casca é de cor amarelada, de espessura fina e vesículas de óleo deprimidas. Tem polpa de cor amarelo esverdeada e textura firme. Seu suco é abundante, aproximadamente 50% do peso do fruto, com teores médios de brix de 9%, acidez de 6% e relação brix/acidez de 1,5. (FIGUEIREDO 1980)

Em São Paulo, Estado maior produtor brasileiro, as cultivares Taiti e Siciliano participam cada uma delas com 40%, em número de plantas, enquanto a cultivar Galego participa com 20%, considerando-se em conjunto o grupo de limas ácidas e limões. (FIGUEIREDO 1980)

2.1.3. Produção mundial de citros

Os citros são cultivados em climas tropical e subtropical e as regiões produtoras se situam em extensa faixa mundial, entre as latitudes de 40° norte e sul (MONTENEGRO 1980) embora 95% dos pomares comerciais no mundo estejam concentrados entre as latitudes 20 a 40° norte e sul (SIMÃO 1971).

As regiões citrícolas se situam em áreas do Mediterrâneo, das Américas do Norte, Central e do Sul, Oriente Médio e alguns países do Hemisfério Sul como a África do Sul e Austrália.

Segundo a FAO os citros são produzidos em aproximadamente 100 países entretanto, uma pequena minoria domina a produção mundial (MORETTI *et al* 1984).

Em função da expansão do mercado mundial, a produção citrícola cresceu significativamente nas três últimas décadas. De acordo com a FAO, 18,2 milhões de toneladas métricas de frutas cítricas foram produzidas em 1960, sendo que, em 1980, a produção total foi igual a 50,2 milhões de toneladas métricas, o que representa um incremento de 175% durante o referido período (MORETTI *et al* 1984).

As laranjas e tangerinas representam aproximadamente 80% da produção total de frutas cítricas enquanto o grupo de limões e limas e o dos pomelos perfazem os 20% restantes divididos em 10% para cada um deles (MORETTI *et al* 1984).

Em 1984, o Brasil foi o principal produtor mundial de frutas cítricas com uma participação de 25,6% na produção total, seguido pelos Estados Unidos (17,7% de participação). Em ordem decrescente de importância aparecem a Itália, o Japão e a Espanha. A participação agregada desses cinco países somou cerca de 57% da produção mundial de citros ocorrida nesse ano. (Quadro 1)

Em 1984, a produção mundial de limões e limas ácidas foi de 4,9 milhões de toneladas métricas (Quadro 2). Os principais países produtores foram os Estados Unidos, Itália, México e Índia, responsáveis por cerca de 52% da produção mundial. Os Estados Unidos se destacou como o maior produtor e sua participação foi de 16% do total produzido nesse ano. A Itália foi o segundo principal produtor, com uma produção de 690 mil toneladas métricas em 1984, sendo que sua participação fez 14,1% do total mundial. O Brasil produziu 120 mil toneladas métricas de limas áci-

QUADRO 1. Principais países produtores de frutas cítricas em 1984.

PAÍS	PRODUÇÃO (1000 t)	PARTICIPAÇÃO NA PRODUÇÃO TOTAL (%)
Brasil	14.069	25,6
Estados Unidos	9.744	17,7
Itália	2.765	5,0
Japão	2.552	4,6
Espanha	2.470	4,5
México	2.435	4,4
China	2.008	3,6
Índia	1.743	3,2
Israel	1.550	2,8
Egito	1.493	2,7
Total Mundial	54.981	100,0

Fonte: FAO Production Yearbook - 1984 (53)

QUADRO 2. Principais países produtores de limões e limas ácidas em 1984.

CONTINENTE/PAÍS	PRODUÇÃO (1000 t)	PARTICIPAÇÃO NA PRODUÇÃO TOTAL (%)
África	256	5,2
América do Norte	1532	31,2
Estados Unidos	787	16,0
México	600	12,2
América do Sul	636	13,0
Argentina	320	6,5
Brasil	120	2,4
Ásia	1281	26,1
Índia	500	10,2
Turquia	300	6,1
China	104	2,1
Europa	1164	23,7
Itália	690	14,1
Espanha	283	5,8
Grécia	170	3,5
Oceania	38	0,8
Total Mundial	4907	100,0

Fonte: FAO Production Yearbook - 1984 (53)

das e limões, o que lhe conferiu o segundo lugar na produção da América do Sul e nono na produção mundial (Quadro 2).

2.1.4. Produção e exportações brasileiras de limões

A citricultura no Brasil é caracterizada como uma atividade agrícola dinâmica. Entre as frutas cítricas, o limão se destaca em importância econômica devido ao grande consumo tanto no mercado nacional como no internacional.

A produção brasileira de limões apresentou uma expansão da ordem de 15% no triênio 80/82, passando de 2,8 para 3,2 bilhões de frutos produzidos. Os principais Estados produtores são: São Paulo, responsável por cerca de 70% do total de limões produzidos em 1982, Rio de Janeiro, Bahia, Rio Grande do Sul e Minas Gerais (Quadro 3).

QUADRO 3. Citricultura brasileira. Quantidade de limões produzida. Período de 1980 a 1982.

Unidades da Federação	Quantidade produzida (1000 frutos)		
	1980	1981	1982
São Paulo	1.897.242	1.936.266	2.260.887
Rio de Janeiro	241.134	229.083	290.552
Bahia	121.761	131.952	131.338
Rio Grande do Sul	132.921	119.840	124.381
Minas Gerais	78.321	92.292	88.871
Outras	330.480	333.489	339.277
Brasil	2.801.859	2.842.922	3.235.306

Fonte: IBGE, Anuário Estatístico do Brasil - 1984 (54).

Em 1984, os limões e limas geraram ao País uma renda total de US\$ 334.244 FOB, através da exportação de 939.942 kg de frutos. Os principais países compradores foram a França, o Reino Unido, a Alemanha e a Suíça (Quadro 4).

QUADRO 4. Exportação brasileira de limões e limas em 1984 - países importadores e quantidades exportadas.

PAÍS	QUANTIDADE EXPORTADA (kg)	VALOR US\$ FOB
França	454.268	127.984
Reino Unido	201.520	75.696
Alemanha Ocidental	91.960	39.014
Suíça	71.000	43.985
Países Baixos	28.946	9.887
Bélgica	27.766	10.764
Canadá	21.640	7.578
Outros	42.842	19.336
Total Mundial	939.942	334.244

Fonte: Carteira de Comércio Exterior (CACEX) - 1984. (⁶).

2.2. Aspectos da Colheita

2.2.1. Época e sistema de colheita

A principal época de colheita do limão Taiti no estado de São Paulo se estende de meados de dezembro a abril porém ocorrem frutificações menores no decorrer do ano (FIGUEIRERO 1980).

O sistema de colheita mais usado nos pomares cítricos do Estado de São Paulo é o convencional, isto é a colheita manual. Esta é feita pelo corte do pedúnculo dos frutos, com o auxílio de tesouras de lâmina curta e ponta arredondada, para evitar ferimentos no ato da colheita. A colheita deve ser cuidadosa para evitar que os frutos sofram quaisquer batidas, que podem causar manchas de oleocelose, ou ferimentos de qualquer natureza. Deve-se, também, não colher frutos molhados evitando que se tornem mais susceptíveis a moléstias fúngicas; colher frutos livres de manchas de ácaros e fungos, de tamanho adequado e maturação apropriada (CAETANO 1980).

2.2.2. Ponto de colheita

O padrão internacional para frutas cítricas frescas (OCDE 1980) estabelece:

a) Desenvolvimento - O fruto deve ser cuidadosamente colhido quando ele tenha atingido seu desenvolvimento completo natural ou seja seu desenvolvimento fisiológico normal. Devem ser excluídos os frutos caídos das árvores ou insuficientemente desenvolvidos.

b) Grau de maturidade - O desenvolvimento deve se combinar com o grau de maturidade para conferir aos frutos suas características físicas e sensoriais totais, isto é, que no estágio de completo desenvolvimento e maturidade, o fruto tenha as propriedades físicas desejadas e total sabor. Para as frutas cítricas convém distinguir:

- os critérios não evolutivos: conteúdo e composição do suco

- critérios evolutivos ligados a coloração.

Com respeito a qualidade do suco se recomenda aos países exportadores a proibição de saídas de citros insuficientemente maduros mediante a utilização de um método apropriado de determinação de acordo com a variedade considerada.

Deve-se eliminar também os frutos demasiadamente maduros, que não podem suportar o transporte e o manuseio ou não podem responder as exigências comerciais no local de comercialização.

Em relação aos critérios evolutivos ligados a coloração, o Padrão Internacional (OCDE 1980) prescreve que os frutos de vem alcançar no local da comercialização, a coloração considerada como normal para a variedade na classe (Extra, I ou II) considerada. A coloração no momento da colheita e expedição deve ser considerada em função da variedade; época de colheita; área de produção; tipo e duração do transporte e possível período de estocagem.

c) Textura e casca - Os frutos devem estar isentos de sinais de dessecação interna devido à geada; firmes, elásticos e não enrugados e isentos de feridas ou machucaduras cicatrizadas extensas.

A combinação de um critério não evolutivo: o conteúdo de suco, expresso em percentagem em relação ao peso total de frutos examinados e de outro evolutivo: a coloração da casca permite determinar o grau de maturidade mínimo por espécie e para cada grupo de variedades (OCDE 1980). Para os limões verdadeiros a Norma prescreve, além do tamanho mínimo - diâmetro máximo de secção equatorial igual a 45mm, que o conteúdo mínimo de suco deve ser de 20% para os limões "Verdelli" e "Primofiore" (colhidos no verão europeu) e de 25% para os demais. A coloração para os limões verdadeiros deve ser normal do tipo varietal embora se admita coloração li

geiramente verde desde que os frutos tenham atingido o teor mínimo de suco e levando-se em conta a época de colheita e a zona de produção como o caso dos "Verdelli" e "Primofiore". O Padrão Internacional (OCDE 1980) exclue os limões verdadeiros de casca rugosa, de coloração verde escura.

RAMANA *et al* (1981) elaboraram ampla revisão sobre produção, manuseio e armazenamento de frutas cítricas. De acordo com esses autores, os Padrões norte-americanos (Arizona e Califórnia) de maturidade para colheita consideram maduros os limões verdadeiros contendo teor de suco de 30% ou mais por volume. Quando estes limões são designados 'verdes para exportação', o teor de suco não deve ser inferior a 28% por volume.

As características do suco, na maturidade ótima, de limão Taiti cultivado na Flórida são: 61,3% de suco e 5,4% de acidez, expressa como ácido cítrico, enquanto as do cultivado na Índia são: 51,0% de suco e 6,9% de acidez (RAMANA *et al* 1981).

PALADIOS (1978) cita que a acidez de limões não deve ser inferior a 6% de ácido cítrico e que as regulamentações de alguns países produtores de citros estabelecem como grau de maturidade para limões que estes contenham mais de 25% de suco por volume. As Normas argentinas estabelecem um mínimo de 35% de suco para os limões destinados à exportação e de 30% para o mercado interno. Os tamanhos extremos são: para exportação, de 80 a 50mm; para mercado interno, de 85 a 50mm de diâmetro transversal.

A classificação para limões cultivados na Colômbia, visando o consumo "in natura" estabelece como de qualidade muito pobre, os frutos contendo 30% de suco e 4,5% de acidez enquanto os com 55% de suco e 7,0% de acidez são considerados de excelente qualidade (CARVALHO & NOGUEIRA 1979).

As Normas brasileiras de classificação de frutas cítricas exportáveis estabelecem uma percentagem mínima de suco, em relação ao peso de 38 e 30%, para limões do tipo especial e padrão, respectivamente (CONCEX 1969). Esta classificação também estabelece que o diâmetro transversal dos frutos não deve ser inferior a 4,5 centímetros.

EAKS (1961) relata que os limões verdadeiros são geralmente colhidos em função de seu tamanho, mais do que em relação à maturidade ou coloração. RAMANA *et al* (1981) citam, que na definição da maturidade do limão, o critério da coloração da casca é amplamente utilizado. Essa coloração pode ser classificada em oito classes: verde escuro, verde, verde claro, prateado, prateado claro, amarelo claro, amarelo e amarelo escuro. A colheita é normalmente efetuada enquanto a cor da casca está verde porém os frutos desenvolvem a cor típica amarela durante o transporte ou armazenamento. Os limões verdadeiros destinados ao armazenamento por médio a longo período devem ser de tamanho médio a grande e de coloração verde clara a prateada.

Os consumidores americanos aceitam limões amarelos porém outros, entre os quais os brasileiros, consideram estes frutos passados e preferem adquirir os frutos ainda com a casca verde e mais turgidos (CORNER 1968 citado por WILD *et al* 1977). Essa preferência é mais acentuada nas limas ácidas como o Galego e o Taiti, nas quais a cor amarela é associada à maturação avançada.

As Normas brasileiras de classificação de citros para exportação (CONCEX 1969) prescrevem que os limões deverão ser colhidos de vez, isto é, ainda com sua cor verde peculiar.

2.3. Aspectos pós colheita

2.3.1. Transformações bioquímicas

Após a colheita, nos produtos que apresentam respiração do tipo não climatérica, onde estão incluídas as frutas cítricas, há um declínio mais ou menos contínuo da atividade respiratória e as mudanças bioquímicas e físicas se processam muito mais lentamente se comparadas as dos produtos climatéricos (estes, depois de colhidos, exibem rápida elevação na sua taxa respiratória, culminada pelo pico climatérico-máxima intensidade respiratória, e seguido por um decréscimo; as mudanças bioquímicas e físicas ocorrem rapidamente) (RHODES 1971).

A maturação das frutas cítricas é um processo lento e gradual, intimamente correlacionado com o aumento no diâmetro e peso do fruto. Após a colheita, os citros não sofrem mudanças acentuadas na composição e não melhoram a palatabilidade, de modo que a qualidade para o consumidor deve ser assegurada na ocasião da colheita (RAMANA *et al* 1981).

Durante a maturação processam-se mudanças na composição do suco, havendo um aumento no teor de açúcares (sólidos solúveis) no volume do suco e no índice de maturação ou relação entre os sólidos solúveis (brix) e a acidez, uma diminuição acentuada na acidez e uma intensificação na coloração amarela ou laranja do suco. Estas modificações acompanham a degradação de clorofila (coloração verde) e o aparecimento de carotenóides (pigmentos amarelo e laranja) da casca. É neste período que os citros atingem sua qualidade ideal para o consumo "in natura" e processamento (CARVALHO & NOGUEIRA 1979).

As laranjas, pomelos e tangerinas, à medida que vão amadurecendo, a concentração de acidez diminui enquanto que a de açúcares aumenta. Nos limões, as gramas de ácido cítrico por fruto vão aumentando e vão superando o efeito da diluição por aumento da água na polpa. (PALADIOS 1978).

Diferentemente dos demais frutos cítricos, o limão não apresenta um aumento no teor de sólidos solúveis quando ele amadurece. Nos limões maduros, os ácidos orgânicos são os maiores componentes solúveis no suco. Quando o limão amadurece, a acidez do suco aumenta e o pH diminui. (RAMANA *et al* 1981).

2.3.1.1. Cor

Quando as frutas cítricas estão imaturas, a cor predominante é a verde, condicionada a presença da clorofila. Durante a maturação, a clorofila se degrada e os pigmentos alaranjados ou amarelos na casca começam a aumentar. (MILLER *et al* 1940b citado por TING & ATTAWAY, 1971), ou seja, a perda de clorofila quando a fruta cítrica amadurece é acompanhada pelo acúmulo de pigmentos carotenóides (KEFFORD e CHANDLER 1970), principalmente a xantofila e a violaxantina em laranjas e tangerinas (PALADIOS 1978).

Um comportamento similar a esse foi observado com a cor do suco da laranja, (MILLER *et al* 1941, citado por TING & ATTAWAY 1971) de modo que os carotenóides totais da casca e suco aumentaram à medida que o fruto amadureceu. Entretanto, nos pomelos, limas ácidas e limões verdadeiros, os carotenóides coloridos totais diminuíram durante a maturação (MILLER & WINSTON 1939, citado por TING & ATTAWAY 1971). A cor do limão enquanto está ainda verde é condicionada pela clorofila e quando esta desaparece, du-

rante a maturação, os pigmentos amarelos se tornam evidentes (MILLER & WINSTON 1939, citado por TING & ATTAWAY 1971).

Estudos foram conduzidos por YOKOYAMA & VANDERCOOK (1967) para determinar as quantidades e identidades de pigmentos carotenóides da polpa e casca de limões, da variedade Eureka. Os autores pretendiam verificar se a pigmentação mais clara do limão maduro, que é completamente amarelo contrastando com a coloração alaranjada forte da laranja madura, era causada por uma concentração mais baixa de carotenóides ou devido à natureza dos carotenóides presentes nos frutos. Eles também examinaram frutos de vez para acompanhar as mudanças ocorridas na composição dos carotenóides, durante a maturação, ou seja até o fruto atingir a coloração amarelo forte. Os frutos denominados de vez são os que atingiram o tamanho completo e estão comercialmente maduros porém ainda verdes em sua coloração. O outro grupo de frutos estudados estava completamente maduro e amarelo, sem clorofila na casca. O teor de carotenóides totais determinados na polpa e na casca de limões de vez foram de, respectivamente, 1,1 e 2,1 mg/kg (como β -caroteno) de peso líquido. Nos limões amarelos, os valores encontrados foram de 0,6 e 1,4 mg/kg na polpa e casca, respectivamente, ou seja, o teor de carotenóides decresceu quando a clorofila tinha desaparecido. Além disso, com a maturação, a composição dos carotenóides mudou consideravelmente. Os carotenóides, como as neoxantinas e a luteína, comumente encontradas em tecidos fotossintéticos, estavam presentes nos limões de vez porém não foram detectados nos limões maduros. O fitoflueno (composto incolor) foi o principal hidrocarbono presente na polpa e na casca dos limões de vez e nos maduros. A criptoxantina e o β -caroteno - 5,6-monoepoxide, pigmentos de cor alaranjado forte, constituíram os carotenóides mais abundantes na

polpa dos limões amarelos enquanto o zeta-caroteno, pigmento de cor amarela, foi o mais abundante na casca dos limões maduros. Os autores observaram que os valores obtidos para os pigmentos totais do limão se situaram muito abaixo dos valores dos carotenóides totais da laranja Navel (23 e 67 mg/kg, respectivamente, para polpa e casca). Os resultados permitiram aos autores concluir que a coloração mais clara da polpa do limão foi devido principalmente à menor concentração de pigmentos totais. Basicamente a mesma razão sedimentou a coloração mais clara do limão, em relação à casca da laranja, isto é, devido ao menor teor de pigmentos totais no flavedo e não devido a alta concentração de carotenóides de coloração fraca uma vez que no caso do presente estudo, os pigmentos de coloração forte responderam por aproximadamente a metade do total presente no flavedo.

2.3.1.2. Carboidratos

No suco de laranja, de 75 a 85% dos sólidos solúveis totais é constituído por açúcares, sendo os principais a sacarose, glicose e frutose que ocorrem na proporção aproximada de 2 : 1 : 1 (BARTHOLOMEW & SINCLAIR 1943 e CURL & VELDHUIS 1948, citados por TING & ATTAWAY 1971). No suco de limão Eureka, MC CREADY *et al* (1950), através da cromatografia de papel, também foram identificadas a glicose e frutose e traços de sacarose. A sacarose geralmente ocorre em concentrações muito baixas, aproximadamente 0,2%, em sucos de limão e limas ácidas. Os limões contêm cerca de 0,8% de frutose e de glicose e as limas ácidas cerca de 0,9% desses açúcares (MC CREADY 1977).

WILLS *et al* (1985) determinaram a composição do endocarpo de frutas cítricas (laranja, limão, lima ácida, tangerina, tan

gelo, tangor e pomelo) australianas e obtiveram os menores níveis de açúcares totais em limões verdadeiros (1,8 gramas/100 gramas) e limão Taiti (1,2 gramas/100 gramas).

2.3.1.3. Acidez e pH

A acidez desempenha um papel muito importante no sabor da fruta cítrica. Nos limões e limas ácidas ela se constitui num dos maiores fatores que engrandeceram o valor desses produtos (VANDERCOOK 1977). As laranjas, tangerinas e pomelos de elevado grau de acidez, sempre que acompanhadas de boa percentagem de açúcares são as mais preferidas. No processo de maturação, um dos fatores mais importantes, excetuando-se os limões e algumas limas ácidas, é a diminuição real e relativa da acidez por decréscimo da quantidade absoluta e por diluição ao aumentar gradualmente a água da polpa. Enquanto isso ocorre com a acidez, os açúcares, ao contrário, vão aumentando proporcionalmente de modo a obter uma proporção açúcar/acidez (Índice de maturação ou relação brix (sólidos solúveis)/acidez) agradável. (PALADIOS 1978)

Os limões e limas ácidas possuem de 5 a 6% de acidez e pH igual a 2,2 e são bastante ácidos quando comparados as demais frutas cítricas como a laranja (cerca de 1% de acidez, pH igual a 3,5) ou o pomelo (1,5 a 2,5% de acidez e pH igual a 3,0). Para um teor de sólidos solúveis uniforme (brix), o pH dos sucos de frutas cítricas é proporcional ao logarítmo da acidez titulável (KEFFORD & CHANDLER 1970). O pH do suco das frutas cítricas geralmente varia de aproximadamente 2 para limões e outros frutos ácidos a cerca de 5 nas tangerinas ou laranjas 'passadas' (TING & ATTAWAY 1971).

A acidez titulável do suco da maioria das frutas cítricas é principalmente devido ao ácido cítrico. Além desse ácido,

o ácido málico também é encontrado, porém geralmente em menor quantidade no suco dessas frutas. No suco de limões, o ácido cítrico pode perfazer 60-70% dos sólidos solúveis totais. Nas limas ácidas, também o ácido cítrico é o principal ácido orgânico presente (TING & ATTAWAY 1971).

CLEMENTS (1964) determinou os ácidos orgânicos presentes no suco de diversas frutas cítricas. O ácido cítrico predominou em todas as amostras seguido pelo ácido málico (em menor concentração) exceto nas limas doces. As quantidades encontradas de ácido cítrico e málico em limões Eureka foram de respectivamente 4,38 e 0,26 gramas/100mL de suco, cujo pH foi de 2,4; 8,6% de sólidos e 4,57% de acidez.

WILLS *et al* (1985) determinaram a composição do endocarpo de diversas frutas cítricas australianas. O ácido orgânico presente em maior quantidade em todas as amostras foi o ácido cítrico e a quantidade total de ácidos (cítrico mais málico) foi mais elevada no limão Taiti (4,86 gramas/100 gramas) e no limão verdadeiro - Eureka e Lisboa (4,83 gramas/100 gramas).

Os valores médios determinados em limões Eureka, cultivados na Argentina foram de: 39,0 a 46,6% de suco; 7,35 a 7,75% de sólidos solúveis; 5,98 a 6,21% de acidez e relação sólidos/acidez de 1,18 a 1,30 (PALADIOS 1978).

No decorrer da maturação vai havendo um declínio na acidez das laranjas e este é causado principalmente pela perda de ácido cítrico uma vez que o ácido málico se mantém relativamente constante. Contrastando com as laranjas, os limões mostram aumento na acidez total e diminuição do pH à medida que os frutos amadurecem. (BARTHOLOMEW & SINCLAIR 1951, citado por VANDERCOOK 1977).

Os limões no estágio 'de vez' e provenientes da Florida foram mantidos por GRIERSON (1968), citado por KEFFORD & CHANDLER (1970), durante uma a duas semanas a 15,6°C até ficarem completamente coloridos. Eles aumentaram no teor de suco em cerca de 12% e na acidez em cerca de 5% dos valores iniciais.

VANDERCOOK *et al* (1966) armazenaram limões verdadeiros procedentes da California e colhidos no estágio de maturidade - verde, bem desenvolvido - à 14,4°C e 85% de umidade relativa durante quinze semanas. Os valores de ácido cítrico, ou seja a acidez titulável expressa em miliequivalentes de ácido cítrico por 100 mL de suco, foram significativamente mais elevados durante as últimas oito semanas de armazenamento (106,3 meq) do que nas sete primeiras (99,8 meq). No teor de ácido málico, entretanto, foi observado uma acentuada queda, ao redor de 63%, após as quinze semanas de armazenamento.

2.3.1.4. Vitaminas

A vitamina C ou ácido ascórbico é sem dúvida a mais abundante das frutas cítricas, que são consideradas importantes fontes desta vitamina. A casca dessas frutas é muito rica em ácido ascórbico (TING & ATTAWAY 1971). Em laranjas, a concentração de ácido ascórbico no suco, determinado por ATKINS *et al* (1945), citado por TING & ATTAWAY (1971), foi de somente um quinto da encontrada no flavedo (epicarpo) e de um terço da do albedo (mesocarpo), com base no peso fresco. Em pomelos, o suco apresentou somente um sétimo e um quinto da concentração de vitamina C do flavedo e do albedo, respectivamente. Em limões, a casca apresentou cerca de três vezes mais ácido ascórbico do que o suco e cerca de duas vezes o teor de ácido ascórbico do albedo (EAKS 1964, citado por KEFFORD & CHANDLER 1970).

Há variação considerável no teor de vitamina C do suco de diferentes frutas cítricas. As laranjas geralmente contêm de 40 a 70 mg/100mL e os pomelos, tangerinas e limão entre 20 e 50 mg/100mL. (TING & ATTAWAY 1971). WILLS *et al* (1985) determinaram a composição vitamínica do endocarpo de diversas frutas cítricas australianas tais como laranja, limão, lima ácida, tangerina, tangelo, tangor e pomelo. Os teores de vitamina C determinados em limão Taiti e limão verdadeiro (Eureka e Lisboa) foram de 47 e 48 mg/100 gramas de endocarpo, respectivamente, e se situaram abaixo dos da laranja (49-58 mg) e tangerina (50 mg) e acima dos encontrados no tangor (44 mg), pomelo (36 mg) e tangelo (28 mg).

O teor do ácido ascórbico é geralmente mais elevado nas frutas cítricas imaturas (laranjas e pomelo). Quando a fruta amadurece e aumenta o seu tamanho, a concentração de ácido ascórbico geralmente diminui. (HARDING *et al* 1940; HARDING & FISHER 1945 citados por TING & ATTAWAY 1971). Tal fato também foi observado por WILLS *et al* (1985) em limões Eureka e Lisboa colhidos em diferentes épocas na Austrália. Os níveis de vitamina C mais baixos foram registrados no final da safra.

2.3.1.5. Armazenamento

EAKS (1961) armazenou limões da variedade Eureka, colhidos no estágio de maturidade - coloração verde claro, às temperaturas de 4; 13 e 24°C e estudou as transformações físicas e químicas ocorridas em 4, 8 e 12 semanas e após o 3º e 14º dia da transferência dos frutos refrigerados para a temperatura de 24°C. O autor verificou que houve acréscimo no teor de suco durante o transcorrer do armazenamento, em todas as temperaturas. O aumento nos sólidos

solúveis, expresso em percentagem de suco, reflete a mudança na concentração e expresso em gramas por 100 gramas de peso fresco original do fruto, reflete o aumento nos sólidos totais disponíveis no suco.

As mudanças observadas por EAKS (1961) na acidez, quando expressa em percentagem de acidez total titulável como ácido cítrico anidro, foram as seguintes: a percentagem de acidez dos frutos mantidos a 4°C decresceu levemente enquanto a dos frutos mantidos a 13°C permaneceu constante em relação ao tempo de armazenamento. Já os frutos mantidos continuamente a 24°C mostraram aumento progressivo na percentagem de acidez. Entretanto, os frutos pré-armazenados a 4 e 13°C mostraram acentuado aumento na acidez, após a transferência para 24°C. EAKS (1961) comenta em seu trabalho que as mudanças ocorridas e que conduziram a aumentos no teor de suco, sólidos solúveis e acidez contribuem para assegurar o valor culinário e industrial do limão.

As mudanças no teor de vitamina C foram determinados no suco, polpa e casca dos limões (EAKS 1961). Quando expresso em miligramas de ácido ascórbico por 100 gramas de suco, houve considerável perda de vitamina C nos frutos mantidos a 24°C e menos acentuada nos frutos mantidos a 4°C, durante o decorrer do armazenamento. Nos frutos mantidos a 13°C, o teor de ácido ascórbico no suco permaneceu constante durante a estocagem. Nos frutos transferidos de 4 e 13°C para 24°C não foram verificadas mudanças expressivas no teor de ácido ascórbico do suco, porém, os frutos previamente mantidos a 4°C durante 12 semanas, quando transferidos para 24°C exibiram perda drástica de ácido ascórbico, provavelmente devido a ocorrência do dano fisiológico causado pelo frio.

A concentração de ácido ascórbico na porção comestível da polpa dos frutos mantidos a 13°C permaneceu constante durante o

período de armazenamento e mesmo após a transferência desses frutos para 24°C e permanência de 3 e 14 dias, houve pequena variação no teor de ácido ascórbico. Entretanto, a polpa dos frutos mantidos a 24°C mostrou pequenas porém progressivas perdas no teor de ácido ascórbico após 4 e 8 semanas de armazenamento, seguido por um considerável decréscimo entre a 8^a e a 12^a semana. A concentração de ácido ascórbico na polpa dos frutos mantidos a 4°C permaneceu estável até a 4^a semana de armazenamento e a seguir houve perdas progressivas da 4^a a 12^a semana. Após transferência para 24°C, nos frutos pré-armazenados a 4 e 13°C ocorreram pequenas alterações na concentração de ácido ascórbico na polpa, exceto nas amostras que foram previamente mantidas à 4°C durante 12 semanas, nas quais foram observadas consideráveis perdas de ácido ascórbico. De maneira geral, a concentração de ácido ascórbico no suco e na polpa dos limões mostraram comportamento similares durante o armazenamento (EAKS 1961).

EAKS (1961) também relata que a casca dos limões contém concentrações mais elevadas (quando expresso em mg de ácido ascórbico por 100 gramas de casca) ou quantidades (quando expresso em mg de ácido ascórbico na casca por 100 gramas de peso fresco original do fruto) de ácido ascórbico do que a polpa ou o suco. O teor de ácido ascórbico da casca aumentou durante o período de armazenamento dos frutos à 4 e 13°C. Entretanto, à 24°C, o teor de ácido ascórbico decresceu progressivamente durante o armazenamento (12 semanas). Após transferência para 24°C, o teor de ácido ascórbico dos frutos pré-armazenados a 4 e 13°C decresceu em todas as amostras, principalmente nos mantidos à 4°C durante 12 semanas onde foi observada uma perda drástica no ácido ascórbico. Esses resultados evidenciam que nas temperaturas de 4 e 13°C o ácido ascórbico da casca

dos limões parece acumular durante o armazenamento enquanto a 24°C o ácido ascórbico diminui.

Estudos sobre as transformações químicas que ocorrem em limões Galego, encerados comercialmente e armazenados a 5; 7,5 e 10°C durante 4 e 8 semanas, seguida por uma semana a 20°C, foram realizados por EAKS & MASIAS (1965). Esses estudos revelaram que a quantidade de suco dos frutos (baseada no peso dos frutos na ocasião da amostragem ou no peso fresco original) aumentou no decorrer do período de armazenamento e este acréscimo foi maior quanto mais elevada a temperatura de estocagem, principalmente após permanência de uma semana a 20°C. A única exceção foram os frutos previamente mantidos a 5°C durante 8 semanas, declínio esse provavelmente resultante do dano fisiológico causado pelo frio.

Os teores de sólidos solúveis do suco aumentaram durante o período de armazenamento e esse aumento, assim como os teores de suco dos frutos, foi proporcional ao aumento da temperatura de armazenamento. Após remoção dos frutos da refrigeração e permanência de uma semana a 20°C, o acréscimo nos teores de sólidos se tornou mais evidente, excetuando-se os frutos provenientes de armazenamento a 5°C durante 8 semanas, nos quais houve redução no teor de sólidos solúveis, um reflexo do decréscimo no teor de suco devido ao dano fisiológico causado pelo frio (EAKS & MASIAS 1965)

Embora os limões Galego mantidos a 7,5 e 10°C tenham aumentado em seus teores de sólidos solúveis de uma maneira similar aos dos limões Eureka mantidos a 13°C por EAKS (1961), o considerável aumento nos sólidos verificado nos limões Galego mantidos a 5°C, no trabalho de EAKS & MASIAS (1965) contrastou com o pequeno aumento observado no teor de sólidos do suco de limões Eureka mantidos a 4°C após 4,8 e 12 semanas, no trabalho de EAKS (1961).

A acidez total titulável, expressa em ácido cítrico anidro, aumentou no suco dos frutos mantidos em todas as temperaturas (5; 7,5 e 10°C). Houve decréscimo na acidez, após permanência de uma semana a 20°C, nos frutos previamente mantidos a 5 e 7,5°C durante 8 semanas. (EAKS & MASIAS 1965).

O teor de ácido ascórbico do suco de limões Galego decresceu no decorrer do período de armazenamento, em todas as temperaturas (5; 7,5 e 10°C), exceto após uma semana a 20°C dos frutos previamente mantidos a 10°C por oito semanas, e esse declínio foi mais acentuado após transferência da refrigeração e permanência de uma semana a 20°C, principalmente nos frutos previamente armazenados a 5°C por oito semanas (EAKS & MASIAS, 1965). Essa queda acentuada no teor de ácido ascórbico foi similar à observada por EAKS (1961) no suco de limões Eureka após armazenamento de 12 semanas a 4°C. Essa resposta em limões verdadeiros, que tem sido atribuída ao dano fisiológico causado pelo frio, parece similar à ocorrida com o Galego (EAKS & MASIAS 1965).

2.3.2. Moléstias e controle fitossanitário pós-colheita

Os bolores ou mofos verde e azul são usualmente as formas mais comuns de podridão mole em frutas cítricas. Os bolores estão presentes em pomares, em galpões de manuseio e embalagem de frutas e nos mercados (CHALFOUN 1979). A coloração dos bolores é devida à massa de esporos que se desenvolve sobre a superfície do fruto, sendo o bolor azul causado pelo fungo *Penicillium italicum* e o verde por *Penicillium digitatum*. Ambos esporulam intensivamente e no bolor azul, uma faixa branca estreita se desenvolve ao redor da zona azulada sendo essa faixa mais larga no bolor verde (ROSSETTI 1980). Os bolores são comuns em frutas cítricas armazenadas e a infecção pode passar fácil-

mente de um fruto para outro, principalmente em relação ao bolor azul. Os ferimentos são a única porta de entrada para estes fungos, exceto para a infecção por contato, razão pela qual a colheita e o manuseio cuidadoso dos frutos se reveste de real importância (CHALFOUN 1979; ROSSETTI 1980).

A podridão peduncular tem importância na fase de comercialização dos citros, principalmente durante o transporte e armazenamento só sendo superada em importância pelas podridões causadas por *Penicillium* (CHALFOUN 1979). A infecção se inicia pelo pedúnculo e se desenvolve na parte interna e externa do fruto que toma a cor pardo-clara, e os tecidos ficam flácidos. É mais comum em frutos armazenados mas pode ocorrer, raramente, antes da colheita. Os métodos de controle consistem em colheita cuidadosa, cortando-se parte do pedúnculo sem ferir os frutos; armazenamento em baixa temperatura (5 a 10°C); emprego de papel de difenil no acondicionamento dos frutos. (ROSSETTI 1980)

Na podridão parda, os tecidos de frutas cítricas maduras se tornam pardacentos, mas permanecem firmes ao tato. Essa moléstia é favorecida por períodos chuvosos muito longos, caso em que ocorre principalmente nos frutos da parte mais baixa da copa, onde a infecção se dá pelo fungo *Phytophthora citrophthora* ou *P. parasitica*, levado por respingos de chuva. Os frutos que caem, geralmente são atacados pelo fungo que vive no solo, e constituem um foco de infecção. Quando os frutos são colhidos sem que se observem ainda os sintomas da moléstia, podem infectar outros frutos no armazenamento (ROSSETTI 1980).

A podridão de *Alternaria* é observada nas frutas cítricas por mancha a princípio de cor parda escura que depois se torna preta. A penetração do fungo *Alternaria citri* pode se dar pela extremidade peduncular ou pela extremidade estilar dos frutos, mais comum no Brasil. O fungo ataca principalmente frutos enfraquecidos por outras cau-

sas e se desenvolve no interior dos frutos notadamente na columela central e tecidos adjacentes internos, que se tornam enegrecidos. Algumas medidas preventivas de controle são: evitar a permanência prolongada de frutos maduros na árvore; evitar temperaturas elevadas no armazenamento e eliminar frutos atacados diminuindo os focos de infecção (ROSSETTI 1980).

O fungo *Diplodia natalensis* é o agente causal da podridão negra. A infecção se inicia pela extremidade peduncular ou por ferimentos na fruta cítrica, se desenvolve no seu interior e, na parte externa, aparecem estrias enegrecidas. Essa moléstia causa o apodrecimento dos frutos e as medidas preventivas são as mesmas aconselhadas para a podridão peduncular. (ROSSETTI 1980).

As Normas brasileiras de classificação de frutas cítricas para exportação (CONCEX 1969) estabelecem que a percentagem máxima de podridão admitida em todas as espécies e classes de citros é de 2%, isto é, em cada lote de frutas, admite-se, em conjunto, o máximo de 2% de podridão, qualquer que seja a sua origem ou natureza. Admitem-se para todas as classes, frutas com podridões nas percentagens de tolerância máxima a seguir discriminadas: podridão peduncular 1%, podridão verde ou azul, por diplodia, por antracnose, amarga, por mosca ou mariposa - 1,5%, para cada uma delas, sendo que em cada lote o somatório máximo é de até 2%.

As medidas de controle de moléstias em frutas cítricas citadas por ROSSETTI (1980) consistem: no sistemático acompanhamento do calendário de pulverizações dos pomares; na eliminação dos frutos afetados, que agem como fonte de inóculo tanto nas plantas quanto em caixas de transporte e nas instalações para armazenamento; em evitar ferimentos durante a colheita e outras operações, mediante o uso de luvas e tesouras apropriadas; no transporte e acondicionamento dos

frutos em caixas adequadas; no armazenamento a temperaturas de 7 a 10°C em evitar condições que possam resultar em fermentos dos frutos e demora no transporte para os centros consumidores ou seja em todas as fases desde a colheita até o consumo, o manuseio deve ser cuidadoso para evitar qualquer tipo de dano mecânico.

O tratamento fitossanitário pós-colheita consiste em imergir as frutas cítricas, depois da lavagem, durante 2 a 5 minutos em uma solução fungicida. Os produtos aconselhados para essa operação devem ter características de baixa toxicidade para o homem e animais, e não alterar a cor, odor ou sabor dos frutos (ROSSETTI 1980). Há diversos fungicidas disponíveis e registrados que controlam em graus variáveis o desenvolvimento dos mofo e podridões das frutas cítricas armazenadas. Dois grupos de fungicidas são comumente utilizados: o dos fenóis, tais como o ortofenilfenato de sódio também conhecido pela sigla inglesa SOPP e o dos benzimidazoles tais como o benomyl (benlate), thiabendazole (tbz ou tecto), tiofanato metílico e carbendazin (WILD *et al.* 1977).

O benomyl tem demonstrado ser mais efetivo no controle das podridões das frutas cítricas do que o thiabendazole, quando os dois compostos são comparados em concentrações equivalentes (ECKERT 1978). O tratamento com o fungicida bifenil (difenil) é geralmente o último a ser efetuado antes do transporte das frutas cítricas destinadas ao mercado externo. Os citros são envolvidos em papel impregnado com o bifenil ou folhas duplas contendo o fungicida são colocadas no topo e parte de baixo das embalagens (ECKERT 1978). Os vapores de bifenil são fortes inibitórios do crescimento de *Penicillium* e *Diplodia* e é largamente utilizado pois controla a maioria das deteriorações microbianas das frutas cítricas, confere-lhes um odor indesejável que desprende da fruta e que desaparece em poucos dias após a remoção da atmosfera de bifenil (BROWN 1980; RAMANA *et al.* 1981).

2.3.3. Danos fisiológicos em frutas cítricas

2.3.3.1. Podridão estilar

A podridão estilar, também conhecida por mancha estilar, é um dano fisiológico que afeta as frutas cítricas, notadamente o li mão Taiti, para o qual é limitante. Na região estilar forma-se uma lesão que vai se estendendo tomando, eventualmente, uma grande parte do fruto, que fica inutilizado para o comércio (ROSSETTI 1980). Predomina nos frutos maduros e pode ocorrer antes da colheita; no inter valo entre a colheita e embalagem ou no transporte (CONOVER 1950). Esse autor comenta que a podridão estilar provavelmente cause as per das mais elevadas do que qualquer outro tipo de dano fisiológico que afete os frutos do limão Taiti e seu trabalho é um estudo das rela ções entre o desenvolvimento da podridão estilar, tamanho do fruto e teor de suco em lotes de frutas de diversas procedências.

Num dos experimentos, CONOVER (1950) verificou a relação entre o teor de suco dos frutos, numa faixa de 41 a 61%, e a incidên cia de podridão estilar sob diversas condições de estocagem. Essas condições foram: a) temperatura ambiente (24-32°C) e umidade relati va ambiente; b) temperatura ambiente e alta umidade (próxima a 100%); c) temperatura constante de 35°C e umidade ambiente e d) 35°C e alta umidade. Os dados evidenciaram que o aumento da temperatura e da umi dade resultaram em maior incidência de podridão estilar embora não tenha havido correlação entre a podridão estilar e a per centagem de suco.

Num outro experimento, CONOVER (1950), verificou se exis tia relação entre o tamanho do fruto (na faixa de 50 a 139 cm³) e a incidência de podridão estilar sob as diversas condições de estoca gem já mencionadas no experimento anterior. Os dados revelaram uma tendên cia de aumento na incidência de podridão estilar nos li

mões maiores e essa tendência foi mais evidente na temperatura e umidade elevadas.

PANTASTICO et al. (1966) estudaram os efeitos de métodos de manuseio e de temperaturas de armazenamento sobre a incidência da podridão estilar em limões Taiti. Os métodos de manuseio utilizados foram o extremamente cuidadoso, o normal e o mal manuseio e as observações foram feitas em relação a três períodos diferentes de colheita: pela manhã, ao meio dia e a tarde e também 24 horas após a colheita. Os limões foram mantidos durante 4 semanas a 10°C sendo então avaliados. A podridão estilar não foi observada nos frutos cuidadosamente e nem nos normalmente manuseados. Onde houve mal manuseio a incidência de podridão estilar foi de 22,5%, agravando-se após 24 horas, atingindo o valor de 25,4%. Foi constatado também o efeito do período de colheita, sendo que a ocorrência da podridão estilar foi cerca de cinco vezes superior nos frutos colhidos pela manhã em relação aos colhidos à tarde. Os autores verificaram que não houve influência da temperatura de armazenamento (0; 4; 10; 16 e 21°C) na incidência da podridão estilar em frutos normalmente manuseados. Foi também constatado que a incidência da podridão estilar apresenta-se crescente durante as fases de manuseio compreendidos entre a colheita e o descarregamento nos galpões de embalagem.

DAVENPORT et al. (1976) e DAVENPORT & CAMPBELL (1977b) demonstraram que a incidência da podridão estilar é influenciada pela maturidade do fruto em relação ao teor de suco. O número de frutos de limão Taiti afetados pela podridão estilar é próximo a zero nos frutos contendo 45% de suco ou menos. Houve um acentuado aumento para aproximadamente 35% de podridão estilar nos frutos contendo 50-55% de suco, porém, a incidência da podridão estilar decresceu para valor próximo a 23% nos frutos contendo 65% ou mais de suco. Neste experimento, os limões também foram colhidos às oito horas da manhã e submetidos ao tratamento com água quente.

A podridão estilar aparece mais frequentemente durante os meses quentes de verão, o que sugere que o calor possa realmente desempenhar um papel importante nesta incidência, fato esse demonstrado também por CONOVER (1950), pois altas temperaturas de armazenamento conduziram a níveis crescentes de podridão estilar. O calor pós-colheita acumulado no campo pode ser um dos principais fatores que contribuem para o desenvolvimento de podridão estilar no galpão de embalagem. Os níveis de podridão estilar em limões Taiti frescos, colhidos aproximadamente às oito da manhã, induzidos por três horas de aquecimento em banhos de água nas temperaturas constantes de 30 a 50°C foram crescentes (DAVENPORT et al. 1976 e DAVENPORT & CAMPBELL 1977b). Os autores verificaram que mesmo a 30°C houve pequena incidência de podridão estilar (7,5%) e esta aumentou com o aumento da temperatura, atingindo perdas próximas a 100% nas temperaturas de 50-55°C.

Se o fruto é colhido pela manhã quando a temperatura é mais amena e a pressão de turgescência é mais alta, é imperativo que o fruto permaneça resfriado. A percentagem de podridão estilar em limões Taiti com baixa pressão de turgescência (superior a 5kg de pressão de liberação de óleo da casca - RORP, uma medida da turgescência) após subsequentes três horas de incubação a 42°C foi de aproximadamente 1% comparada a aproximadamente 30% de podridão em frutos de elevada pressão de turgescência (aproximadamente 2kg de RORP, com penetrometro Maness-Taylor) (DAVENPORT et al. 1976).

Para se evitar o acúmulo de calor, são aconselhados o pré-resfriamento com água ou manutenção dos frutos à sombra. Os frutos com alta pressão de turgescência (colhidos em manhãs de dias quentes) devem ser temporariamente estocados até que a pressão de liberação de óleo da casca (RORP) seja superior a 5kg. DAVENPORT et al. (1976) também recomendam como medida preventiva à podridão estilar, um período de observação prévio à armazenagem de 24 horas, no qual se inicia

processo de evaporação da água do fruto (até aproximadamente 4% do peso do fruto).

Investigações realizadas por DAVENPORT & CAMPBELL (1977a) mostraram que a podridão estilar é um dano fisiológico que ocorre primariamente na polpa do limão Taiti e não em sua casca, como até então era descrita. O dano se origina através da ruptura das vesículas de suco na polpa do fruto, seguido por invasão do suco através do eixo central para a casca na extremidade estilar, o que caracteriza os sintomas externos - lesão de cor marrom clara, aquosa, geralmente na região que circunda a extremidade mamiforme na porção estilar do fruto - da podridão estilar. Os resultados de DAVENPORT & CAMPBELL (1977a) mostraram que a curva de titulação da acidez livre, extraída da casca de frutos de limão Taiti sadios, foi similar à curva de limões verdadeiros e outras frutas cítricas. Já a curva obtida para a casca de limões Taiti com sintomas de podridão estilar foi notavelmente similar à encontrada para o suco dos frutos com ou sem sintomas.

2.3.3.2. Baixas temperaturas

A conservação frigorífica, desde que bem conduzida, pode retardar os processos complexos que levam a senescência do fruto. Dessa forma, as perdas de peso pela transpiração são menores a baixas temperaturas e altas umidades relativas; as reações bioquímicas degradativas se dão a uma velocidade que se reduz a metade quando a temperatura de armazenamento abaixa 10°C; as menores perdas de peso pela transpiração fazem com que a casca seja mais resistente a alterações fisiológicas; a germinação de esporos e o crescimento dos micélios dos fungos responsáveis pelas podridões são menores quanto mais baixa for a temperatura. (CUQUERELLA *et al.* 1983).

Entretanto, para que esses objetivos sejam atingidos, cuidados especiais devem ser observados uma vez que cada produto hortifrutícola de origem tropical ou sub tropical apresenta uma temperatura de armazenagem crítica ou limite, abaixo da qual a refrigeração traz inconvenientes. O principal problema durante o armazenamento refrigerado das frutas cítricas é a ocorrência dos danos fisiológicos causados pelo frio.

Por ser um produto de origem tropical a sub tropical, quase todas as frutas cítricas são susceptíveis aos danos fisiológicos causados pelo frio (TING & ATTAWAY, 1971). NOGUEIRA (1979) cita que entre as espécies citrícolas, a lima é a que possui menor resistência às baixas temperaturas. Seguem-se, o limão, o pomei.

a laranja e a tangerina.

As baixas temperaturas de conservação, ainda que sendo superiores ao ponto de congelamento, podem causar danos pelo frio principalmente nas espécies citrícolas mais sensíveis como os pome-
los, limões e limas ácidas, com sintomatologia variada. As altera-
ções mais comuns são: depressão na casca, manchas marrons superfi-
ciais na casca dos frutos, membranose em limões (escurecimento das mem-
branas carpelares, somente observada ao se cortar o fruto) escureci-
mento do albedo (tecido branco, esponjoso). (CUQUERELLA *et al.* 1983)
Esses danos advindos de causas não patogênicas conduzem a perdas de
pós colheita das frutas cítricas pois reduzem seus valores econômi-
cos, face a má aparência, e seus valores nutricionais são alterados.
Além disso, o fruto afetado geralmente é também mais susceptível à
deterioração fúngica durante o período de armazenamento. (TING &
ATTAWAY, 1971).

A temperatura e o tempo de exposição são os fatores pri-
mários dos danos causados pelo frio. Para qualquer espécie sensível,
há um tempo mínimo para induzir a um dano irreversível (cujos sinto-
mas já se manifestaram fisicamente e não somente na forma de altera-
ções fisiológicas como na taxa respiratória ou na de produção de eti-
leno). Este tempo varia de dias a várias semanas, dependendo da fru-
ta e da temperatura. Se o período frio for interrompido, os sinto-
mas podem ser reduzidos ou eliminados (se não tiverem atingido ni-
vêis físicos). (COUEY 1982)

Além da temperatura, outros fatores que afetam a ocorrên-
cia do dano fisiológico causado pelo frio em frutas cítricas são a
época de colheita e a maturidade (RAMANA *et al.* 1981). As varieda-
des precoces e de meia estação são geralmente mais afetadas que as

tardias (TING & ATTAWAY 1971) e os frutos menos maduros são geralmente mais sensíveis ao frio do que os mais maduros. (CUQUERELLA *et al.* 1983).

WARDLAW (1933) cita em seu trabalho que a temperatura de 7°C é mais adequada para o armazenamento de limas ácidas do que a de 4,5°C - temperatura essa considerada mais adequada a outras espécies citrícolas. À 4,5°C, nas diversas variedades de limas ácidas estudadas, constatou-se um efeito negativo do frio manifestado na forma de lesões deprimidas na casca dos frutos. Esse dano fisiológico tornou os frutos inatrativos, principalmente os menos maduros que foram mais susceptíveis à baixa temperatura.

EAKS (1955) estudou os efeitos da temperatura e da duração do armazenamento na incidência de danos causados pelo frio e mudanças na coloração de limas ácidas. Os frutos foram armazenados à 4,5 e 13°C durante quatro semanas, seguido por um período complementar de duas semanas à 20-24,5°C.

Não houve incidência de lesões deprimidas na casca após as 4 semanas de armazenamento à 4,5°C ou seja logo após a remoção das frutas da refrigeração. Entretanto, após as duas semanas adicionais em temperatura ambiente, cerca de 30% dos frutos apresentaram-se lesionados. As lesões causadas pelo frio não foram observadas nos frutos mantidos à 13°C, porém, constatou-se o início do amarelecimento após duas a três semanas. Em outro experimento, EAKS (1955) determinou o efeito de um período de 3, 4, 5 e 6 semanas de armazenamento às temperaturas de 4,5 e 10°C na incidência e severidade das lesões superficiais nas limas ácidas. Os frutos foram avaliados ao final de cada período de estocagem e após 1 e 2 semanas à 20°C.

A incidência de lesões foi estreitamente associada ao armazenamento à baixa temperatura e a severidade dos danos aumentou com o aumento do período de exposição à essa temperatura. Após 3 semanas a 4,5°C seguidas por 1 ou 2 semanas à 20°C, as percentagens de frutos lesionados foram, respectivamente, de 1, 15 e 30%. Após 5 e 6 semanas à 4,5°C mais o período complementar de 1 e 2 semanas a 20°C, essas percentagens corresponderam à 12, 53 e 54% e à 36, 71 e 77%, respectivamente.

Esses dados mostram que houve manifestação dos sintomas dos danos causados por baixas temperaturas, após a remoção do armazenamento, ou seja, as lesões se tornaram mais evidentes e se intensificaram após a transferência para temperatura mais elevada e a percentagem de danos causados pelo frio foi crescente em relação ao tempo. Quando o período de exposição a baixa temperatura foi muito longo, como o que ocorreu após a 5^a semana a 4,5°C, os sintomas foram constatados mesmo em refrigeração. À 10°C, não foram observados quaisquer sintomas de danos causados pelo frio nas limas ácidas, mesmo após 6 semanas. Embora essa temperatura fosse adequada do ponto de vista da fisiologia do fruto, após 3 semanas à 10°C os frutos começaram a amarelecer - uma alteração indesejável, uma vez que o consumidor os preferem verdes. Em testes preliminares realizados visando evitar a degradação da clorofila, EAKS (1955) constatou que o recobrimento dos frutos com óleo mineral manteve a cor de suas cascas verdes durante 4 semanas à 10°C ou cerca de 3 semanas à 20°C.

EAKS (1955) concluiu em seu trabalho que o período de armazenamento de limas ácidas a 4,5°C (temperatura de armazenagem comercial) não deve exceder quatro semanas e mesmo assim sua utilização deve ser quase imediata pois durante o período simulado de comercialização houve perdas crescentes em relação ao tempo, devido as lesões

causadas pelo frio. O armazenamento em temperaturas mais elevadas é viável desde que se faça um tratamento que evite a degradação da clorofila.

EAKS (1961) armazenou limões da variedade Eureka colhidos no estágio verde-claro às temperaturas de 4, 13 e 24°C. Avaliações da qualidade da matéria-prima foram realizadas após 4, 8 e 12 semanas e após o 3º e 14º dia da transferência dos frutos refrigerados para a temperatura de 24°C. A aparência externa foi considerada boa para todos os frutos exceto nos mantidos 3 e 14 dias à 24°C e que foram previamente armazenados à 4°C durante 12 semanas. Nesses frutos, além da deterioração causada por *Penicillium* foram observados lesões deprimidas na superfície, aspecto opaco e escurecimento do cálice ("buttons"), indicando perda de vitalidade. Além disso, o aspecto interno desses frutos mostrou sinais de dano fisiológico na forma de membranose e deterioração patológica causada por *Alternaria*. Cerca de 25% dos frutos mantidos 14 dias à 24°C, pré-armazenados à 4°C durante 12 semanas apresentaram aparência translúcida e aquosa, quando cortados.

As polpas dos frutos sadios perderam somente uma pequena quantidade de ácido ascórbico enquanto a polpa de aparência translúcida e aquosa tinha perdido mais de 80% de seu teor de ácido ascórbico inicial, após manutenção dos frutos durante 14 dias à 24°C e armazenamento prévio de 12 semanas à 4°C.

EAKS (1961) também estudou os efeitos da manutenção contínua à 4; 13 e 24°C por períodos de 4, 8 e 12 semanas e da transferência dos limões pré-refrigerados para 24°C, onde permaneceram durante 3 e 14 dias, em relação a perda de peso. O autor verificou que após a transferência, a perda de peso dos frutos foi muito acentuada durante os três primeiros dias porém logo a seguir essa taxa traçou uma

paralela à taxa de perda de peso dos frutos mantidos continuamente à 24°C.

Nos limões mantidos durante 12 semanas à 4°C foi constatada a ocorrência de danos fisiológicos causados pelo frio e os vários sintomas (escurecimento interno, depressão nas casca, perda da semi-permeabilidade - resultando numa aparência translúcida e susceptibilidade à deterioração microbiana) se manifestaram após a remoção dos frutos para 24°C. O acentuado decréscimo no teor de ácido ascórbico desses frutos observado por EAKS (1961) foi associado aos sintomas de danos causados pelo frio como uma manifestação secundária.

EAKS & MASIAS (1965) armazenaram limão Galego nas temperaturas de 5; 7,5 e 10°C durante 4, 6, 8, 10 e 12 semanas. Os frutos foram avaliados quanto a qualidade logo após a remoção da refrigeração e após permanência de duas semanas à 20°C. Quando em baixa temperatura, os limões permaneceram em boas condições para comercialização até oito semanas tanto a 5; 7,5 como a 10°C. A partir de então se verificaram perdas, em função da deterioração e amarelecimento, notadamente após 12 semanas à 10°C. Entretanto, após o período complementar de duas semanas à 20°C, a percentagem de frutos comerciais se reduziu em função principalmente da perda de água do produto, favorecida pela baixa umidade relativa (50-60%), que conduziu a um enrugamento dos frutos.

Os sintomas de danos fisiológicos causados pelo frio foram constatados nos limões Galego armazenados a 5°C após 6 semanas e nos à 7,5°C após 8 semanas, seguidos por período complementar de 2 semanas à temperatura ambiente (20°C), isto é, os sintomas foram somente visualizados nos frutos após transferência para temperatura ambiente e permanência de 2 semanas e se intensificaram nos limões que foram mantidos por período mais prolongados naquelas temperaturas de

refrigeração. A manifestação dos sintomas foi evidenciada em menor tempo de armazenamento (6 semanas) quando a temperatura de refrigeração utilizada foi mais baixa (5°C). Entretanto, nos frutos avaliados imediatamente após a transferência das câmaras frigoríficas (tanto a 5 como a 7,5°C) não houve constatação de danos fisiológicos, mesmo depois de 8 semanas (EAKS & MASIAS 1965).

Num outro experimento, EAKS & MASIAS (1965) armazenaram os limões Galego, que haviam sido encerados de maneira convencional, às temperaturas de 5; 7,5 e 10°C durante 4 e 8 semanas. Após esses períodos de refrigeração, os frutos foram mantidos à 20°C durante uma semana. Os frutos removidos da refrigeração e mantidos em temperatura ambiente mostraram acentuados aumentos em seus teores de suco, exceto aqueles previamente mantidos à 5°C durante 8 semanas, declínio esse relacionado pelos autores como decorrente do dano fisiológico causado pelo frio. De maneira similar, a taxa de perda de peso nitidamente superior às demais observada nos frutos mantidos durante 8 semanas à 5°C, seguida por uma semana a 20°C, foi associada ao dano causado pelo frio.

PANTASTICO *et al.* (1966) conservaram limões Taiti às temperaturas de 0; 4; 10; 16 e 21°C durante quatro semanas. Os autores verificaram que houve influência da temperatura na retenção da cor verde da casca dos frutos, ou seja, quanto mais baixa a temperatura de armazenamento, por mais tempo a cor verde desejada foi mantida. Os valores extremos para cor, expressos em absorbância a 675 mμ (maiores valores de absorbância indicam cor verde escuro) foram de 71 nos frutos a 21°C e de 105, nos frutos à 0°C. Entretanto, às temperaturas de 0 e 4°C ocorreram danos metabólicos ocasionados pelo frio, alterando a atividade respiratória dos frutos. As temperaturas de armazenamento de 0 e de 4°C evitaram a degradação da cor

verde da casca porém promoveram danos fisiológicos causados pelo frio, evidenciados por depressões na casca. Temperaturas mais elevadas como 10, 16 ou 21°C causaram o amarelecimento dos frutos, progressivamente mais rápido com o aumento de temperatura, porém, sintomas de danos fisiológicos não foram observados. Na temperatura de 10°C, os autores sugerem o uso de um composto químico como a cinetina à 10 ppm, que retarda a mudança da coloração, em combinação com dupla imersão em solução de cera.

Em condições de 85% de umidade relativa e 14,5°C, temperatura considerada aquém da indutora de danos causados pelo frio, VANDERCOOK *et al.* (1966) estudaram o comportamento durante 15 semanas de limões procedentes da Califórnia, colhidos no estágio de maturidade-verde, bem desenvolvido e encerados de maneira tradicional. Nas sete primeiras semanas, os limões gradualmente perderam sua cor verde. Entre a 8ª e a 9ª semana eles estavam completamente amarelos e tinham perdido um pouco da turgidez. Da 12ª até a 15ª semana, a maioria dos limões estavam ainda comerciáveis porém estavam começando a amolecer e um número crescente de frutos estava apodrecendo, apresentavam escurecimento no cálice ou na superfície.

Os limões Taiti podem ser armazenados à 9-10°C e à 85 a 90% de umidade relativa durante 6 a 8 semanas; entretanto, a perda da cor verde se torna evidente após 3 a 4 semanas de armazenamento. Após 8 semanas de estocagem, frequentemente a cor da casca fica verde-amarelada. A cor verde, característica desejada comercialmente para essa lima ácida, é melhor retida à 4,5°C, porém as limas ácidas são sujeitas à ocorrência de lesões deprimidas na casca quando armazenadas a temperaturas abaixo de 7°C. Os sintomas de danos causados pelo frio são observados após a remoção dos frutos da refrigeração e sob condições extremas as depressões na casca podem coalescer e for-

mar manchas marrons de diversos tamanhos. As temperaturas recomendadas para os limões Galego são as mesmas que para o Taiti (9-10°C), embora a cor da casca mais comum no comércio do Galego seja a amarela. (LUTZ & HARDENBURG 1968).

PANTASTICO *et al.* (1968) investigaram os efeitos de tratamentos químicos e condições de armazenamento na incidência de sintomas de danos causados pelo frio em limões Taiti. Num dos experimentos, os frutos foram imersos duas vezes em soluções aquosas contendo 1, 10 e 100ppm de cinetina e a seguir encerados durante 1, 2 ou 3 vezes na cera "Flavorseal", antes do armazenamento à 4,5°C durante 4 semanas. O enceramento por si próprio bem como o acréscimo do número de vezes em que os frutos foram tratados, agravaram os sintomas dos danos pelo frio, sendo que as percentagens de frutos com lesões deprimidas na casca em relação à 0, 1, 2 e 3 vezes da aplicação da cera foram de 43,2; 51,0; 76,2 e 83,9%, respectivamente. Nos frutos não-encerados, o tratamento com 100ppm de cinetina reduziu a percentagem de frutos lesionados de 43,2 para 33,1%.

O fato observado por PANTASTICO *et al.* (1968) de que o enceramento agrava a incidência de lesões deprimidas na casca de limões Taiti contrasta diretamente com o trabalho de DAVIS & HARDING (1960) no qual os sintomas de danos causados pelo frio em pomelos "Marsh" foram acentuadamente reduzidos pelo enceramento com emulsões de polietileno. É provável que essa diferença de comportamento seja devida a espécie citrícola estudada pois em nossas observações preliminares se constatou a inadequação do "Flavorseal" para tratamento do limão Taiti, visto este causar danos na casca caracterizados por manchas escuras.

DAVIS & HARDING (1960) estudaram os efeitos de tratamentos com emulsões de polietileno na incidência de lesões deprimidas na

casca de pomelos Marsh. Os frutos foram imersos uma única vez nas emulsões, (duas formulações distintas, com 10% de sólidos) secos e armazenados durante 5 semanas a 4,5°C. As avaliações dos danos causados pelo frio e da deterioração foram realizados ao final do período de estocagem em refrigeração e novamente após sete dias a 21°C. Os danos pelo frio foram classificados em: leve - o total da área afetada entre 8 e 20mm de diâmetro; moderado - de 20 a 32 milímetros e severo - acima de 32mm.

A percentagem de frutos isentos de lesões foi mais elevada nos pomelos tratados do que nos não tratados, tanto na primeira época de avaliação como na segunda. Em outro experimento, os pomelos tratados ou não com a emulsão de polietileno foram armazenados a 0; 4,5; 10 e 21°C durante 6 semanas. As épocas de avaliação quanto a incidência de danos pelo frio e deterioração foram as mesmas, isto é, após refrigeração e após período de 7 dias à 21°C. Uma observação interessante foi a de que os frutos tratados e armazenados a 10°C mantiveram sua cor esverdeada-fresca, enquanto os pomelos não tratados apresentaram coloração laranja amarelado, típica de frutos armazenados a altas temperaturas. Embora a 21°C não houvesse incidência de lesões, os frutos não tratados e mesmo os tratados se tornaram enrugados e depreciados em sua aparência após cerca de 3 semanas. À 12°C, os pomelos com ou sem tratamento perderam, cada um deles, 11% de seu peso. As análises da composição química do suco dos frutos armazenados a 0; 4,5 e 10°C não mostraram diferenças devido ao tratamento com polietileno. Essas diferenças também não foram observadas na análise sensorial dos pomelos.

Em outro experimento em que é verificado o efeito da umidade relativa na incidência de danos causados pelo frio, PANTASTICO *et al.* (1968) armazenaram os limões Taiti durante 4 semanas à

4,5°C e em 50; 75 e 100% de umidade relativa. As percentagens de frutos com lesões deprimidas na casca foram de 97,6; 68,7 e 5,9% nos conservados respectivamente em 50; 75 e 100% de umidade relativa, evidenciando que os sintomas de danos pelo frio foram acentuadamente reduzidos à medida que se elevou a umidade da atmosfera de armazenagem.

PANTASTICO *et al.* (1968) também estudaram o efeito do vácuo parcial durante o armazenamento (conservação em atmosfera de pressão reduzida) na sensibilidade de limões ao frio. Os frutos foram armazenados durante 4 semanas a 4,5°C e com pressão atmosférica de 220 e 760mm de mercúrio. A percentagem de frutos com lesões deprimidas na casca sob condições de pressão reduzida foi nula enquanto que esta foi de 65,4% nos frutos conservados sob pressão atmosférica normal, ou seja, o vácuo parcial foi extremamente efetivo na redução dos sintomas de danos causados pelo frio nos limões.

As condições consideradas seguras por não induzirem a danos fisiológicos causados pelo frio durante o armazenamento de limões na Califórnia são temperaturas de 13-14°C e cerca de 85% de umidade relativa (EAKS 1969).

Enquanto os limões são consumidos com a casca amarela, o mercado americano demanda limas ácidas com a coloração da casca ainda verde. Tal fato resulta num paradoxo pois os frutos conservados a cerca de 5°C manterão sua cor verde, porém também apresentarão de pressões na casca, resultado do dano fisiológico causado pelo frio, se o período de armazenamento for superior a 4-5 semanas. Durante o armazenamento de limas ácidas à 10°C, não há incidência de sintomas de danos pelo frio, porém, o fruto começa a amarelecer após 2 a 3 semanas. Os resultados de EAKS (1969) evidenciam que se as limas ácidas forem armazenadas à 5°C, com o objetivo de manter a cor ver-

de da casca, o período de armazenamento não deve exceder 4 semanas. As percentagens de frutos com lesões deprimidas nas casca foram de 0,1, 12 e 36%, respectivamente, após manutenção durante 3, 4, 5 e 6 semanas à 5°C. Quando os frutos foram transferidos para 20°C, e mantidos durante 1 semana, esses valores se elevaram para 8, 15, 53 e 71% de frutos lesionados.

PRATELLA *et al.* (1969) comentam sobre os principais problemas na fase pós-colheita de frutas cítricas cultivadas na Itália. As variedades de laranja 'Moró' e 'Torocco' são altamente susceptíveis a danos causados pelo frio durante a armazenagem e por isso a temperatura recomendada é de aproximadamente 10°C. Já as variedades 'Ovale' e 'Valencia Late' são muito menos sensíveis e podem ser armazenadas a 5°C, enquanto a laranja 'Sanguinello' apresenta susceptibilidade intermediária e pode ser armazenada a cerca de 7°C. Os cultivares de limão 'Monachello' e 'Femminello di Capo d'Orlando' tem se mostrado sensíveis enquanto o 'Femminello di Siracusa' e 'Femminello S. Teresa' tem se mostrado mais resistentes aos danos causados pelo frio.

Em tangerinas italianas, os danos fisiológicos mais sérios que as afetam durante a armazenagem refrigerada são os causados pelo frio. A incidência dos danos pelo frio é diretamente relacionada a temperatura de armazenamento como se exemplifica a seguir. Após 70 dias de armazenamento às temperaturas de 3, 5 e 7°C, as percentagens de tangerinas afetadas por danos pelo frio foram de 30, 8 e 2%, respectivamente. Em pomelos italianos, a frequência de lesões deprimidas na casca dos frutos mantidos em diferentes temperaturas foram de: 82% à 7°C; 12,5% à 10°C e 8,7% à 13°C.

COHEN & SCHIFFMANN-NADEL (1978) estudaram as respostas fisiológicas de limões Eureka e Villa Franca colhidos em diferentes

estádios de maturidade (cor verde escura a amarela) durante o armazenamento a baixas temperaturas (2, 5, 8 e 14°C) por períodos de 2, 4, 8, 12, 16 e 20 semanas.

Os frutos foram tratados com ortofenilfenato de sódio a 0,5% e então recobertos com uma formulação de cera (emulsão-água) contendo thiabendazole a 0,4%. A umidade relativa durante o armazenamento foi de cerca de 88% e os parâmetros avaliados foram: mudanças na coloração, ocorrência de danos fisiológicos e podridões, perda de peso, composição química do suco e comportamento fisiológico dos frutos.

Os autores mostraram que quanto mais alta a temperatura de armazenamento, mais rápida foi a mudança de cor do verde (verde escuro = grau 1) para amarelo (grau 4). Entretanto, os frutos armazenados a 2 ou a 5°C não desenvolveram sua coloração completa durante as vinte semanas de armazenamento. Os frutos a 2 e a 5°C atingiram na 20^a semana, respectivamente, a coloração verde claro (grau 2) e verde amarelado (grau 3).

Os sintomas de danos causados pelo frio observados por COHEN & SCHIFFMANN-NADEL (1978) foram lesões deprimidas caracterizadas por manchas marrons na casca, de 0,5 a 2 centímetros de diâmetro, que algumas vezes coalesceram. A severidade desses sintomas foi mais intensa quanto mais baixa a temperatura e mais longo o período de estocagem. A incidência dos danos causados pelo frio foi também relacionada ao estágio de maturidade, determinado pela coloração do fruto na época da colheita: quanto mais maduro o fruto, menos susceptível ao dano pelo frio.

Na temperatura de 2°C houve uma pronunciada incidência de depressões na casca dos frutos, que resultou em subsequente desenvolvimento de bolores. Durante o armazenamento, as percentagens

de podridões foram mais elevadas e apareceram mais rapidamente nos frutos mantidos a 2 ou 5°C, muito provavelmente como resultado dos danos causados pelo frio, do que nas temperaturas de 8 e 14°C. Ademais, a maior percentagem de bolores que ocorreu durante a vida de prateleira (uma semana à 17°C) do fruto previamente armazenado a 2°C, foi decorrente às lesões deprimidas observadas durante o armazenamento refrigerado nessa temperatura. Durante o armazenamento a 5°C e posterior vida de prateleira houve predominância de podridões pedunculares. As percentagens de podridões observadas nos frutos em todas as temperaturas de armazenamento foram relativamente maiores nos frutos colhidos nos estádios mais maduros. (COHEN & SCHIFFMANN-NADEL 1978).

Nos frutos armazenados às diferentes temperaturas houve diferenças quanto as percentagens de suco, sólidos solúveis totais e acidez. A percentagem de suco e o teor de sólidos solúveis totais mostraram um aumento durante a estocagem dos frutos à 14 e 8°C, enquanto nos frutos armazenados a 5 e 2°C foram observados decréscimos. A percentagem de ácido cítrico aumentou nos frutos armazenados à 14°C e diminuíram acentuadamente nos armazenados às temperaturas entre 8 e 2°C. Os decréscimos na quantidade de suco, sólidos totais e acidez, observados a 5 e 2°C, foram relacionados aos danos fisiológicos que ocorreram nos frutos nessas baixas temperaturas.

Numa dada temperatura, a perda de peso durante o armazenamento foi menor, quanto mais pronunciada a cor do fruto na ocasião da colheita, por exemplo, a 14°C os frutos colhidos no estádio verde-claro e amarelo perderam, respectivamente., 24% e 17% de seus pesos, após 150 dias. (COHEN & SCHIFFMANN-NADEL 1978).

CUQUERELLA *et al.* (1983) recomendaram as temperaturas de armazenamento e tempos de conservação para limas ácidas e limões

'Fino' e 'Verna', considerando-se como limite para esse tempo quando as frutas atingissem 10% de perdas totais, ou seja, quando a somatória de perdas por transpiração, alterações fisiológicas e podridões fosse 10%. Nessas condições, as temperaturas e tempos recomendados foram de 9-10; 11-12 e 13-14°C e de 1,5-2,5; 3-4 e 4-5 meses, respectivamente, para limas ácidas, limões 'Fino' e 'Verna'.

CHALUTZ *et al.* (1985) compararam as respostas de diversas frutas cítricas (pomelos 'Marsh Seedless', laranjas 'Shamouti' e 'Valencia' e limão 'Eureka') a diferentes temperaturas de estocagem (2 a 17°C). Todas as frutas foram tratadas com 0,5% de solução de ortofenilfenato de sódio e enceradas com cera contendo polietileno em sua formulação. As frutas foram acondicionadas em caixas de papelão e armazenadas durante 12 semanas à diferentes temperaturas e 90% de umidade relativa. Após refrigeração, as frutas foram mantidas durante 2 semanas à 17°C e 85% de umidade relativa, período esse para simular as condições da vida de prateleira. A diferença na susceptibilidade aos danos causados pelo frio dos cultivares de frutas cítricas testadas foi expressiva, principalmente na faixa de temperatura de 2 a 8°C. Os pomelos e as laranjas 'Shamouti' apresentaram susceptibilidade mais alta as baixas temperaturas enquanto nos limões e nas laranjas Valência estas foram intermediárias e baixas, respectivamente. Na temperatura de armazenamento de 12°C, não houve incidência de danos causados pelo frio e a incidência de podridões foi relativamente baixa. À 17°C, embora não fossem constatados sintomas de danos pelo frio, a deterioração microbiana foi mais elevada do que a 12°C. Nos limões mantidos a 2°C a incidência de lesões deprimidas e subsequente desenvolvimento de podridões foram mais elevados nessa temperatura do que nas demais estudadas. Após 12 semanas à 2°C mais 2 semanas à 17°C, a percentagem de lesões deprimidas e podridões nos limões foi de apro

ximadamente 51%. Nas demais temperaturas - 4,6 e 8°C - essas porcentagens foram proporcionalmente menores e corresponderam à 30, 18 e 10% de incidência, respectivamente.

No trabalho de MC DONALD *et al.* (1985) foram determinados os efeitos do processo de desverdecimento, com ou sem etileno, na incidência de sintomas de danos causados pelo frio em limões 'Bearss' durante período de estocagem à baixa temperatura (21 dias à 1°C). Esse período foi necessário para qualificá-lo como um tratamento de quarentena contra a mosca das frutas, alternativo à fumigação, das frutas cítricas destinadas à exportação. Os limões foram tratados em pós-colheita com o fungicida benomyl a 600ppm, sendo a seguir desverdecidos sem injeção ou com 1ppm de etileno, numa câmara mantida à 15,5°C e com 80-92% de umidade relativa. O tempo de desverdecimento necessário para os frutos atingirem a cor amarela desejada, foi de 19 e 14 dias, respectivamente, para os limões sem e com etileno. Após o desverdecimento, os frutos foram lavados, tratados com 1000ppm de thiabendazole, encerados com a cera "Fresh Mark 3202" (cera à base de água) e embalados em caixas de papelão contendo uma folha impregnada com bifenil. As temperaturas de armazenamento foram de 1 e de 10°C e 80-92% de umidade relativa, sendo os limões mantidos nessas condições durante 21 dias e avaliados após esse período e após 7 e 14 dias à 21°C.

A incidência de limões afetados por danos, causados pelo frio foi muito maior nos frutos mantidos a 1°C (média de 6,2%) do que nos à 10°C (média de 0,1%). Após 14 dias a 21°C, nos frutos previamente mantidos à 10°C, a incidência de danos pelo frio foi pequena (1%), enquanto que nos pré-armazenados à 1°C, a incidência foi extremamente alta, atingindo 15%. Após 14 dias à 21°C, a média de frutos afetados por podridões, notadamente a cau-

sada pelo bolor verde, foi muito elevada (7,4%) nos frutos pré-ar¹mazenados à 1°C enquanto esta foi mínima (média de 0,7%) quando a temperatura foi de 10°C, de modo que os frutos que mostraram a maior percentagem de deterioração também mostraram a mais alta incidência de danos pelo frio. MC DONALD *et al.* (1985) concluíram que o método de desverdecimento não teve influência no desenvolvimento de sintomas de danos pelo frio e nem das podridões, ou seja, mesmo a manutenção dos limões por um período prolongado - 19 dias - em temperatura não indutora de danos - 15,5°C - previamente ao armazenamento à baixa temperatura, denominado tratamento pré-condicionador, não teve o efeito desejado de minimizar os danos causados pelo frio. O armazenamento à 1°C não se mostrou adequado para substituir a fumigação no tratamento de quarentena contra a mosca das frutas, por causa das precárias condições resultantes nos limões.

MC DONALD (1986) avaliou vários tratamentos em combinação com o processo de desverdecimento natural (0 ppm de etileno) e também com o desverdecimento com etileno (10ppm), que pudessem minimizar os efeitos do subsequente armazenamento em baixa temperatura no desenvolvimento dos sintomas de danos pelo frio. Os limões da variedade 'Bearss' foram tratados após a colheita com o fungicida benomyl a 600ppm (imersão durante 30 segundos) e desverdecidos sem etileno (processo natural) e com 10ppm de etileno, à 15,5°C e 80-92% de umidade relativa. Após o desverdecimento, os frutos foram novamente tratados com 600ppm de benomyl e submetidos as seguintes condições: 1) imersão durante 30 segundos em soluções contendo 2, 10 e 20% de óleo de falso açafraão mais 0,2% do espalhante adesivo Tween 80; 2) imersão durante 30 segundos em água mais 0,2% do espalhante, sem óleo; 3) imersão durante 30 se

gundos em água; 4) recobrimento com a cera "Fresh Wax 3202" e tratamento com 40% de CO₂, à 21°C durante 3 dias; 5) enceramento e manutenção durante 3 dias em atmosfera normal à 21°C; 6) envolto em filme flexível termosoldado e 7) somente encerado. Após os tratamentos, os limões foram armazenados durante 21 dias a 1 e 10°C e 80-92% de umidade relativa, sendo avaliados após remoção da refrigeração e aos 7 e 14 dias à 21°C.

Os resultados de MC DONALD (1986) mostraram que não houve incidência de danos causados pelo frio em limões desverdecidos naturalmente e armazenados à 10°C, em nenhuma das três épocas de avaliação. Entretanto, os frutos desverdecidos pelo mesmo método porém mantidos à 1°C mostraram percentagens de danos causados pelo frio de 0,1; 0,2 e 0,3%, respectivamente, após refrigeração, 7 e 14 dias. Para os limões desverdecidos com etileno e mantidos à 10°C, essas percentagens foram de 0,3; 0,6 e 1,3%, respectivamente e na temperatura de 1°C foram de 7,6; 14,7 e 18,4%, respectivamente, para após refrigeração, 7 e 14 dias, evidenciando uma significativa interação entre a temperatura de armazenamento e o método de desverdecimento na incidência de frutos afetados por danos pelo frio. Houve interação significativa entre estes dois fatores e a percentagem de deterioração microbiana somente na terceira avaliação, isto é, após 14 dias à 21°C. Nos limões sem etileno e armazenados a 10 e a 1°C as percentagens de deterioração foram de 1,7 e 5,8%, respectivamente. Nos frutos com etileno, posteriormente mantidos à 10 e à 1°C, essas percentagens foram de 1,3 e 14,2% salientando que nos frutos que foram mais afetados por danos pelo frio é que houve maior incidência de podridões.

Os sintomas de danos causados pelo frio predominaram nos limões tratados com 10% de óleo vegetal (7,5%) e nos tratados com

40% de CO₂ (7,5%), quando, os frutos foram avaliados após o período complementar de 14 dias à 21°C e período prévio de armazenamento à 1°C. As menores incidências de danos pelo frio foram observadas nos limões envoltos em filmes flexíveis (3,3%) e nos mantidos durante 3 dias à 21°C (2,8%), porém sem introdução de CO₂, sendo que nesses dois tratamentos as percentagens de deterioração, principalmente a causada pelo bolor verde, foram inferiores a 3%.

Os resultados do estudo de MC DONALD (1986) indicaram que os tratamentos que mostraram menor incidência de danos pelo frio também mostraram a menor percentagem de deterioração e que o envolvimento com filmes ou a manutenção durante 3 dias à 21°C, após o desverdecimento e enceramento dos frutos, minimizam os efeitos dos danos causados pelo frio à 1°C.

2.3.4. Emprego de recobrimentos

Um dos aspectos fundamentais, associado ao retardamento da deterioração de frutas cítricas refere-se à proteção do produto contra a excessiva perda de umidade com concomitante perda de peso e conseqüente enrugamento. Em frutos mantidos à temperatura elevada, sem tratamento protetor, pode ocorrer perda de peso numa taxa diária de 1 a 2%. A perda no peso, culminando com o enrugamento, é devida principalmente à desidratação porém a evaporação de óleos essenciais e o decréscimo no teor de sólidos durante o processo respiratório também assumem papéis relevantes. De modo geral, os frutos mais maduros mostraram menor decréscimo no peso enquanto os menos maduros perderam mais peso. Até 12-14% de perda de peso, os frutos não mostraram sinais de enrugamento porém além desse limite,

a desidratação teve efeitos marcantes na casca, depreciando a aparência do fruto e reduzindo sensivelmente seu valor comercial (WARDLAW 1933).

O emprego de recobrimentos para frutas cítricas visa conferir maior brilho e aparência mais atrativa, reduzir a perda de água e evitar o enrugamento do produto. Outras funções dos recobrimentos consistem em estabelecer uma barreira contra a contaminação microbiana e retardar a respiração das frutas (PAREDES - LÓPEZ et al. 1974b), uma vez que a fisiologia das mesmas é alterada, havendo abaixamento da concentração de oxigênio e elevação da concentração de gás carbônico (BEN-YEHOSHUA 1967).

As ceras podem também ser utilizadas como veículos para os fungicidas tais como o thiabendazole ou o benomyl, ou para os reguladores de crescimento como o 2,4-D e o ácido giberélico, embora esses compostos sejam menos efetivos nessas condições do que quando são aplicados em água (WAKS et al. 1985).

Por outro lado, os recobrimentos podem, algumas vezes, acelerar a deterioração da fruta por causar sabores estranhos e degradação interna, principalmente quando a fruta é exposta a altas temperaturas. (BEN-YEHOSHUA 1967). Assim sendo, a quantidade ótima de recobrimento a ser empregada deve dar brilho suficiente à fruta e minimizar a perda de peso, sem conduzir, entretanto, à ocorrência de sabor estranho (DAVIS & HOFMANN 1973).

Entre os compostos que servem de base para a elaboração de produtos empregados para o recobrimento de frutas podem ser citados a parafina, a cera de carnaúba, a cera de "candelilla" (*Euphorbia* sp.), cera de abelha, sisal, éster de sacarose, lecitina, o polietileno e o acetato de vinil (PAREDES-LÓPEZ et al. 1974b).

No preparo das formulações os compostos são combinados com óleos minerais ou vegetais, agentes emulsionantes com diversas concentrações de sólidos e tamanhos de partículas. A concentração de sólidos das emulsões oscila comumente entre 3 e 20%. Algumas vezes se adiciona a goma-laca na formulação do recobrimento visando promover maior brilho às frutas. Os produtos utilizados para recobrimento se apresentam como emulsões aquosas ou soluções em solventes altamente voláteis (PAREDES-LÓPEZ et al. 1974b).

DAVIS & SMOOT (1960) constataram uma acentuada redução na incidência de lesões na casca decorrentes de danos pelo frio em pomelos "Marsh" e laranjas "Pineapple" e "Valência", mediante o tratamento das frutas em emulsões de polietileno a 10% para pomelos e polietileno a 5% para as laranjas ou em emulsões aquosas de cera a 9% para ambas as espécies citrícolas, antes do armazenamento a baixas temperaturas.

LODH et al. (1963) investigaram os efeitos da temperatura, recobrimento com emulsões de cera, uso de fitohormônios e suas combinações na conservação pós-colheita de tangerinas "Nagpur" e "Darjeeling". As tangerinas "Nagpur" e "Darjeeling" recobertas com emulsões de cera mantiveram-se em condições de comercialização por 30 e 22 dias, respectivamente, à temperatura ambiente enquanto os controles permaneceram comercializáveis por somente 10 e 7 dias. À 4,5°C, a longevidade das frutas foi, respectivamente, 60 e 52 dias para as variedades "Nagpur" e "Darjeeling" tratados com cera e de 40 e 25 dias para seus respectivos controles. Nas tangerinas "Nagpur" mantidas em temperatura ambiente foram necessários 3 e 9 dias para que as frutas controle e enceradas, respectivamente, atingissem 5% de perda de peso

ou seja o enceramento das tangerinas triplicou o número de dias para que essas frutas atingissem o mesmo valor de perda de peso das tangerinas controle. Quando mantidas à baixa temperatura, as tangerinas não tratadas atingiram 5% de perda de peso no 9º dia enquanto as frutas enceradas no 27º dia. Os teores de açúcares redutores, sacarose e açúcares totais, relação açúcar/acidez e o pH do suco das tangerinas aumentaram enquanto o teor de vitamina C e acidez titulável diminuíram em relação aos valores iniciais durante o decorrer do armazenamento, independentemente se as frutas foram tratadas ou não. Não houve ocorrência de sabor estranho nas tangerinas em qualquer caso.

O efeito de diferentes recobrimentos na percentagem de perda de peso de limão Galego é mostrado no trabalho de EAKS & MASIAS (1965). Os frutos não encerados mantidos em condições ambientes (20°C e 50-60% de umidade relativa) perderam 18% de seu peso em 4 semanas enquanto os recobertos com cera para citros, emulsionável em água, perderam aproximadamente 14% de seu peso durante o mesmo período. Já em refrigeração (média das temperaturas de armazenagem de 5; 7,5 e 10°C), os frutos não encerados, após 12 semanas, perderam cerca de 14% de seu peso ao passo que os encerados perderam 9%, nas mesmas condições. Os autores também estudaram o efeito de diferentes temperaturas na taxa de perda de peso de limões encerados comercialmente e observaram que um aumento na temperatura de estocagem conduziu a um aumento na taxa de perda de peso. A perda de peso dos frutos após 4 semanas à 5; 7,5 e 10°C foi semelhante à perda ocorrida nos frutos mantidos a 20°C após uma semana, ou seja, cerca de 4%.

BEN-YEHOSHUA (1967) comparou os efeitos da emulsão conhecida por "Tag" (emulsão de polietileno e cera) com 3 emul-

sões de cera comercialmente utilizada em Israel ("Britex", "Zivdar" e "Flavorseal") aplicadas em laranjas "Shamouti" e "Valência". Testes sensoriais foram conduzidos visando detectar sabor estranho nas laranjas e quando mais do que um terço de uma amostra apresentava leve sabor estranho, a fruta era considerada não comestível. A vida de armazenagem se situou em 4 semanas nas laranjas não tratadas, 8 semanas nas enceradas com "Tag" e cerca de 6 semanas nas frutas cobertas pelas demais formulações de cera.

As diferenças mais importantes entre os tratamentos foram relacionadas ao sabor. Nenhum dos materiais de recobrimento utilizados afetou o sabor das laranjas durante as primeiras 4-6 semanas de armazenamento. Após 8 semanas à 20°C e 65-85% de umidade relativa, entretanto, as frutas enceradas com "Britex" ou "Zivdar" foram consideradas não comestíveis pelo painel de provadores. A aceleração na produção de sabor estranho, detectada nas frutas imersas nas formulações de "Britex" e "Zivdar", foram relacionadas às atmosferas internas das laranjas tratadas (menores concentrações de O₂ e maiores concentrações de CO₂), principalmente ao alto teor de gás carbônico. Por outro lado, as laranjas recobertas com "Tag" mantiveram-se durante 8 a 12 semanas sem quaisquer efeitos no sabor das frutas.

A espessura do recobrimento com a cera "Tag", quando determinada pelo número de vezes em que a fruta é imersa, afetou grandemente a resposta das laranjas. A fruta encerada com uma camada grossa apresentou sabor estranho, de maneira similar aos mantidos em atmosferas anaeróbicas, enquanto o recobrimento com uma camada demasiadamente fina não foi efetivo o suficiente para atingir as respostas desejadas. A taxa de perda de peso decresceu significativamente a medida que o número de vezes das aplicações aumen-

tou. A espessura do recobrimento também afetou marcadamente a atmosfera interna das frutas, principalmente o teor de oxigênio.

Os melhores resultados foram obtidos com a emulsão de "Tag" a 13%, aplicada por imersão.

O modo de ação do recobrimento é provavelmente relacionado a seu efeito na redução da permeabilidade da casca da fruta. A superioridade da cera "Tag" perante as demais se refere principalmente a seu efeito na taxa de perda de peso. Desde que cerca de 90% da perda de peso é devida à transpiração, o efeito de "Tag" no prolongamento da vida de armazenagem das laranjas pode ser relacionado à baixa permeabilidade deste recobrimento ao vapor d'água, que impede o secamento da casca. Realmente, a vida de armazenagem das laranjas é comumente limitada pela perda da aparência comercial da casca da fruta. O ressecamento da casca de laranja conduz a uma menor permeabilidade à difusão gasosa, que também pode ser relacionada a ocorrência de sabor estranho observado nas frutas tratadas com as demais ceras. Em baixas umidades (40-50%) e na faixa de temperatura de 23-31°C, as frutas encerasdas com "Britex" e "Zivdar" desenvolveram sabor estranho após 1 a 3 semanas enquanto as recobertas com "Tag" retiveram seu sabor natural e aparência fresca até a 3ª-6ª semana.

Embora o efeito de recobrimento na percentagem de deterioração não tenha sido objeto de estudo de BEN-YEHOSHUA (1967) não foram observados quaisquer sintomas de moléstias nas laranjas tratadas com os diversos recobrimentos. Ademais, se fosse o caso, a incidência de podridões poderia ser reduzida pela adição de um fungicida na emulsão.

DAVIS et al. (1967) estudaram as variações da composição gasosa interna de tangelos "Orlando", laranjas "Temple" e po-

melos "Marsh" em relação aos fatores: enceramento e temperatura de armazenamento.

Os autores verificaram que as concentrações de O_2 e CO_2 dessas frutas cítricas foram influenciadas por esses 2 fatores. Após 10 semanas a $0^\circ C$, a concentração de O_2 nos tangelos não encerados foi próxima a da atmosfera circundante ou seja foi de 20,2% de O_2 . O gás carbônico foi um pouco maior porém ainda inferior a 1%. Nas frutas enceradas, entretanto, os teores de O_2 e de CO_2 foram de 18,0 e 1,5%, respectivamente. Na temperatura de armazenamento mais elevada, isto é, à $10^\circ C$, as diferenças foram mais acentuadas. Nessas condições e após 10 semanas, os tangelos encerados apresentaram 16,5% de O_2 e 3,9% de CO_2 .

As laranjas e os pomelos foram similarmente afetados pelo enceramento e pela temperatura. Houve um leve aumento no teor de CO_2 e diminuição do teor de O_2 nas frutas enceradas, notadamente nas mantidas nas temperaturas mais elevadas.

BEN-YEHOSHUA et al. (1970) conservaram laranjas e limões tratados com "Tag", à $20^\circ C$ e 65-75% de umidade relativa, avaliando o período de armazenamento em função do sabor, firmeza e aparência das frutas. Dois parâmetros fisiológicos; a perda de peso e a concentração interna de oxigênio foram correlacionados com o período de armazenagem e com a quantidade de recobrimento remascescente nas frutas após a imersão na emulsão de "Tag".

A taxa de perda de peso e o teor de oxigênio diminuíram com o aumento da quantidade de cera presente nas frutas, propiciando a obtenção de maior período de conservação. Adicionalmente foi verificado que a taxa de perda de peso e a taxa de deterioração das frutas imersas na emulsão durante 30 segundos ou

20 minutos foram similares, fato esse que atesta que o tempo de imersão em cera não afeta esses parâmetros.

Detectou-se sabor estranho após 8 semanas de armazenagem. Desse modo, embora a emulsão de "Tag" tenha sido eficiente em reduzir a perda de peso em cerca de 50%, evidencia-se a necessidade de algumas precauções que evitem a possível ocorrência de sabor estranho após aplicações de recobrimentos em grande quantidade, principalmente em frutas armazenadas em condições de altas temperaturas.

SUBRAMANYAM et al. (1970) testaram diferentes formulações de recobrimentos à base de ceras vegetais e parafina em adição a fungicidas, com o intuito de prolongar o período de manutenção da qualidade de tangerinas "Coorg". Entre os parâmetros estudados incluíram-se a avaliação da deterioração causada por microrganismos, o teor de umidade da casca, a acidez, o teor de ácido ascórbico, sólidos solúveis totais e percentagem de suco das frutas. Sob armazenamento em condições ambientais (24-28°C e 68% de umidade relativa) os dados obtidos demonstraram que o teor de sólidos solúveis totais e a acidez foram menores em frutas recobertas com emulsões de ceras do que no controle. O teor de umidade da casca foi maior nas frutas enceradas do que nas não tratadas enquanto a percentagem de suco e o teor de ácido ascórbico não mostraram diferenças apreciáveis. Em refrigeração (5,5-7,0°C e 85-90% de umidade relativa) as tangerinas apresentaram o mesmo comportamento que as mantidas em temperaturas ambiente quanto a acidez, teor de umidade e de ácido ascórbico e percentagem de suco. Já o teor de sólidos solúveis totais ao invés de diminuir na fruta tratada, se manteve praticamente igual ao da tangerina controle.

DAVIS & HOFMANN (1973) compararam a eficácia de duas emulsões de polietileno com 2 tipos de ceras utilizadas comercialmente (do tipo solvente e à base de água) aplicadas em laranjas "Temple" e "Valência".

As frutas foram mantidas a 21°C e 88-92% de umidade relativa durante 3 semanas sendo que um grupo de laranjas foi armazenado à 4,5°C durante idêntico período seguido por 2 semanas adicionais à 21°C.

As laranjas "Temple" enceradas com quaisquer dos recobrimentos utilizados e mantidas a 21°C perderam peso em taxas similares, que se situaram ao redor de 8%. Comparativamente, as taxas de perda de peso das frutas controle foram mais elevadas e foram da ordem de 12%.

De maneira similar, não houve diferença entre os recobrimentos na taxa de perda de peso (aproximadamente 2,5%) logo após a remoção das frutas enceradas da refrigeração porém houve uma ligeira diferença em relação ao controle (3,7%). Esses dados evidenciam que o efeito do recobrimento em relação a perda de peso é mais notório quando as frutas são mantidas em temperatura mais elevada do que em refrigeração, nos quais os ganhos devido ao tratamento foram em torno de 4% no primeiro caso e de 1% no segundo.

A concentração interna de oxigênio foi mais baixa e a concentração de gás carbônico foi mais elevada nas laranjas recobertas por cera à base de água, mantidas à 21°C ou à 4,5°C, que também apresentaram os teores mais elevados de etanol e acetaldeído no suco dessas frutas.

O teor de etanol quadruplicou em relação ao controle nas frutas recobertas pelas emulsões aquosas de cera e mantidas à 4,5°C.

Em outro experimento, DAVIS & HOFMANN (1973) verificaram o efeito de recobrimentos múltiplos (número crescente de aplicações) com as ceras do tipo solvente e as formulações aquosas, nas laranjas "Valência" mantidas à 21°C durante uma semana. Embora à medida que se aumentasse sucessivamente o número de vezes da aplicação do recobrimento a taxa de perda de peso das frutas diminuísse, em contrapartida, os teores de etanol do suco aumentaram. Acompanhando a elevação do etanol, sabores estranhos foram percebidos nas frutas tratadas.

PAREDES-LÓPEZ & GARCIA (1973) utilizaram cera de "candelilla" (*Euphorbia* sp) em emulsão a 9% e "Tag" (14% de sólidos) em limões com o objetivo de prolongar o período de conservação em condições ambientais (17-20°C e 30-35% de umidade relativa). Os resultados obtidos demonstraram que a emulsão de "Tag" e a cera de "candelilla", triplicaram e duplicaram, respectivamente, os períodos de conservação dos limões, considerando como parâmetros de avaliação da qualidade, a ausência de manchas e a manutenção da umidade dos frutos.

LAKSHMINARAYANA et al. (1974) compararam a eficácia de emulsões aquosas de cera de "candelilla", "Tag" e "Flavorseal" em limas ácidas, laranjas e pomelos, em ensaios que visaram prolongar a longevidade e manter a qualidade dessas espécies citrícolas armazenadas à 20±2°C e 65-75% de umidade relativa. Em limas ácidas foi constatado após 45 dias de armazenamento, menor perda de peso em frutas recobertas com cera de "candelilla" (13%) em relação ao controle (19%). A emulsão de "Tag" e o "Flavorseal" também foram eficientes, reduzindo a perda de peso para 15,4 e 18,5%, respectivamente. Resultados semelhantes foram obtidos com laranjas armazenadas por 60 dias e pomelos conservados por 120 dias. Após

os diferentes períodos de armazenamento se verificou nítida superioridade quanto a percentagem de frutas comerciáveis assim como manutenção das características sensoriais nas frutas tratadas com cera.

PAREDES-LÓPEZ et al. (1974a) utilizaram emulsões aquosas contendo 10, 15 e 20% de cera de "candelilla" para o recobrimento de limas ácidas, comparando os seus efeitos na conservação das frutas à temperatura ambiente com os efeitos da cera comercial codificada por "T₁".

A perda de peso verificada em cada lote experimental e o número de frutas comerciáveis remanescentes no mesmo foram os indicadores que determinaram a eficiência dos tratamentos aplicados, visando o prolongamento do período de conservação, determinando-se o término dos ensaios quando da constatação de sabor estranho. Foram efetuadas análises químicas relativas ao pH, acidez e teor de ácido ascórbico.

A cera de "candelilla" a 15% e o produto comercial "T₁" a apresentaram resultados semelhantes quanto a perda de peso, caracterizando-se como os melhores tratamentos. Após 18 dias de armazenagem à 19-21°C e 62-87% de umidade relativa, a perda de peso das frutas tratadas com a "candelilla", que conferiu brilho atrativo, foi de 12,3% enquanto nessas mesmas condições as limas não tratadas perderam 20,4% de seu peso.

A principal alteração verificada durante o armazenamento foi o aumento no teor de ácido ascórbico nas frutas recobertas com ceras ao passo que a acidez e o pH do suco não sofreram alterações significativas.

AHMAD et al. (1979) estudaram os efeitos de duas con-

centrações de cera "Fruitex," (produto local do Paquistão) contendo 3 e 6% de sólidos totais e da "Fruitex" a 3% e o celofane como material de revestimento, respectivamente, em tangerinas "Feutrell's Early" e "Kinnow". A 1^a cultivar foi mantida em temperatura na faixa de 11 a 20°C e a 2^a na faixa de 18-30°C.

O enceramento, a despeito da concentração da cera utilizada (3 ou 6% de sólidos), reduziu a perda de peso de tangerinas "Feutrell's Early", quando comparado às frutas não tratadas durante o armazenamento de 5 semanas. Nas tangerinas "Kinnow" o recobrimento com cera e em 2º lugar o revestimento com celofane também diminuíram a perda de peso das frutas em relação às frutas controle na 5^a semana de armazenamento.

Não houve diferença entre os tratamentos na composição química das tangerinas. Em todas as frutas, a acidez e o teor de ácido ascórbico diminuíram e os açúcares e a relação açúcar/acidez aumentaram durante o armazenamento.

As frutas enceradas obtiveram melhores notas na avaliação sensorial e na aparência externa do que as frutas recobertas com celofane, porém, sabores estranhos foram detectados na fruta encerada após a 3^a semana de armazenamento. Os sabores estranhos resultaram em menores notas para o fator sabor e mesmo a redução na concentração da cera não pode controlá-los. Nenhum sabor estranho foi detectado na tangerina "Kinnow" não encerada mantida até 5 semanas em embalagem recoberta por celofane.

Em outro estudo com essas 2 tangerinas realizado por AHMAD et al. (1979), somente frutas enceradas com 3% de sólidos totais da cera "Fruitex" foram utilizadas e se comparou com outros revestimentos como papel manteiga, celofane e polietileno (30µ de

espessura). As tangerinas "Feutrell's Early" foram mantidas à 12-22°C enquanto as "Kinnow" foram mantidas à 23-36°C.

A perda de peso foi significativamente reduzida nas tangerinas "Kinnow" recobertas por polietileno (6,87%), seguidas pela fruta com "Fruitec" a 3% (7,78%), revestida por celofane (28,73%) e papel manteiga (34,46%). A perda máxima de peso foi observada nas frutas controle (não enceradas e recobertas por papel-jornal) e correspondeu a 37,90% na 4ª semana de armazenamento. Resultados similares foram obtidos com as tangerinas "Feutrell's Early".

A composição química das tangerinas não foi alterada em função dos tratamentos. Para as duas cultivares, a acidez decresceu durante o armazenamento. Não houve mudança no teor de ácido ascórbico de "Feutrell's Early" enquanto na "Kinnow" este diminuiu. Os teores de açúcares na "Feutrell's" aumentaram enquanto foi observado um decréscimo, associado à comparativamente mais elevada temperatura de armazenamento da tangerina "Kinnow".

Sabores estranhos nas tangerinas "Feutrell's Early" enceradas foram detectadas após 2 semanas enquanto nenhum sabor atípico foi detectado na fruta não encerada ou recoberta pelos outros materiais, mesmo na 5ª semana de armazenamento.

Nas tangerinas "Kinnow" enceradas o sabor estranho foi detectado mais cedo do que as "Feutrell's Early", ou seja, após 1 semana. Um dos fatores que os autores apontam para essa diferença foi a temperatura de conservação mais elevada das tangerinas "Kinnow". O problema de sabor estranho também não foi constatado nas tangerinas "Kinnow" não enceradas, cujas embalagens foram recobertas por outros materiais, porém as notas atribuídas à qualidade das frutas foram inferiores às da "Feutrell's", face a maior temperatura em que as "Kinnow" foram conservadas.

O enceramento reduziu a tal ponto a troca gasosa entre a fruta e a atmosfera de armazenamento levando a um aumento no teor de CO_2 e diminuição no teor de O_2 no tecido, que causou condições anaeróbicas.

FAROOQI et al. (1979a) revestiram tangerinas "Kinnow" com 6% da emulsão de cera "Fruitex." As frutas tratadas ou não foram acondicionadas em caixas de madeira cobertas por polietileno, papel manteiga, papel-jornal ou papel. As tangerinas foram armazenadas à 18-21°C durante 5 semanas e à 5-7°C durante 10 semanas.

A perda de peso foi significativamente reduzida em todas as amostras quando comparado as frutas controle. As tangerinas enceradas e recobertas por polietileno mantiveram o frescor durante o decorrer do armazenamento porém foram percebidas diferenças na análise sensorial das frutas. O polietileno não se mostrou um material adequado para recobrir as frutas enceradas porque nesse caso causou o desenvolvimento de sabor estranho. A combinação desses materiais, cera e polietileno, restringiram a respiração normal das frutas resultando em respiração anaeróbica. A restrição das trocas gasosas foi acentuada principalmente na temperatura de armazenamento mais elevada (18-21°C).

Para exame posterior do problema do sabor estranho nas tangerinas "Kinnow" enceradas, um outro experimento foi conduzido por FAROOQI et al. (1979b), usando outras faixas de temperatura como 10-16°C e 21-33°C. O sabor estranho foi detectado após duas semanas e cinco semanas durante o armazenamento às temperaturas de 21-33°C e 10-16°C, respectivamente, que confirmou os resultados preliminares já mencionados. Uma observação com outra cultivar, a laranja "Pineapple", demonstrou que nenhum sabor estranho foi detectado nas frutas enceradas e armazenadas à 12,5 - 20°C durante 5 semanas. Tal fato pode ser uma indicação que essa

cultivar é mais resistente em relação ao desenvolvimento de sabor estranho do que algumas cultivares de tangerina.

ALBRIGO et al. (1980) avaliaram os efeitos do enceramento simples e duplo com cera do tipo solvente em pomelos mantidos à 10-13,5°C durante 5 semanas acrescido de um período de 2 semanas a 21°C. Em pomelos submetidos ao enceramento simples, o brilho das frutas não foi mantido quando a perda de peso ultrapassou 5% do peso original. O enceramento duplo reduziu a perda de peso em cerca de 23% em relação ao enceramento simples.

CUQUERELLA et al. (1981) relatam os efeitos de diferentes ceras na fisiologia, perda de peso e deterioração de laranjas "Washington Navel" e "Valência" e tangerinas "Clementine".

As frutas foram previamente tratadas com uma solução à 0,5% de ortofenilfenato de sódio e submetidas às seguintes condições:

- a) controle - sem armazenamento refrigerado;
- b) cera do tipo solvente;
- c) emulsão aquosa de cera, com 4% de polietileno;
- d) emulsão aquosa de cera, com 6% de polietileno;
- e) emulsão aquosa de cera, com 6% de carnaúba.

A seguir, as tangerinas "Clementine" foram armazenadas à 4-5°C e 85% de umidade relativa durante 8 e 13 semanas. As laranjas "Valência" e "Navel" foram mantidas à 2-3°C e 85% de umidade relativa, sendo o período de armazenamento das primeiras de 15 semanas e das segundas de 4 e de 10 semanas. As condições posteriores de transporte e de comercialização foram de 7 dias à 18°C e de 3 dias à 24°C seguida por uma semana à 18°C, respectivamente, para as tangerinas e laranjas. Foram avaliados as percentagens de perda de peso, danos fisiológicos e deterioração microbiana

composição da atmosfera interna (concentrações de CO_2 , O_2 e etileno) e ocorrência de sabor estranho. Foram determinados os teores de sólidos solúveis, a acidez e os componentes voláteis (etanol, acetaldeído e outros) do suco.

Em tangerinas, os tratamentos com cera não afetaram a perda de peso durante o armazenamento refrigerado e nem durante o transporte e comercialização. O teor de etanol foi mais elevado nas frutas enceradas com formulação contendo 6% de polietileno e o sabor estranho foi detectado nessas tangerinas após 13 semanas de refrigeração. As relações sólidos/acidez mostraram um aumento gradual durante o decorrer do estudo sendo que os tratamentos com cera não afetaram esse comportamento.

Em laranjas Navel, as formulações aquosas de cera foram as mais efetivas na redução de perda de peso durante o armazenamento (4 semanas à $2-3^\circ\text{C}$) e durante o transporte e a comercialização (3 dias à 24°C mais 1 semana à 18°C). Não houve diferença significativa entre os frutos controle e os tratados com cera do tipo solvente. Nas laranjas Valência, os frutos recobertos com cera do tipo solvente e emulsões aquosas diferiram do controle nas duas épocas de avaliação. Nas duas variedades de laranja estudadas, o tratamento mais efetivo em relação a perda de peso foi a emulsão contendo 4% de polietileno.

Os teores mais elevados de etanol foram encontrados nas laranjas tratadas com emulsões aquosas de cera. Quando esses valores foram superiores a $140\text{mg}/100\text{mL}$ de suco, foi detectado sabor estranho nas frutas.

Uma desvantagem associada ao enceramento é a modificação das concentrações internas de CO_2 e O_2 nas frutas tratadas, que pode alterar o metabolismo geral da fruta. Neste trabalho, as

emulsões aquosas de cera sempre tiveram tal efeito nas concentrações internas de gases, aumentando o teor de CO₂ e abaixando o teor de O₂ nas frutas tratadas. Este aumento foi relacionado à produção de etileno, aumento de compostos voláteis e desenvolvimento de sabor estranho. É provável que as concentrações de polietileno e de carnaúba utilizados na composição dessas ceras atuassem como barreiras as trocas gasosas entre as atmosferas externa e interna das frutas.

O índice de maturidade (relação sólidos/acidez) das laranjas aumentou durante o armazenamento, sendo que este acrêscimo foi mais acentuado durante o período de comercialização nas frutas enceradas.

CUQUERELLA et al. (1981) concluem em seu trabalho que o uso de emulsões aquosas de cera durante o armazenamento refrigerado de laranjas não somente tiveram um efeito benéfico na redução do murchamento das frutas como também apresentaram um efeito negativo pois induziram ao desenvolvimento de sabor estranho, principalmente durante o armazenamento por longo período.

Os efeitos de 2 emulsões de cera, "Britex 561" e "Seal Britex-65" foram comparadas com o uso de revestimento de celofane por FAROOQI et al. (1981). Laranjas "Valência" e tangerinas "Kinnow" foram armazenadas à 5-7°C enquanto as tangerinas "Kinnow" e "Feutrell's Early", laranjas "Pineapple" e pomelo "Marsh" foram mantidos à temperatura ambiente (13-23°C). Como em seus trabalhos prévios, essas ceras reduziram significativamente a perda de peso e mantiveram a aparência externa das frutas. Além disso, independente da temperatura, essas ceras adicionaram lustro à fruta quando comparada à não encerada. Nenhum efeito significativo nas avaliações químicas foi registrado sendo que o teor de ácido as-

côrbico e a acidez diminuíram e os açúcares aumentaram durante o armazenamento.

PASSAM & BLUNDEN (1982) estudaram os efeitos de tratamentos com emulsões aquosas da cera "Stafresh 301", contendo 3, 7,5 e 15% de sólidos, na manutenção da qualidade de limas ácidas "West Indian" (Galego) sob condições ambientes de Trinidad. Os parâmetros avaliados foram a percentagem de perda de peso e mudanças na coloração da casca de acordo com um critério de notas de 0 a 4 no qual o zero correspondeu a frutos com a cor verde escura, com menos do que 5% da superfície amarela e a nota 4 a mais de 75% da superfície amarela.

Os frutos controle perderam 11,2% de peso fresco após 9 dias da colheita e a coloração dos frutos se apresentou com mais de 50% de cor amarela após três dias da colheita. No 13º dia todos os frutos controle mostravam mais de 75% de amarelamento da casca (nota igual a 4), sendo então descartados. A imersão dos frutos nas emulsões aquosas de "Stafresh" contendo 3; 7,5 ou 15% de sólidos antes do armazenamento não afetou significativamente a taxa de perda de peso, embora a taxa de amarelecimento fosse significativamente reduzida.

Enquanto os frutos controle atingiram a nota 4 em 13 dias, os períodos de armazenamento para os frutos encerados com 3 e 15% atingirem a referida nota foram de 22 e 24 dias, respectivamente.

Visando a manutenção da qualidade pós-colheita de melões, SINGH et al (1982) utilizaram vários compostos, entre os quais se incluiu uma cera a 12%.

Os resultados demonstraram que a perda de peso dos frutos armazenados à temperatura ambiente (34°C e 20-30% de umi-

dade relativa) aumentou gradativa e progressivamente durante o período de conservação, demonstrando ser o tratamento com cera o mais eficiente para minimizá-la. A menor perda de peso evidenciada por melões submetidos a esses tratamentos foi atribuída como consequência da formação na superfície dos frutos de uma fina camada cerosa que impediu a perda de água e adicionalmente interrompeu as trocas gasosas, reduzindo conseqüentemente a taxa de respiração.

Foi também observado valor relativamente baixo no teor de sólidos solúveis totais em frutos encerados em comparação a outros tratamentos, resultado explicado como decorrência da lenta conversão de amido e outros polissacarídeos em açúcares solúveis. Atribuiu-se essa lenta conversão aos efeitos das ceras em reduzirem a taxa de respiração, retardarem a evolução do etileno endógeno e minimizarem a atividade enzimática, processos que alterados, retardaram o processo de maturação.

O uso de recobrimentos concorreu ainda para reduzir a deterioração microbiana dos frutos.

BHULLAR (1983) testou o efeito de ceras emulsionáveis (3 e 6%), fungicidas e fitoreguladores no armazenamento de limões "Kagzi" à temperatura ambiente (21-35°C). Utilizou-se como indicadores da eficácia dos produtos, a perda de peso fisiológica, os conteúdos de suco e de ácido ascórbico, a acidez titulável, o teor de sólidos solúveis totais, e quantidade de açúcares totais após 20, 30 e 40 dias de conservação.

Após o período de máximo armazenamento, a menor perda de peso (15,09%) foi observada em frutos tratados com cera emulsionável a 3%. Atribuiu-se a redução da perda de peso dos frutos recobertos com ceras, a uma possível ação desses produtos na re-

tardação na transpiração devido à oclusão de estômatos e lentice-
las.

A maior percentagem de suco foi também obtida em fru-
tos tratados com emulsões de ceras a 3%. Em todos os tratamentos
o teor de sólidos solúveis totais e os açúcares totais aumentaram
durante o armazenamento enquanto a acidez e o teor de ácido as-
córbico decresceram. Os frutos controle apresentaram um decrésci-
mo menos acentuado em relação ao conteúdo de ácido ascórbico.

SINGH et al. (1984) conduziram um ensaio para determi-
nar as possíveis ações benéficas do uso de embalagens de polieti-
leno e recobrimento com ceras na conservação de goiabas a 16,7 -
21,1°C e 47 - 67% de umidade relativa.

Verificou-se em relação ao controle que o uso de ce-
ras reduziu a perda de peso e o teor de sólidos solúveis totais,
elevou o nível de acidez e a quantidade de ácido ascórbico, ini-
biu o desenvolvimento da cor amarela da casca e concorreu para a
manutenção da firmeza das frutas.

A redução da perda de peso foi atribuída a possibili-
dade de emulsões de cera minimizarem a perda de umidade das fru-
tas. As alterações no teor de sólidos solúveis totais e a acidez,
bem como o efeito inibidor da cera no desenvolvimento da cor fo-
ram explicados como decorrentes da ação retardadora do recobrimen-
to no processo de maturação. A maior retenção de ácido ascórbico
encontrada em frutos encerados, contrastando com o baixo teor re-
manescente nos frutos controle deveu-se ao fato, destas últimas
terem permanecido expostas diretamente ao ar.

SMITH & STOW (1984) trataram maçãs "Cox's Orange Pip-
pin" com um recobrimento conhecido por "Prolong", contendo em sua
formulação ésteres de sacarose. O modo de ação do "Prolong" consis-

te na criação de uma barreira seletivamente permeável que mantém uma atmosfera interna tal que preserva a fruta e também reduz a perda de água e minimiza a ocorrência de danos causados por baixas temperaturas. Essas características podem ser então utilizadas na armazenagem e para manutenção da qualidade da fruta durante o período de comercialização.

As maçãs foram tratadas com "Prolong" à 1, 2, 3 e 4% e mantidas à 3,5; 10 e 18°C durante 21 dias. As avaliações foram efetuadas em intervalos semanais e os parâmetros de qualidade avaliados foram: mudanças na coloração das frutas, expressa em reflectância; firmeza; perda de peso, concentrações internas de O_2 e CO_2 , teor de etanol e danos internos nas maçãs.

Os resultados mostraram que a aplicação do "Prolong" teve um efeito acentuado nas atmosferas internas das maçãs. Ao se aumentar a concentração do "Prolong" e a temperatura de armazenamento foram observadas aumentos nos níveis de gás carbônico e decréscimo nos de oxigênio.

Embora não houvesse alteração na reflectância devido aos tratamentos nas frutas mantidas à 3,5°C, houve um efeito marcante do "Prolong" na redução da taxa de amarelecimento das maçãs mantidas à 18°C. Nas concentrações de "Prolong" inferiores à 3%, este efeito benéfico foi pouco pronunciado.

O aumento nas concentrações do "Prolong" resultou em frutos progressivamente mais firmes. Por exemplo, a maçã tratada com 4% e mantida a 18°C se equiparou à firmeza da fruta - controle à 3,5°C.

A aplicação do "Prolong" significativamente reduziu a perda de peso das frutas, principalmente à 18°C. Entretanto, os valores absolutos foram elevados e após 14 dias à 18°C e 21 dias

ã 10°C, todas as maçãs mostravam enrugamento.

Essa característica limitou a vida de armazenamento perante os outros atributos como a manutenção da firmeza e da coloração.

O "Prolong" não causou acúmulo no teor de etanol das maçãs e nem induziu a danos fisiológicos ou patológicos.

Os objetivos do trabalho de WAKS et al. (1985) foram determinar os efeitos das ceras, comumente utilizadas na indústria citrícola em Israel, no desenvolvimento de bolores, podridão peduncular e interna durante o armazenamento refrigerado de pomelos "Marsh Seedless" e laranjas "Shamouti" e "Valência".

As frutas foram tratadas com 0,5% de ortofenilfenato de sódio e enceradas com 3 tipos diversos de cera contendo polietileno e uma cera natural, sem polietileno (17% de matéria seca em cada formulação de cera).

Em todas as cultivares estudadas a incidência de bolores foi mais baixa nas frutas enceradas do que nas não-enceradas. Já as incidências de podridões peduncular e interna, contrariamente, foram mais elevadas nas frutas enceradas e nesse caso, os autores sugerem que possam estar relacionadas à mudanças na composição da atmosfera interna das frutas tratadas.

2.3.5. Emprego de filmes plásticos flexíveis

O uso de envoltórios de filmes plásticos flexíveis prolonga a vida de armazenagem de frutas cítricas pois seu principal efeito é na redução da perda de umidade (peso) do produto. Comparativamente, o fruto envolto pelo filme plástico é mais firme, mais suculento e com aparência mais atraente do que o fruto sem envoltório porque há menor perda de peso, enrugamento, senescência e deformação do fruto. (ALBRIGO & ISMAIL, 1984)

O modo de ação do filme plástico em retardar a senescência e manutenção da firmeza das frutas cítricas se fundamenta na provisão de uma atmosfera saturada em água, que alivia o stress de água. (BEN-YEHOSHUA et al. 1983)

ALBRIGO & ISMAIL (1984) mencionam outras vantagens do uso de filmes plásticos como a redução da necessidade de refrigeração durante o armazenamento e transporte; a redução da recontaminação por moléstias no caso dos frutos serem envoltos individualmente (esse sistema impede o contacto de frutos deteriorados que porventura possam ocorrer com os frutos sadios do mesmo lote) bem como a vantagem de ser um substituto das ceras no controle da perda de peso.

Outro efeito desejável e importante do uso da embalagem plástica diz respeito ao retardamento do desenvolvimento da coloração ou seja, evitando a degradação da clorofila em determinadas frutas cítricas como pomelos e limões.

Limões não embalados em filme plástico sobreamadureceram e desenvolveram uma coloração amarela amarronzada durante 2-6 meses de armazenamento à 14°C enquanto que os limões envoltos em polietileno de alta densidade, de 10 micra de espes-

sura, se apresentaram com a coloração amarela após 10 meses à 14°C, e tiveram uma vida de prateleira de cerca de 2 semanas. (BEN-YEHOSHUA et al. 1979)

Os filmes plásticos a serem utilizados devem reter a transpiração de citros devido a suas propriedades de baixa permeabilidade ao vapor d'água porém não devem impedir completamente o processo de respiração dos frutos de modo a conduzir a anaerobiose. Desse modo devem ser selecionados filmes que sejam permeáveis à maioria dos gases, incluindo o gás carbônico e oxigênio. A exemplo do que ocorre com as ceras, se um plástico impedir a passagem do oxigênio, o fruto respirará anaerobicamente, produzindo alcóois e outras substâncias que causam sabor estranho e o tornam um produto inaceitável.

O trabalho de HAYWARD et alii (1961) salienta a importância da ventilação na redução da deterioração microbiana de laranjas "Hamlin" e "Pineapple" conservadas em sacos de polietileno. Esses autores observaram que a deterioração de laranjas foi reduzida com o aumento do número de perfurações (8, 32, 64, 72 e 100 furos de 0,6 cm de diâmetro) efetuadas nesses envoltórios. Entretanto, como a relação entre a deterioração e o número de furos não foi linear e tendo sido observado um benefício muito pequeno na faixa de 72 para 100 furos por envoltório e acrescentado ao fato da resistência do material da embalagem diminuir proporcionalmente ao aumento de furos, os autores puderam concluir que o número de perfurações deve ser de 72. Esse número de furos nos envoltórios de polietileno, além de reduzir a deterioração das laranjas, obedeceu uma boa relação entre a ventilação adequada e a resistência do material.

VINES & OBERBACHER (1961) ressaltam que a ventilação

também se torna um fator importante quando se utiliza filmes de polietileno de espessura de 38 micra para a conservação de frutas cítricas. Nessas condições para laranjas "Pineapple", pelo menos 4 a 8 furos de 0,5 cm de diâmetro são necessários de modo a impedir o acúmulo de gás carbônico no interior da embalagem.

GRIERSON (1969) revisando a adequação de embalagens para frutas cítricas, constatou que as frutas embaladas em sacos de polietileno de baixa densidade apresentaram maiores incidências de deterioração do que as frutas-contrôle, devido à condensação de umidade no interior das embalagens.

BEN-YEHOSHUA (1978) estudou os efeitos da embalagem individualizada com filme de polietileno de alta densidade, de 10 micra de espessura, na manutenção da qualidade de diversas frutas cítricas (laranjas "Shamouti" e "Valencia", pomelo "Marsh" e limão "Eureka").

As frutas embaladas por este sistema perderam 3 a 5 vezes menos peso do que as frutas contrôle. Além disso, as frutas mantiveram suas firmezas e aparências frescas por um período 2 a 3 vezes maior do que as frutas contrôle.

Comparada a refrigeração (temperatura ótima de conservação para cada fruta cítrica estudada), o envolvimento com o polietileno também mostrou vantagens em relação a menor perda de peso e maior firmeza. Em pomelos embalados em polietileno mantidos à 20°C, a perda de peso foi de 1,1% após 2 meses enquanto após igual período à 10°C e não embalados em polietileno, os frutos perderam 2,3% de seus pesos. Após 4 meses à 20°C, os pomelos envoltos em polietileno se apresentavam firmes a elásticos enquanto os mantidos à 10°C e sem polietileno, se apresentavam elásticos e moles.

Outro aspecto do retardamento da senescência da frta em que o envolvimento com polietileno teve efeito foi no desenvolvimento retardado da coloração de pomelos e limões.

Os benefícios advindos do uso da embalagem de polietileno foram relacionados a dois fatores principais: redução efetiva na taxa de transpiração e não interferência no sabor da fruta. BEN YEHOSHUA (1978) ressalta que com outros filmes plásticos flexíveis às vezes ocorre o desenvolvimento de sabor estranho e a fruta se torna impalatável, principalmente se esta é mantida em condições ambientes, e que em seu estudo tal fato não ocorreu, provavelmente devido às adequadas propriedades de permeabilidade do filme utilizado.

Nos limões, a taxa de podridões nos frutos embalados em polietileno geralmente foi mais baixa do que nos frutos não embalados porém a moléstia predominante foi a podridão peduncular enquanto nos frutos-controle a causa principal da deterioração foi a incidência de mofos. O autor atribuiu a maior incidência de podridão peduncular em limões envoltos em polietileno ao aumento da temperatura no interior da embalagem e o melhor desenvolvimento do agente causal em microatmosfera saturada de água.

KAWADA & ALBRIGO (1979) compararam o efeito da embalagem em saco de polietileno de baixa densidade, de 15µ de espessura e da cobertura com filme de PVC na manutenção da qualidade de pomelos armazenados durante 5 semanas à 10°C, seguidas por 3 semanas à 21°C. As notas atribuídas a coloração da casca das frutas foram: 1-amarelo esverdeado, 2-amarelo claro, 3-amarelo escuro, 4-amarelo alaranjado e 5-alaranjado claro e para o brilho da casca foram: 1-opaco, 3-moderado e 5-brilhante.

Os autores observaram que o uso de filmes plásticos significativamente reduziram a perda de peso dos pomelos. Enquanto os frutos-contrôle haviam perdido 5,5% de seu peso ao final do período de armazenamento, quando se usou a cobertura de PVC essa perda foi de 2,2%. Perda ainda menor (0,9%) foi constatada nos pomelos embalados em polietileno. Esses dados demonstraram então uma redução da perda de peso à metade e em um sexto, respectivamente, com a utilização do PVC e do polietileno.

A embalagem de polietileno também mostrou vantagem significativa em relação ao retardamento da coloração da casca dos pomelos (cor amarelo escuro) enquanto os cobertos com PVC e os controle apresentaram cor amarelo alaranjado.

Quanto ao brilho da casca, os pomelos envoltos em polietileno também mostraram bons resultados pois o brilho foi mais acentuado do que nas frutas cobertas com PVC ou nas frutas controle.

Outra vantagem do uso do filme de polietileno foi a redução da incidência de deterioração (podridão peduncular), talvez pelo fato da condensação de umidade ter ocorrido somente na parte de fora e não internamente nos envoltórios de polietileno. Enquanto os pomelos envoltos em polietileno apresentaram 3,3% de deterioração, as frutas com PVC e as controle apresentaram 10,0 e 23,3%, respectivamente.

ALBRIGO et al. (1981) conduziram uma série de testes de transporte de pomelos para o Japão. As frutas foram encerradas com uma emulsão aquosa de cera e submetidas as seguintes condições: a) embaladas em sacos de polietileno de baixa densidade, de 15 micra de espessura; b) embaladas em sacos de PVC, de 25 micra de espessura; c, d) tratadas com emulsão de polie-

tileno (26 e 42% de sólidos); e) tratadas com o antitranspirante "Vapor Gard" e f) controle-somente encerado.

Somente as frutas embaladas em polietileno e tratadas com "Vapor Gard" apresentaram perdas de peso inferiores aos pomelos-contrôle durante 5 semanas de armazenamento à 13°C. Entretanto, os tratamentos com o antitranspirante demonstraram uma séria desvantagem, ou seja, os pomelos se apresentaram com o aspecto pegajoso.

A embalagem de polietileno também mostrou benefícios na manutenção da firmeza, brilho e na redução da deformação das frutas.

Independentemente dos tratamentos a que foram submetidos, os pomelos apresentaram alta incidência de deterioração, atingindo uma média de 20% após 10-11 semanas de armazenamento.

BEN-YEHOSHUA et al. (1981) compararam a utilização de um filme de polietileno de alta densidade de 10 micra de espessura, para frutas cítricas mantidas em temperatura ambiente com o armazenamento convencional (2°C para laranjas "Valência"; 8°C para laranjas "Shamouti", 10°C para pomelos e 14°C para limões).

A embalagem de polietileno reduziu a perda de peso em todas as frutas cítricas estudadas, mais acentuadamente do que somente a refrigeração. O polietileno também manteve a firmeza das frutas durante mais tempo do que as não embaladas em filme e mantidas em baixas temperaturas. Outra vantagem demonstrada pelo uso do polietileno foi a manutenção da aparência mais fresca das frutas embaladas e mantidas à 20°C. Exemplificando, os limões não acondicionados em polietileno se tornaram moles e murchos após 2 a 4 meses e suas cascas estavam quebradiças após

6 a 8 meses de armazenamento refrigerado (14°C e 85% de umidade relativa). Nos limões em polietileno e à 20°C , o murchamento foi evitado e os frutos se mantiveram frescos por um período maior. Não foram observados perda de sabor ou desenvolvimento de sabor estranho durante pelo menos os 2 primeiros meses de estocagem.

Nos limões mantidos à 17°C durante 4 meses houve maior incidência de deterioração do que à 14°C por igual período. Essa diferença foi significativa para os frutos embalados em polietileno, nos quais a deterioração foi de 10,1% no 1º caso e de 5,9% no 2º. A população de patógenos também foi afetada pelo uso de envoltórios de polietileno. Nos frutos embalados e mantidos à 17°C houve maior incidência de podridão peduncular e menor incidência de bolores verde e azul do que nos frutos não embalados em plástico. Ao se comparar os frutos envoltos ou não em polietileno e mantidos na mesma temperatura não se encontrou diferenças nas percentagens totais de deterioração.

MARTINEZ-JÁVEGA et al. (1981) estudaram os efeitos de embalagens individuais de PVC na manutenção da qualidade de laranjas "Valência" e "Navel". Os tratamentos consistiram em: a) sem e com enceramento com a cera "Stafresh" (somente para laranjas "Valência"); b) armazenamento refrigerado ($2-3^{\circ}\text{C}$ e 85-90% de umidade relativa) e comercialização sem e com filme de PVC de 16 micra de espessura e armazenamento refrigerado sem embalagem plástica e comercialização com filme; c) sem armazenamento refrigerado. Os períodos de armazenamento para as laranjas "Navel" foram de 5 e 10 semanas e das "Valência" foram de 10 e 15 semanas. O período de transporte e comercialização foi de 3 dias à 24°C , seguidos por 1 semana à 18°C .

A perda de peso das laranjas mantidas à 2-3°C foi significativamente reduzida pelo uso da embalagem de PVC. Esta redução em relação ao controle foi de 53 e 62% nas laranjas "Valência" e "Navel", respectivamente. Considerando somente a perda de peso, o potencial da vida de armazenagem refrigerada foi duplicada pelo uso da embalagem de PVC.

A perda de peso após o transporte e comercialização foi também significativamente reduzida pelo uso da embalagem de PVC.

Não houve diferença entre a taxa de deterioração das laranjas embaladas e não embaladas em PVC.

A relação brix/acidez aumentou durante o armazenamento refrigerado e também durante o transporte e comercialização.

As laranjas "Navel" embaladas em PVC e armazenadas à 2-3°C durante 10 semanas apresentaram uma relação brix/acidez menor do que as não embaladas.

Os teores de etanol e acetaldeído no suco foram similares nas laranjas embaladas ou não em PVC. As laranjas embaladas no filme plástico se apresentaram mais firmes do que as não embaladas. O PVC não afetou o sabor das laranjas.

TUGWELL & GILLESPIE (1981) compararam a vida de armazenagem de frutas cítricas embaladas em filme de polietileno de alta densidade e mantidas à temperatura ambiente com frutas não embaladas em filme e armazenadas nas condições ótimas de refrigeração (12, 10 e 5°C para limões e pomelos, laranjas "Navel" e tangerinas "Ellendale").

As laranjas embaladas em polietileno perderam somen

te 3% de seu peso durante 10 semanas à temperatura ambiente, com parada a 7% de perda nas frutas sem filme, mantidas 10 semanas à 10°C.

As taxas de perda de acidez foram similares nas laranjas com ou sem polietileno e nos níveis de açúcares não foram afetados pelo método de armazenamento.

A perda de peso das tangerinas não embaladas em polietileno e armazenadas em refrigeração foi o dobro das frutas embaladas em filme e armazenadas em temperatura ambiente.

A tangerina embalada em plástico mantida à temperatura ambiente perdeu acidez numa taxa muito mais rápida do que a tangerina não embalada, mantida à 5°C.

A vida de armazenagem de pomelos não envoltos em filme mantidos à 12°C foi limitada pela perda de peso. A fruta não embalada perdeu 0,5% de peso por semana, enquanto a perda de peso foi de 0,2% por semana nos pomelos em filme e mantidos à temperatura ambiente.

A acidez total dos pomelos, embalados em filme ou não, decresceram rapidamente durante o armazenamento.

A vida de armazenagem dos limões mantidos à 12°C e sem embalagem de polietileno foi de 16 semanas, limitada pela excessiva perda de peso além deste período. Já nos limões em polietileno e armazenados a temperatura ambiente a vida de armazenagem foi de 12 semanas condicionadas pelas perdas devido a podridão peduncular. Os limões não embalados em filme plástico perderam 0,8% de seu peso por semana enquanto os limões com filme apresentaram uma perda semanal de somente 0,3%. A acidez total dos limões permaneceu similar durante a estocagem tanto nos fru

tos mantidos à 12°C sem polietileno como nos frutos com filme e mantidos à temperatura ambiente.

HALE et al., (1982) realizaram testes durante transportes comerciais para Europa para avaliar a efetividade de um filme plástico termo-encolhível na manutenção da qualidade de pomelos da Flórida. As frutas foram tratadas nas seguintes condições: a) enceradas com "Flavorseal" (cera do tipo solvente) e embaladas no filme plástico; b) não enceradas e embaladas no filme plástico e c) controle-enceradas e não embaladas em filme. A duração do período de transporte foi de 18 dias, durante o qual as frutas foram mantidas à 15,5°C. Após o transporte, um lote de frutas foi conservado à 21°C durante 3 semanas e outro lote à 15,5°C durante 3 semanas mais 1 semana à 21°C.

A perda total de peso das frutas transportadas e mantidas 3 semanas à 21°C apresentou diferenças significativas devido ao tratamento. Nos pomelos encerados e envoltos em filme essa perda foi de 1,7%, comparada a 2,2% para as frutas não enceradas e embaladas em filme e a 10,8% nas frutas controle.

As perdas totais de peso das frutas transportadas e posteriormente mantidas 3 semanas à 15,5°C mais 1 semana à 21°C também foram estatisticamente diferentes. Essas perdas foram de 1,5, 1,9 e 10,6%, respectivamente para os pomelos com cera e em plástico, sem cera e em plástico e com cera e sem plástico.

A maior incidência de deterioração (13,3%) ocorreu nos pomelos encerados e envoltos em plástico, posteriormente mantidos 3 semanas à 21°C enquanto a menor deterioração (2,1%) ocorreu nas frutas controle somente enceradas, mantidas nas mesmas condições.

Embora a deterioração tenha se desenvolvido, os envoltórios plásticos se constituíram numa barreira que evitou a disseminação das moléstias para outras frutas sadias no mesmo 'container'.

Não foram observadas diferenças no teor de sólidos acidez, pH ou percentagem de suco, devido ao enceramento ou embalagem plástica.

A determinação dos teores de etanol e de acetaldeído mostraram que estes foram mais elevados nos pomelos encerados e embalados em plástico e tal fato foi associado à ocorrência de sabor estranho detectado pelos provadores nessas frutas. Os provadores não encontraram diferença no sabor e nem manifestaram uma preferência por pomelos não encerados e envoltos por filme ou os contrôles (somente encerados). Em face desses resultados os autores recomendam o uso de filmes plásticos para frutas não enceradas pois nesse caso se promoveu a redução da perda de peso dos pomelos aliada à manutenção das características originais de firmeza, qualidade e sabor.

HALE et al. (1983a) estudaram os efeitos do envolvimento de limões "Bearss", cultivados na Flórida em filmes plásticos termo-encolhíveis, na manutenção da qualidade dos frutos armazenados durante 2 semanas à 10°C seguido por 1 semana à 21°C e durante o armazenamento à 21°C durante 3 semanas. Os frutos foram submetidos aos seguintes tratamentos: a) encerados com "Flavorseal" e embalados com filme; b) encerados e não embalados; c) não encerados e envoltos pelo filme e d) não encerados e não envoltos.

Após 3 semanas, a percentagem de perda de peso foi pelo menos 2 a 3 vezes maior nos frutos não embalados em filme

plástico do que os envoltos (encerados ou não), nas duas condições de armazenamento. O limão encerado e não envolto em plástico, nas duas condições de armazenamento, mostrou menor perda de peso do que o fruto não encerado e não envolto.

As perdas de peso totais dos frutos mantidos a 10°C foram menores do que 1,0% para os limões embalados em plástico (encerados ou não encerados) comparada a 1,9 e 3,2%, respectivamente, para limões não embalados e encerados e não embalados e não encerados.

As perdas de peso totais dos frutos mantidos a 21°C também foram menores do que 1,0% para os limões envoltos pelo filme (encerados ou não encerados). Os limões não embalados e encerados e os sem filme plástico e sem cera perderam, respectivamente, 2,5 e 3,2% de seus pesos, após as três semanas.

Os limões envoltos em filme plástico apresentaram maior incidência de deterioração, tanto os frutos encerados como os sem cera. A podridão predominante foi a causada pelo mofo verde, embora o envoltório tenha impedido a disseminação dos esporos do fungo para outras frutas.

Após 3 semanas de armazenamento, todos os limões embalados em filme nas 2 condições de estocagem estavam firmes. Os frutos encerados e não envoltos por filme estavam medianamente firmes enquanto os não encerados e não envoltos estavam medianamente moles a medianamente firmes.

Os tratamentos tiveram pouca influência na concentração de etanol e de acetaldeído do suco. Esses compostos tenderam a se acumularem quando o fornecimento de O₂ foi inadequado para a respiração normal. A concentração mais elevada de etanol foi determinada nos frutos encerados, porém o envolvimento com filme

plástico não teve efeito aparente nos níveis de etanol dos frutos.

Não foram observadas diferenças no teor de sólidos, acidez, pH ou percentagem de suco dos limões, atribuídos ao envolvimento em filme plástico ou enceramento.

HALE et al. (1983b) determinaram os efeitos fisiológicos na qualidade de pomelos, encerados e não-encerados com "Flavorseal" (cera do tipo solvente) embalados em filme plástico termo-encolhível e mantidos às seguintes condições: a) armazenamento a 10°C durante 12 semanas; b) pré-condicionamento à 15,5°C durante 1 semana seguido por armazenamento à 1°C durante 11 semanas; c) pré-condicionamento à 15,5°C durante 1 semana seguido por armazenamentos à 1°C durante 3 semanas e a 10°C durante 8 semanas e d) armazenamento à 1°C durante 12 semanas.

Após a remoção da estocagem, todas as frutas foram mantidas durante 1 semana adicional à 21°C, para simular as condições de comercialização, e então avaliadas quanto a perda de peso, firmeza, coloração e determinações dos teores de etanol e acetaldeído do suco, sólidos solúveis, acidez titulável, pH e percentagem de suco foram efetuadas.

Somente dois tratamentos mostraram a percentagem de deterioração próxima ao nível de 3%, considerado como limitante para o armazenamento prolongado de pomelos. Estas foram as frutas-contrôle (não encerados e não embalados em filme plástico) mantidas à 10°C e as frutas não enceradas e embaladas em filme, pré-condicionadas à 15,5°C e armazenadas à 1 e 10°C, cujas percentagens de deterioração foram de 3,1%, para ambos. No 2º caso (embalagem em filme plástico) as frutas perderam cerca de cinco vezes menos peso (0,9 versus 5,1%), estavam firmes, (14,6 versus

13,7 libras) e mostraram substancialmente menor teor de etanol (33,7 versus 45,1 mg/100 ml de suco), comparando com as frutas contrôle mantidas à 10°C.

As frutas em todos os tratamentos e temperaturas in tensificaram a coloração amarela durante o armazenamento. Não foram observadas diferenças no teor de sólidos, acidez, pH ou percentagem de suco, devido a tratamentos ou temperaturas de ar mazenamento.

PURVIS (1983) estudou os efeitos de filmes plásticos termo encolhíveis de diferentes espessuras (21, 27 e 40 μ) e da temperatura de estocagem na deterioração fisiológica de pomelos 'Marsh'. Os tratamentos consistiram em: a) frutos encerados com cera do tipo solvente; b) frutos envoltos em filme plástico e c) frutos-contrôle (sem plástico ou cera). Foram determinadas as taxas de perda de peso e respiratória e efetuadas análises do teor de ácido ascórbido, graus Brix, acidez total e teor de eta nol.

Os frutos-contrôle e os frutos encerados perderam 5% de seus pesos iniciais após 23 e 42 dias, respectivamente, de armazenamento à 21°C e 85 a 95% de umidade relativa. Contrastando, seriam necessários 300 dias de armazenamento à 21°C para os pomelos envoltos por plástico atingirem a referida perda de peso, considerando uma relação linear durante o período de estoca gem.

Após armazenamento de 82 dias à 21°C, os frutos encerados e os frutos em filme plástico apresentaram percentagens de suco levemente mais elevadas do que os não encerados e sem filme enquanto os frutos-contrôle apresentaram teor de ácido as córbico levemente mais elevado embora não diferissem estatísti-

camente dos outros tratamentos. Somente os frutos embalados com filme de 40 μ de espessura apresentaram grau Brix ligeiramente mais elevado do que os demais tratamentos. O nível de acidez total tendeu a ser mais baixo no fruto com plástico do que no encerado ou não encerado. Como consequência, a relação sólidos/acidez de pomelos com plástico tendeu a ser ligeiramente mais elevada, porém não diferiu significativamente em relação ao fruto não embalado em plástico (encerado ou não). Não foram observados quaisquer sabores estranhos no suco dos frutos mantidos em plástico e armazenados à 21°C.

Quando a temperatura de armazenamento se elevou para 28°C, a perda de peso dos pomelos embalados em filme plástico também aumentou porém foi insignificante comparada à perda de frutos não encerados ou com cera.

O teor de etanol foi consideravelmente maior no suco dos frutos armazenados à 28°C do que no suco de frutos armazenados à temperaturas inferiores à essa. Os níveis de etanol foram similares nos frutos não encerados e embalados em filme de 27 micra de espessura e nos frutos não envoltos em filme e não encerados.

ECKERT et al. (1984) trataram limões (coloração da casca amarela) com uma formulação da cera "Stafresh" e inocularam esporos de *Penicillium digitatum* (mofo verde), *Penicillium italicum* (mofo azul) ou *Geotricum candidum* nos frutos. Metade do lote de limões foi envolta por filme plástico termo-encolhível e metade do lote não foi embalada. Todos os limões foram mantidos à 20°C e 90-95% de umidade relativa e a taxa de deterioração foi avaliada após 14 dias.

Em outro grupo de limões se avaliou a perda de peso e o desenvolvimento de podridão peduncular causada por Alternaria durante um período de 115 dias de armazenamento à 20°C. De maneira similar, metade do lote de frutos foi embalada em plástico e metade não o foi. Neste estudo, a cera utilizada continha em sua formulação o fungicida thiabendazole (3 g/litro).

Foram constatados menores incidências de mofo azuis e verdes nos limões embalados em plástico, quando comparados aos frutos não envoltos. A embalagem de filme flexível teve pequena influência, entretanto, no desenvolvimento da podridão azeda, causada por *Geotrichum candidum*.

Os envoltórios plásticos reduziram grandemente a perda de peso dos frutos. A perda de peso, após 115 dias à 20°C, foi de 28% nos limões não embalados e de somente 5% nos frutos envoltos em filme plástico.

A taxa de incidência da podridão peduncular causada por Alternaria foi crescente em relação ao período de estocagem porém se desenvolveu numa taxa significativamente menor nos limões embalados em plástico do que nos não embalados. Após 16 semanas, essas taxas foram de, respectivamente, 72 e 56% de frutos infectados com Alternaria.

SHARKEY & PEGGIE (1984) investigaram os efeitos de diferentes teores de umidade na qualidade de limões "Lisboa" mantidos à 10°C durante 10 semanas. Os frutos foram colhidos no estágio de coloração verde-prateado e foram colocados em bandejas de poliestireno cobertas por 1 ou 2 camadas de filme de polietileno de baixa densidade, de 20 micra de espessura. Os filmes eram perfurados (furos de 0,5 cm de diâmetro/10 cm² de filme) para obter condições de umidade relativa ambiente ao redor dos

frutos de 90-94% e de 95-99%, respectivamente, para 1 e 2 camadas de filme.

Numa das bandejas, se obteve condições de baixa umidade (77-83% de umidade relativa) pela inclusão de 50 gramas de cloreto de cálcio por kg de fruto nas bandejas cobertas por uma única camada de filme de polietileno perfurado.

Após o armazenamento refrigerado, as bandejas foram abertas e mantidas a 20°C e 60-70% de umidade relativa durante 7 dias, para simular a comercialização.

Os limões apresentaram percentagens crescentes de perda de peso durante as 10 semanas de armazenamento a 10°C à medida que a umidade relativa diminuiu. Após o período de manutenção em temperatura ambiente, os limões previamente mantidos em alta umidade estavam significativamente mais firmes e possuíam a casca e o cálice mais frescos do que os frutos mantidos à 90-94% de umidade relativa (1 camada de filme, ou seja, 20 micra de espessura). Os limões mantidos à 77-83% de umidade relativa estavam moles e enrugados após o armazenamento refrigerado.

O armazenamento em alta umidade (2 camadas de filme totalizando 40 micra de espessura) significativamente retardou o desverdecimento da casca, isto é, a perda de clorofila, comparada as demais condições de umidade. Não foi observada, entretanto, nenhuma alteração nos índices de maturação: peso do suco, acidez e relação sólidos solúveis/acidez dos limões.

A taxa de deterioração se situou ao redor de 9,8% em todas as faixas de umidade utilizadas. À 95-99% de umidade relativa, os limões apresentaram menor incidência de podridão do que os mantidos em umidades mais baixas.

GILFILLAN (1985) submeteu laranjas "Navel" e "Valência" e pomelos "Marsh" as seguintes condições: a) embalagem de maneira convencional e transporte refrigerado (4,5°C para laranjas e 11°C para pomelos); b) embalagem convencional e transporte em temperatura ambiente (só para as laranjas); c) embalagem em polietileno de baixa densidade e transporte refrigerado e d) embalagem em polietileno de baixa densidade e transporte em temperatura ambiente (só para as laranjas). A duração do transporte marítimo (África do Sul para a Inglaterra) foi de cerca de 30 dias. As frutas foram avaliadas quanto a percentagem de deterioração e os agentes causais envolvidos em 4 ocasiões: 1) logo após o descarregamento do navio; 2) após 3 semanas à temperatura ambiente; 3) após 4 semanas de armazenamento refrigerado seguidas por 2 semanas à temperatura ambiente e 4) após 8 semanas de armazenamento refrigerado seguidas por 2 semanas à temperatura ambiente.

As frutas transportadas sem refrigeração (à temperatura ambiente) apresentaram maior incidência de deterioração do que as transportadas em baixa temperatura. Houve também maior incidência de deterioração nas frutas embaladas em polietileno, principalmente as transportadas à temperatura ambiente. As taxas de deterioração notadamente das laranjas "Navel" e pomelos embalados em polietileno, aumentaram com o aumento do tempo de avaliação. Houve uma alteração evidente na população dos fungos promotores de deterioração nas embalagens de polietileno pois nesse caso foram isolados a *Diplodia natalensis* e *Alternaria citri*, agentes das podridões pedunculares enquanto que nas frutas embaladas de maneira convencional predominou a ocorrência de bolores.

O envoltório de filme de polietileno isolou completamente a fruta que havia se deteriorado, ou seja, não houve contaminação na fruta sadia adjacente.

GILFILLAN & PINER (1985) compararam, em laranjas "Valência", a eficácia de sistemas de embalagem com 2 tipos de filmes de polietileno: de baixa densidade (foram utilizadas as espessuras de 12,5 e 15 micra) e de alta densidade (filme opaco, de 10 μ de espessura) e o controle-enceramento das frutas em emulsão aquosa de "Citrashine", seguido por acondicionamento convencional.

As laranjas foram inicialmente mantidos durante 10 dias à temperatura ambiente (período 1-utilizado na África do Sul, para simular o tempo necessário para as frutas chegarem até o porto) seguindo-se 4 semanas à 4,5°C ou à temperatura ambiente (período 2-transporte em 2 diferentes temperaturas) complementadas por 8 semanas à temperatura ambiente (período 3-simulado, entre o descarregamento do navio e a comercialização).

Avaliações da perda de peso, amolecimento e coloração das frutas bem como análises químicas (sólidos solúveis totais e acidez total) foram efetuadas nos 3 períodos.

A fruta embalada em filme plástico manteve seu peso e permaneceu firme quando transportada à 4,5°C. A fruta não embalada perdeu peso e amoleceu progressivamente durante os vários estágios de transporte e manuseio. Houve uma grande diferença entre a fruta embalada em filme flexível (perda de peso cerca de 7 vezes menor) e a fruta controle (encerada), cuja perda foi de 20,8% após o 3º período, porém, não houve diferença acentuada entre os tipos de filmes (perdas de peso de 2,9 e 3,5%, respectivamente, no polietileno de baixa e alta densidade).

As diferenças foram mais pronunciadas quando as laranjas foram transportadas à temperatura ambiente. A perda de peso da fruta embalada em polietileno de alta densidade foi maior (6,4%) do que a fruta embalada em polietileno de baixa densidade (2,9%). A fruta controle perdeu 28,7% de seu peso original após o 3º período.

Comparativamente, as frutas embaladas em polietileno de alta densidade e mantidas à temperatura ambiente perderam substancialmente menos peso (6,4%) do que as frutas-contrôle mantidas à 4,5°C (20,8%), após o 3º período, isto é, entre o descarregamento do navio e a comercialização. Nessa ocasião, as frutas-contrôle, haviam se deteriorado e se apresentavam não-comerciáveis.

As frutas embaladas em polietileno de alta ou baixa densidade e mantidas à temperatura ambiente não amoleceram enquanto um certo grau de amolecimento foi constatado nas frutas-contrôle à 4,5°C.

A composição química do suco de laranja expressa em percentagem de suco e teor de sólidos solúveis totais não foi afetada pela embalagem, ou seja, não diferiram das frutas-contrôle. A acidez, entretanto, da fruta embalada nos filmes foi levemente mais baixa (cerca de 0,15%) do que a fruta encerada e embalada de maneira convencional, após o transporte. Não houve diferença entre os filmes ou entre as temperaturas de transporte, quanto a acidez.

O desenvolvimento da coloração da fruta não foi afetado pelo uso dos filmes.

SHARKEY et al. (1985) armazenaram limões "Lisboa" que foram colhidos com a coloração verde claro, acondicionados em

diferentes embalagens e mantidos à 10°C e 80-90% de umidade relativa. As embalagens utilizadas foram envoltórios de polietileno de alta densidade, de 10 micra de espessura; cobertura de filme de polietileno perfurado (furos de 0,5 cm/10 cm² de filme), de baixa densidade e de 20 micra de espessura e limões não embalados em filme.

Os frutos-contrôle perderam peso numa taxa média de 1,05% por semana. O uso da cobertura e do envoltório de polietileno reduziram a perda de peso dos limões em 75 e 93%, respectivamente. Os limões em polietileno se apresentaram mais firmes do que os contrôle. Outra resposta favorável do uso do polietileno foi em relação ao retardamento da coloração da casca. Após um período de armazenamento de 4 meses à 10°C seguido por 7 dias à 20°C e 70-80% de umidade relativa, as colorações dos limões se apresentaram amarela, amarela-esverdeada e verde-prateada, respectivamente, para os frutos-contrôle, cobertos e envoltos por polietileno. Os limões nos envoltórios de polietileno se apresentaram com a coloração amarelo claro após 8 meses de armazenamento refrigerado porém os frutos cobertos por polietileno estavam sobremaduros (passados), com a coloração amarelo escuro, após 6 meses de estocagem (10°C).

Não houve diferença significativa na percentagem de suco e na relação sólidos solúveis/acidez dos limões-contrôle e nos mantidos nos dois tipos de embalagem. A acidez, entretanto, foi levemente menor (5,19%) nos frutos nos envoltórios de polietileno enquanto as percentagens de acidez dos frutos-contrôle e dos cobertos por polietileno não diferiram estatisticamente entre si (5,87 e 5,75%, respectivamente).

Embora vantajoso em diversos aspectos, nos limões envoltos em polietileno ocorreu uma alta incidência de podridões (18,2 e 22%, respectivamente, após 4 e 6 meses de armazenamento), principalmente a podridão peduncular, causada por *Alternaria citri*. As percentagens de deterioração nos frutos cobertos por polietileno foram menores (4 e 10% após 4 e 6 meses de estocagem, respectivamente) provavelmente porque havia movimento de ar suficiente para reduzir o risco de condensação de umidade livre nos frutos, que favorece a disseminação da infecção.

2.3.6. Emprego de fitoreguladores

O ácido giberélico (GA_3) pertence ao grupo de fitoreguladores que atuam no retardamento da perda de clorofila e conduzem a taxas mais lentas de acúmulo de pigmentos carotenóides. Esse fitoregulador retarda a degradação da clorofila, ou seja, o início da senescência da casca fazendo com que a fruta tratada seja mais resistente à penetração ou à danos mecânicos (COGGINS & LEWIS 1965).

A severidade dos danos fisiológicos que são associados à uma casca senescente é reduzida através do retardamento do processo de senescência. Portanto, o tratamento para ter um efeito benéfico deve ser aplicado quando a casca é relativamente jovem. (COGGINS & EAKS 1967)

Além dos efeitos no retardamento da coloração, aumento da firmeza mecânica da casca e redução de danos fisiológicos, sabe-se que o ácido giberélico também atua na diminuição da incidência de um exudato pegajoso, que ocorre ocasionalmente em laranjas da variedade "Navel".

Este exudato, além de depreciar a aparência externa, é um indicativo de uma casca senescente e significa que a fruta tem menor vida de prateleira, além de ser um problema nos galpões de embalagem pois o exudato é difícil de remover. As incidências de exudato gomoso foram de 88, 54, 48 e 31%, respectivamente para as laranjas tratadas com 0, 5, 10 e 20 ppm de ácido giberélico. (COGGINS & EAKS 1967)

As frutas tratadas com ácido giberélico são também menos susceptíveis a deterioração microbiana, como demonstram os dados de COGGINS & EAKS (1967). A deterioração, após 8 semanas de armazenamento a 10°C, foi de 7,8% para as frutas tratadas com 10 ppm de ácido giberélico enquanto nas frutas não tratadas a deterioração foi de 10,3%.

A aplicação exógena de ácido giberélico vem sendo pesquisada em frutas cítricas com o objetivo de reter a cor verde da casca.

ISMAIL et al. (1967) submeteram laranjas "Valencia" colhidas no estágio de maturidade 'de vez', a tratamentos por imersão das frutas durante 1 minuto em soluções de ácido giberélico nas concentrações de 0, 10, 30, 60, 100, 500 e 1000 ppm. As avaliações das mudanças na coloração foi realizada a intervalos semanais durante 5 semanas. As frutas foram armazenadas em sacos de polietileno perfurado e mantidos a $24 \pm 2^{\circ}\text{C}$.

As análises estatísticas dos dados revelaram que todos os níveis de ácido giberélico testados resultaram na manutenção de um nível mais elevado de clorofila na casca das frutas tratadas, não havendo diferenças na coloração da casca como resultado da concentração de ácido giberélico utilizada e mesmo a menor concentração (10 ppm) foi efetiva no retardamento da de

gradação da clorofila.

BLEINROTH et al. (1976) verificaram que o limão "Tai-ti" mantido sob refrigeração e tratado com ácido giberélico na concentração de 100 ppm manteve a sua casca verde até 120 dias e à 25°C até 39 dias.

EL-NABAWY et al. (1976) estudaram os efeitos das aplicações de ácido giberélico e outros fitoreguladores na manutenção da qualidade de limões ácidos armazenados à 10°C. As soluções de ácido giberélico utilizadas foram de 500 e 1000 ppm e as frutas foram imersas nessas soluções durante 3 minutos.

As avaliações foram realizadas num intervalo de 10 dias para mudanças na coloração da casca e percentagem de frutas descartadas.

As mudanças na coloração da casca foram avaliadas visualmente de acordo com um critério de notas de 1 a 4, no qual: 1-verde; 2-verde claro (verde amarelado); 3-amarelo esverdeado e 4-amarelo.

Foram efetuadas determinações da percentagem de suco e acidez titulável das frutas durante a estocagem.

Foi constatado o efeito do ácido giberélico no retardamento do amarelecimento das frutas quando comparado às limas-contrôle (imersão somente em água). No 30º dia de armazenamento, a coloração das frutas-contrôle era amarelo esverdeado enquanto as tratadas com 1000 ppm de ácido giberélico se apresentavam verde claro. Aos 70 dias de armazenamento, a coloração das frutas-contrôle era completamente amarela ao passo que as tratadas com 500 ppm de ácido giberélico se apresentavam amarelo esverdeadas.

O ácido giberélico também reduziu em relação as frutas controle, a percentagem de frutas descartadas, devido à podridões causadas por *Alternaria* ou *Penicillium*, durante o armazenamento. No 70º dia, as percentagens de descarte eram de respectivamente, 20, 6 e 9%, para as frutas controle e as tratadas com 500 e 1000 ppm de ácido giberélico.

A percentagem de suco aumentou levemente em todos os tratamentos inclusive no controle, durante o decorrer do armazenamento. Houve uma leve redução na acidez total à medida que se aumentou o período de estocagem. Partindo-se de um valor inicial de 7,50%, a acidez das frutas controle e das tratadas com 500 e 1000 ppm de ácido giberélico foram de 7,11; 6,88 e 6,80%, respectivamente.

EL-NABAWY et al. (1977) estudaram os efeitos de aplicações pós-colheita de ácido giberélico, com ou sem emprego de ceras, como suplementos à refrigeração no armazenamento refrigerado de limões "Eureka".

Os frutos foram colhidos com a coloração verde-prateado, contendo mais de 40% de suco e, posteriormente, imersos durante 5 minutos em soluções: a) sem fitoregulador (controle); b) sem fitoregulador e encerados com a cera do tipo solvente, "Flavorseal"; c) com 500 ppm de ácido giberélico e d) com 500 ppm de ácido giberélico mais a cera. Os limões foram armazenados à 14°C e avaliados a cada 10 dias num período de 150 dias.

A aplicação de ácido giberélico retardou o desenvolvimento da coloração dos limões. Enquanto os frutos tratados atingiram a coloração totalmente amarela em 80-90 dias de armazenamento, esse período foi antecipado para 40-50 dias de estocagem nos frutos controle (sem tratamento). A aplicação conjunta

de cera e ácido giberélico não apresentou efeito detectável.

A menor perda de peso foi verificada nos frutos encerados. Não houve efeito notório na redução da perda de peso quando se incluiu na solução o ácido giberélico. O ácido giberélico foi mais efetivo na redução da taxa de deterioração quando combinado ao enceramento do que quando usado sozinho.

Houve pequeno aumento na percentagem de acidez dos limões tratados com ácido giberélico. No 80º dia de armazenamento, enquanto a acidez dos frutos controle era de 6,74%, a dos limões tratados era de 7,03%.

Houve um gradual aumento no teor de vitamina C à medida que se aumentou o período de armazenamento, tanto para os limões tratados como para os controles. Este aumento foi algo mais acentuado nos frutos com ácido giberélico. Após 80 dias de armazenamento esses valores eram de 45,40 e de 48,50 mg de ácido ascórbico/100 ml de suco, respectivamente, para os limões não tratados e tratados com ácido giberélico, partindo-se de um valor inicial de 42,00 mg.

EL-ZEFTAWI (1978) estudou os efeitos de tratamento pós-colheita com 350 ppm de ethephon e de 500 ppm de ácido giberélico nos pigmentos da casca de laranjas "Navel". Os carotenóides dos frutos tratados com ethephon e ácido giberélico foram de 1,636 e 1,060 mg/dm², respectivamente, enquanto as laranjas controle apresentaram 1,292 mg/dm² de casca, ou seja, nas frutas com ácido giberélico foram determinadas menores quantidades de carotenóides. Por outro lado, a quantidade de clorofilas presentes nas cascas de frutas tratadas com ethephon, ácido giberélico e nas não-tratadas foram de 0,124; 0,205 e 0,160 mg/dm², evidenciando o efeito do ácido giberélico na retenção das clorofilas.

ZALDIVAR & BARQUET (1978) investigaram os efeitos da aplicação em pós-colheita do ácido giberélico a 500 ppm e de diversos outros fitoreguladores, associados ao recobrimento com cera de "candelilla" e ao fungicida thiabendazole, na manutenção da qualidade do limão mexicano.

Os frutos foram armazenados à 19-21°C e 70-90% de umidade relativa e os parâmetros analisados foram a perda fisiológica de peso, percentagem de frutos comerciáveis, coloração da casca com base numa escala de 7 cores (notas de 5 a 7 correspondentes a cor verde, exportação; notas de 3 a 4 - cor verde amarelado e notas de 1 a 2 - cor amarela), percentagem de suco, pH, acidez titulável, vitamina C, açúcares redutores e totais e concentrações de clorofila "a" e "b". Os experimentos foram complementados por análises sensoriais para avaliação de cor, sabor e aroma do suco e aspecto externo.

Após 20 dias de armazenamento, a perda de peso era de 4% para os frutos tratados com ácido giberélico e de 18% para os frutos-contrôle, ou seja, houve uma redução na perda de peso em cerca de 64%.

A retenção de conteúdo de clorofila foi de 85,6% nos limões tratados com ácido giberélico, enquanto que a retenção foi de 54,9% nos frutos sem tratamento.

As percentagens de limões com a cor completamente amarela após 35 dias de armazenamento, foram de, respectivamente, 4,4 e 66,3% para os frutos tratados e não tratados com ácido giberélico. As percentagens de limões comerciáveis foram de 77,1 e 10,6%, respectivamente, para frutos com e sem ácido giberélico.

Os açúcares redutores e totais tenderam a diminuir

nos limões-contrôle e nos tratados, porém num ritmo mais rápido nos frutos sem tratamento.

O teor de vitamina C, pH, acidez titulável e porcentagem de suco permaneceram praticamente constantes, tanto nos limões tratados como nos sem tratamento, durante todo o período de armazenamento. Em relação à análise sensorial, não houve diferenças na cor, aroma e sabor do suco de limões com ou sem tratamento.

BLUNDEN et al. (1979) estudaram os efeitos de tratamentos pós-colheita com N_6 -benziladenina (BA), uma citocinina sintética, e com ácido giberélico e do enceramento na taxa de perda de peso e taxa de amarelecimento de limões "Persian" e "West Indian".

Os frutos foram imersos durante 30 minutos ou 1 hora em soluções de N_6 -benziladenina (7,5; 15 e 30 mg/l) e ácido giberélico (12,5; 25 e 50 mg/l) e os frutos controle foram imersos somente em água. Uma parte do lote de frutos foi encerada com a cera "Stafresh" nas concentrações de 15, 10 e 5% de sólidos. Os limões foram armazenados sob: a) condições ambientes (22 a 32°C e 63 a 97% de umidade relativa) e b) a temperatura ambiente e alta umidade relativa (maior que 95%). Os frutos foram pesados a intervalos de 2 a 4 dias e examinados para mudanças na coloração de acordo com um critério de notas de 0 a 5, sendo que a nota zero correspondeu a cor verde escura, com menos de 5% da área amarela ou verde amarelada e a nota cinco correspondeu a 95-100% da área amarela.

Os limões das variedades "Persian" e "West Indian", quando armazenados sob condições ambientes, perderam peso rapidamente e logo se tornaram duros e murchos. Como consequência,

os limões "Persian" se tornaram não-comerciáveis antes que qualquer desverdecimento acentuado tenha ocorrido e então nenhum efeito pode ser observado em função dos tratamentos. O encerramento dos frutos diminuiu a taxa de perda de peso e por conseguinte a taxa na qual os limões se tornaram não comerciáveis.

A percentagem de limões "Persian" não comerciáveis, quando os frutos não foram encerrados, foi superior a 50% após 14 dias de armazenamento sob condições ambientes (alta temperatura e baixa umidade relativa). Nos frutos encerrados, mantidos nas mesmas condições, a percentagem de limões não comerciáveis foi superior a 40%, após 18 dias de armazenamento.

Os frutos armazenados a temperatura ambiente porém em alta umidade relativa (95-100%) perderam muito pouco peso em relação ao tempo de armazenamento, quer encerrados ou não (1,1 a 1,4 gramas após 21 dias de armazenamento).

Contrastando com os limões "Persian", que se mantiveram verdes durante vários dias ou mesmo semanas após a colheita, os frutos dos limões "West Indian" amareleceram muito mais rapidamente. Por causa deste fato, as reduções na taxa de amarelecimento observadas como resultados dos tratamentos pós-colheita com N_6 -benziladenina ou ácido giberélico foram mais pronunciadas e foram observadas antes que a dessecação se tornasse severa.

Após 12 dias de armazenamento, os limões "West Indian" não tratados apresentaram-se com a coloração de 95 a 100% amarela. O efeito mais acentuado dos tratamentos em relação ao retardamento da taxa de amarelecimento foi obtido ao se usar o ácido giberélico na concentração de 50 ppm. Nesse caso, os frutos tratados atingiram a cor amarela (nota 5) após 22 dias de armazenamento.

O tratamento combinado de cera e ácido giberélico à 50 ppm consistiu num tratamento levemente superior ao ácido giberélico sem cera pois após 22 dias de armazenamento os limões se apresentaram com a coloração com a nota 4,7.

Nenhuma diferença significativa foi observada entre os diferentes tempos de imersão (30 minutos ou 1 hora) na taxa de amarelecimento dos limões.

O emprego de recobrimento, sem fitoreguladores também reduziram as taxas de desverdecimento (19 dias de armazenamento para os frutos atingiram a nota 5, isto é, a cor amarela). O enceramento, com ou sem fitoreguladores, reduziu a taxa de perda de peso dos limões "West Indian" em condições ambientes. Como aconteceu com os limões "Persian", ao se armazenar os frutos de "West Indian" em alta umidade relativa, houve pequena perda de peso durante o armazenamento e o enceramento teve pouca influência neste parâmetro.

COELHO et al. (1981) estudaram os efeitos da aplicação pós-colheita do ácido giberélico na coloração externa da laranja "Pera" e observaram que até aos vinte dias após o tratamento nas dosagens de 50 ou 90 ppm, os frutos se mantiveram com a cor verde quase inalterada se comparados com a ocasião em que foram colhidos.

EL-NABAWY et al. (1981) estudaram os efeitos de diversos fitoreguladores, entre os quais o ácido giberélico, na manutenção da qualidade de laranjas "Valência", armazenadas à 3°C.

As laranjas foram imersas durante 3 minutos em diferentes soluções de ácido giberélico à 500, 1000 e 2000 ppm. Foram avaliadas as mudanças no peso, frutas descartadas e mudanças

na coloração da casca e também determinadas as percentagens de suco, sólidos solúveis totais e acidez titulável durante o armazenamento.

A coloração das frutas foi avaliada visualmente de acordo com um critério de notas no qual: 1-amarelo, 2-laranja amarelado, 3-laranja claro, 4-laranja e 5-laranja escuro.

O tratamento com o ácido giberélico foi o mais efetivo na redução da perda de peso, principalmente na concentração de 500 ppm. As perdas de peso após 140 dias de armazenamento refrigerado foram de 22,3; 16,3; 17,0 e 17,9%, respectivamente, para 0; 500; 1000 e 2000 ppm de ácido giberélico.

O tratamento de laranjas com 500 ppm de ácido giberélico foi também o mais efetivo na redução da percentagem de frutas descartadas (21,5% de descarte nas laranjas tratadas e de 67,8% de descarte nas frutas-contrôle, após 112 dias de estocagem).

O ácido giberélico retardou o desenvolvimento da cor de maneira acentuada. As laranjas tratadas com 500; 1000 e 2000 ppm de ácido giberélico apresentaram, após 70 dias de armazenamento refrigerado, colorações laranja a laranja claro, enquanto as frutas não tratadas apresentavam coloração laranja escuro.

Houve uma leve redução na percentagem de sólidos solúveis totais e na acidez das frutas tratadas.

PASSAM & BLUNDEN (1982) estudaram os efeitos de tratamentos pós-colheita com o ácido giberélico na manutenção da qualidade de limões "West Indian" armazenados em temperatura ambiente (28-32°C).

Os frutos foram imersos durante 1 hora em soluções

de ácido giberélico nas concentrações de 50, 100 e 200 ppm. Os frutos imersos somente em água foram denominados controle. Os limões foram armazenados nas seguintes condições: a) embalados em sacos de polietileno; b) mantidos em dessecador contendo bandejas de água para manter alta umidade relativa (maior que 95%) e c) em temperatura e umidade ambientes. As avaliações (perda de peso e coloração) foram realizadas a intervalos de 3 a 4 dias durante a estocagem. A coloração dos frutos foi avaliada em função de uma escala de notas de 0 a 4 na qual o zero correspondeu a cor verde escura, com menos de 5% da superfície amarela e a nota quatro à frutos com mais de 75% da superfície de cor amarela. À medida que cada fruto atingia a nota 4 para cor, este era removido e os envoltórios eram fechados novamente. Os limões foram também avaliados quanto a firmeza, percentagem de suco, açúcares, pH do suco, acidez total e relação sólidos solúveis totais/acidez.

Em condições ambientes (umidade relativa de 65-95%) os limões não tratados atingiram a nota 4 para a coloração (mais de 75% da superfície de cor amarela) após 21 dias de armazenamento. Nos frutos tratados com ácido giberélico 50 e 200 ppm foram observadas reduções nas taxas de amarelecimento, nos quais os limões apresentaram notas 3,9 e 4,0, respectivamente, para 50 e 200 ppm, após 31 dias de armazenamento.

Em temperatura ambiente e nos envoltórios de polietileno os frutos apresentaram vida de armazenamento de 65 dias. Nesse caso, mesmo os limões controle não haviam atingido a nota 4 ao final do período. Os frutos tratados com o ácido giberélico apresentaram notas ligeiramente inferiores ao controle (3,5) ou seja, houve um pequeno efeito do tratamento.

Em temperatura ambiente e em alta umidade relativa (95-100%), os frutos controle atingiram a nota 4 para a coloração (quase completamente amarelos) após 31 dias de armazenamento. Houve acentuada redução na taxa de amarelecimento dos limões tratados com o ácido giberélico pois quando se utilizou as concentrações de 50, 100 e 200 ppm, os frutos atingiram a nota 4, respectivamente, aos 53 dias (menor concentração) e 65 dias de armazenamento (demais concentrações).

Não foram encontradas diferenças significativas quanto a firmeza e a composição química dos limões controle e os tratados com ácido giberélico.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material

3.1.1. Matéria-Prima

Utilizou-se para o desenvolvimento deste estudo, o limão Taiti (*Citrus latifolia* Tanaka), proveniente de Conchal - SP e adquirido junto à Frutal Agro Exportadora Ltda.

Os limões foram colhidos no grau de maturidade fisiológica em que estes se encontravam com a casca totalmente verde, porém no estágio de completo desenvolvimento.

A colheita foi efetuada em duas épocas distintas: setembro de 1984 (para a realização do 1º e 2º experimentos) e março de 1985 (para o 3º e 4º experimentos).

3.1.2. Outros

3.1.2.1. Caracterização física

Para a caracterização física da matéria-prima, utilizou-se o paquímetro marca MITUTOYO para as determinações de comprimento e diâmetro; a balança semi-analítica marca METTLER modelo P 1200 N para as determinações de peso e proveta de 1000cm³ para as determinações do volume dos frutos.

3.1.2.2. Tratamento fitossanitário

Utilizou-se para o tratamento fitossanitário pós-colheita dos limões o fungicida sistêmico BENLATE (Benomyl) da Du Pont do

Brasil S.A. e o espalhante adesivo TRITON X-114 da Rohm and Haas Brasil S.A.

3.1.2.3. Câmaras frigoríficas

No decorrer dos experimentos foram utilizadas 03 câmaras frigoríficas da Seção de Manuseio e Preparo da Matéria-Prima do ITAL, de 18m³ cada uma, dimensionada para operar na faixa de temperatura do ar de -2 a 15°C, com oscilação de temperatura de $\pm 0,5^\circ\text{C}$ e velocidade do ar de 1440m³/h. Os evaporadores foram dimensionados para manter a umidade relativa alta, na faixa de 85 - 95%.

3.1.2.4. Recobrimentos

Foram utilizados como impermeabilizantes, os produtos PRO-LONG (formulação à base de esteres de sacarose) da Tal Chemicals Company da Inglaterra e a cera STAFRESH-819 da FMC do Brasil S.A.

3.1.2.5. Embalagens

Utilizou-se saquinhos de polietileno de 36cm de comprimento e 14cm de largura e com espessuras de 30 e 50 micra e caixas de papelão ondulado com as seguintes dimensões internas: 30x19x11 cm e peso líquido de 3kg.

3.1.2.6. Fitoregulador

Foi utilizado o regulador de crescimento vegetal PRO-GIBB, pó solúvel, com 10% de ácido giberélico, da Abbott Laboratórios do Brasil Ltda.

3.1.2.7. Equipamentos

- Balança FILIZOLA, capacidade 5kg;
- Balança analítica METTLER, MODELO H 10 T;
- Potenciômetro MICRONAL, modelo B 274;
- Refratômetro BAUSCH & LOMB com banho-maria HAAKE, modelo NK 22;
- Termossoldadora Sentinel;
- Vidrarias diversas, reagentes, etc.

3.2. Métodos

3.2.1. Manuseio da matéria-prima

Os frutos foram encaminhados à Seção de Manuseio e Preparo da Matéria-Prima do ITAL, no mesmo dia da colheita, sendo então efetuada sua caracterização física, selecionados quanto ao tamanho, maturação e estado fitossanitário, procurando-se formar lotes homogêneos para a realização dos diversos experimentos.

3.2.1.1. Caracterização física da matéria-prima

Estudou-se as seguintes características da matéria-prima: comprimento, diâmetro, peso e peso específico real. Para estimar os parâmetros (média e erro padrão da média) destas características, uma amostra de 200 limões foram retirados ao acaso do lote recebido para os estudos de conservação e mediu-se o comprimento e o diâmetro em centímetros, peso em gramas e o volume segundo o princípio de Archimedes, para o cálculo do peso específico real, em centímetros cúbicos.

3.2.1.2. Seleção e tratamento fitossanitário

Efetuu-se uma seleção criteriosa de modo a descartar os frutos que se apresentavam com danos mecânicos, defeitos de má formação, sintomas de verrugose ou outras moléstias, atípicos quanto ao tamanho ou com grau de maturidade mais avançado.

Os limões selecionados foram submetidos ao tratamento pós-colheita com o fungicida BENLATE a 500ppm mais o espalhante adesivo TRITON X-114 a 0,05%, previamente usado por BLEINROTH *et al.* (1976) com bons resultados no controle de podridões, notadamente a causada pelo fungo *Penicillium*. Os frutos foram imersos na solução do fungicida por três minutos e procedeu-se uma secagem natural.

3.2.2. Determinação da temperatura adequada para a conservação do limão Taiti (Estudo do dano fisiológico causado pelo frio)

Para determinar-se a temperatura mais adequada para a conservação do limão Taiti, estudou-se os efeitos das temperaturas e dos tempos de armazenamento na incidência e na severidade do dano fisiológico causado pelo frio, nas perdas de peso e nas mudanças na coloração da casca. As temperaturas estudadas foram de 2, 5 e 8°C e os tempos de armazenamento de 1, 2, 4, 6, 8, 10 e 12 semanas acrescido de um tempo de armazenamento adicional de 2 semanas em temperatura ambiente (período para simular a comercialização).

Um conjunto de dez frutos embalados em caixa de papelão consistiu em uma unidade experimental. Utilizou-se cinco unidades experimentais (repetições) para cada temperatura e tempo de armazenamento. O número de unidades experimentais deste experimento foi de 105.

As caixas de limões foram armazenadas em câmaras frigoríficas às temperaturas de 2, 5 e 8°C e 90% de umidade relativa e posteriormente transferidas para condições ambientes (20-25°C e 56-69% de umidade relativa) após permanência de 1, 2, 4, 6, 8, 10 e 12 semanas em refrigeração. Como a manifestação dos sintomas do dano fisiológico causado pelo frio é mais visível em condições ambientes, os frutos foram avaliados quanto a qualidade logo após a transferência e reavaliados depois de duas semanas (período para simular a comercialização) em temperatura ambiente.

3.2.2.1. Sintomas do dano fisiológico causado pelo frio

A incidência e a severidade do dano fisiológico causado pelo frio foram avaliados em função de sintomas caracterizados por lesões circulares e deprimidas na superfície dos frutos e fundamentado no critério de notas utilizado no trabalho de MC CORNACK (1976), apresentado no Quadro 5.

QUADRO 5. Critério de notas utilizado para avaliar os sintomas do dano fisiológico causado pelo frio.

Grau de severidade dos sintomas de danos causados pelo frio	Nota	Descrição
Normal	1	Isento de lesões.
Leve	2	Lesões pequenas, pouco perceptíveis espalhadas pela superfície dos frutos abrangendo um total de até 25% dos frutos ainda comerciáveis.
Severo	3	Lesões de cerca de 1cm de superfície ocupando um total de até 50%; frutos com restrições para o comércio.
Muito severo	4	Lesões grandes, coalescidas, ocupando mais de 50% da superfície; frutos não comerciáveis.

As notas foram dadas independentemente por quatro juizes treinados à cada fruto da unidade experimental através da escala de notas já descrita.

Para cada unidade experimental calculou-se a nota média dada por:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^4 f_i n_i}{N}$$

onde:

f_i = frequência da nota i ($i = 1, 2, 3, 4$)

n_i = nota i

$N = \sum_{i=1}^n f_i$ = frequência total de notas

3.2.2.2. Percentagem de perda de peso

Os dez frutos de cada unidade experimental foram pesados no início do experimento e após os vários períodos de armazenagem sob refrigeração (1^a, 2^a, 4^a, 6^a, 8^a, 10^a e 12^a semana) bem como depois de permanecerem duas semanas em temperatura ambiente e os resultados foram expressos em percentagem de perda do peso inicial.

3.2.2.3. Cor da casca

As mudanças na coloração da casca dos frutos foram avaliados visualmente, de acordo com o critério de notas utilizado por EL-NABAWY *et al.* (1976), apresentado no Quadro 6.

QUADRO 6. Critério de notas utilizado para avaliar a cor da casca dos limões.

Notas	Cor da casca
1	Verde escura
2	Verde amarelada (verde clara)
3	Amarelo esverdeada
4	Amarela

A quantificação da unidade experimental obedeceu o mesmo critério descrito no item 3.2.2.1.

3.2.2.4. Análises químicas

Com o objetivo de verificar as alterações que ocorrem na composição do limão Taiti durante o período de sua conservação foram efetuadas análises químicas em amostras nas diferentes temperaturas e tempos de armazenamento. As amostras foram constituídas de dez frutos, obtidos retirando-se ao acaso dois frutos de cada uma das cinco unidades experimentais. Das referidas amostras foi extraído o suco (com espremedor mecânico e filtragem em algodão) de onde foram retiradas as alíquotas para as diversas determinações. As análises foram realizadas com três leituras e os resultados representados pela média aritmética. Foram efetuadas as seguintes determinações:

- a) pH potenciométrico
- b) Brix (sólidos solúveis) - medido por refratometria;
- c) Acidez total titulável - determinada por meio de titulação potenciométrica com hidróxido de sódio 0,10N

(AOAC 1980), cujo resultado é expresso em percentagem de ácido cítrico);

- d) Vitamina C (ácido ascórbico) - determinada pelo método do 2,6-Dicloroindofenol (AOAC 1980), cujo resultado é expresso em mg de ácido ascórbico/100 gramas de amostra.

Foi calculada a relação Brix/acidez total titulável.

3.2.2.5. Análise estatística

Aos resultados dos itens 3.2.2.1, 3.2.2.2. e 3.2.2.3., aplicou-se a análise da variância a um critério de classificação e complementou-se com o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

3.2.3. Emprego de recobrimentos

Para se estudar os efeitos de recobrimentos na vida de armazenagem do limão Taiti utilizou-se os produtos "Pro-long" e "Stafresh" em diferentes concentrações objetivando testar suas eficácias principalmente em relação ao controle da perda de peso e na retenção de cor verde da casca dos frutos. As concentrações utilizadas foram de 1; 1,5 e 2% para o "Pro-long" e de 30; 50 e 100% para a cera "Stafresh" e os frutos foram conservados à 8°C e 90% de umidade relativa e em temperatura ambiente (20-25°C e 56-69% de umidade relativa). Esse estudo foi então complementado por análises químicas e testes sensoriais visando avaliar os efeitos das concentrações desses produtos no sabor e aroma do limão.

3.2.3.1. Preparo das soluções

O "Pro-long" é um produto comercializado na forma sólida e é solúvel em água. A firma fabricante recomenda que para os testes em pequena escala sejam utilizadas soluções de um litro ou seus múltiplos. As seguintes quantidades de "Pro-long" foram utilizadas:

- a) concentração de 1%: 10 gramas/litro de água;
- b) concentração de 1,5%: 15 gramas/litro de água;
- c) concentração de 2%: 20 gramas/litro de água.

Entretanto, o preparo das soluções requer procedimentos especiais, a saber: Para a agilização do processo de dispersão do "Pro-long" recomenda-se usar água aquecida cuja temperatura não deve exceder 80°C. A quantidade desejada de "Pro-long" se adicionou 100mL de água quente, agitando-se muito bem por vários minutos. A mistura permaneceu em repouso por cerca de dez minutos, sendo então reagitada durante dois minutos, adicionando-se 400mL de água quente, em agitação para homogeneização. À esta suspensão se adicionou os restantes 500mL de água aquecida para completar o total de um litro de solução de "Pro-long". Embora a mistura estivesse pronta, recomenda-se um período de repouso de duas horas e meia antes de usá-la. Depois deste tempo, a suspensão foi novamente agitada.

A cera "Stafresh" é solúvel em água e é comercializada na forma líquida. Neste experimento se utilizou a formulação não diluída (100% de "Stafresh") e se efetuou as diluições em água de modo a obter as concentrações de 30 e 50% de "Stafresh".

3.2.3.2. Procedimento experimental

Após seleção e tratamento fitossanitário pós-colheita efetuados de acordo com o exposto no item 3.2.1.2., os frutos foram submetidos a tratamentos com as formulações do "Pro-long" nas concentrações de 1; 1,5 e 2% e de "Stafresh" a 30; 50 e 100% por imersão durante um minuto. Os frutos do tratamento testemunha ou controle foram imersos em água. Após secagem natural, os limões embalados em caixas de papelão e mantidos em condições ambientes (20-25°C e 56-69% de umidade relativa) durante quatro semanas e em câmara frigorífica (8°C e 90% de umidade relativa) durante oito semanas.

Um conjunto de dez frutos consistiu em uma unidade experimental. Utilizou-se cinco unidades experimentais (repetições) para cada concentração e tipo de recobrimento. O número de unidades experimentais deste experimento foi de setenta.

Os atributos de qualidade avaliados foram a percentagem de perda de peso, mudanças na coloração da casca, composição química e sabor dos frutos.

3.2.3.3. Percentagem de perda de peso

Os dez frutos de cada unidade experimental foram pesados no início do experimento e após os diferentes períodos de estocagem, sendo os resultados expressos em percentagem de perda do peso inicial.

3.2.3.4. Cor da casca

As mudanças na coloração da casca dos frutos foram avaliados de acordo com o critério de notas descrito no item 3.2.2.3 e a quantificação da unidade experimental obedeceu o mesmo critério descrito no item 3.2.2.1.

3.2.3.5. Análises químicas

Foram efetuadas determinações de pH, Brix, acidez total titulável e vitamina C dos frutos de acordo com a metodologia descrita no item 3.2.2.4. e foi calculada a relação Brix/acidez total titulável.

3.2.3.6. Análises sensoriais

Foram realizadas análises sensoriais para avaliar o efeito dos recobrimentos no sabor do limão. As referidas análises foram conduzidas na Seção de Avaliação e Controle de Qualidade do ITAL. O experimento organoléptico foi conduzido segundo o delineamento experimental blocos completos balanceados (SIDEL & STONE 1976). Utilizou-se um total de vinte e quatro provadores experientes em degustação de sucos de frutas, onde cada bloco corresponde a um provador.

Antes dos testes foram realizadas provas com várias concentrações de suco de limão para selecionar a melhor formulação de apresentação da limonada. A melhor formulação foi a de 50mL de suco de limão e 80 gramas de açúcar para cada 1000mL de água destilada. Para o preparo das amostras de limonada utilizou-se em

média seis limões retirados ao acaso de cada conjunto de cinquenta frutos provenientes de cinco unidades experimentais. Deixou-se a limonada na geladeira por aproximadamente uma hora para servi-la gelada.

A unidade amostral das análises sensoriais constituiu-se de aproximadamente 40mL de limonada servida em copos plásticos pequenos (para café) codificados com números casuais com três dígitos.

Os provadores receberam a amostra padrão (suco de limão sem recobrimento) codificado com a letra P e quatro amostras codificadas (sendo três de sucos de limão nas três concentrações para cada tipo de recobrimento e uma delas o próprio padrão) e se solicitou avaliar o sabor das amostras codificadas em relação ao padrão, de acordo com a Escala de Comparação Múltipla descrita por KRAMER & TWIGG (1970).

Na Figura 1 é apresentado o modelo de ficha de avaliação utilizada pelos provadores na avaliação do sabor em relação ao do padrão. Os termos descritos na Escala de Comparação Múltipla foram quantificados atribuindo-se valores de 1 a 5, equidistantes e na ordem decrescente.

3.2.3.7. Análise estatística

Aos resultados dos itens 3.2.3.3. e 3.2.3.4. aplicou-se a análise da variância a um critério de classificação e complementou-se com o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Aos resultados do item 3.2.3.6. aplicou-se a análise da variância segundo o esquema do delineamento blocos completos

NOME _____

DATA _____

PRODUTO _____

SÉRIE _____

Avalie somente o SABOR. Ignore as outras diferenças.

Código da amostra	Melhor do que o padrão em SABOR	Igual ao padrão em SABOR	Inferior ao padrão em SABOR, nenhum sabor estranho detectado	Ligeiro SABOR ESTRANHO	Sabor estranho de finido INACEITÁVEL	Descreva o tipo de sabor estranho
	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	

Comente também sobre a qualidade da amostra padrão:

Aceitável

Inaceitável

FIGURA 1. Modelo de ficha utilizada nos testes sensoriais.

balanceados e complementou-se com o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

3.2.4. Emprego de envoltórios de filmes flexíveis

Neste experimento estudou-se os efeitos dos números de furos nos envoltórios de filmes flexíveis na conservação dos limões Taiti, armazenados em duas temperaturas.

3.2.4.1. Procedimento experimental

Os frutos selecionados e tratados com o fungicida Benlate de acordo com a metodologia descrita no item 3.2.1.2, foram acondicionados em saquinhos de polietileno de 36cm de comprimento, 14cm de largura e 50 micra de espessura, com 0, 4, 8, 16 e 32 furos de 0,5cm de diâmetro. Após acondicionamento dos limões, os saquinhos foram fechados por termosoldagem.

Os limões foram então conservados em temperatura ambiente (20-25°C e 56-69% de umidade relativa) e em câmara frigorífica, à 8°C e 90% de umidade relativa.

Um conjunto de seis frutos embalados nos saquinhos consistiu em uma unidade experimental. Utilizou-se cinco unidades experimentais (repetições) para cada número de perfuração e condição de armazenamento. O número de unidades experimentais deste experimento foi de cinquenta.

Os limões foram semanalmente avaliados quanto às percentagens de perda de peso e mudanças na coloração da casca e complementou-se com análises químicas realizadas ao final do experimento.

3.2.4.2. Percentagem de perda de peso

As pesagens dos seis frutos de cada unidade experimental foram realizadas no início do experimento e semanalmente. Os resultados foram expressos em percentagem de perda de peso inicial.

3.2.4.3. Cor da casca

As mudanças na coloração da casca dos frutos foram avaliadas semanalmente, no decorrer do experimento e de acordo com o critério de notas descrito no item 3.2.2.3.

A quantificação da unidade experimental obedeceu o mesmo critério descrito no item 3.2.2.1.

3.2.4.4. Análises químicas

As determinações de pH, brix, acidez total titulável, vitamina C, e o cálculo da relação brix/acidez total titulável dos frutos deste experimento foram efetuadas de acordo com a metodologia descrita no item 3.2.2.4.

3.2.4.5. Análise estatística

Aos resultados dos itens 3.2.4.2. e 3.2.4.3. aplicou-se a análise da variância a um critério de classificação e complementou-se com o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

3.2.5. Emprego de fitoreguladores

Neste experimento estudou-se os efeitos de diferentes concentrações de ácido giberélico e de diferentes embalagens na conservação de limões Taiti armazenados em duas temperaturas.

3.2.5.1. Procedimento experimental

Após seleção e tratamento fitossanitário pós-colheita de acordo com a metodologia descrita no item 3.2.1.2., os limões foram divididos em quatro lotes de 240 frutos. A seguir, cada lote de limões foi imerso, separadamente, em soluções de 50, 100 e 200ppm de ácido giberélico (0,5; 1 e 2 gramas de Pro-Gibb por litro de água, respectivamente) durante um minuto. Os frutos controle (0ppm de ácido giberélico) foram imersos em água.

Após secagem natural, cada lote foi subdividido em quatro sublotes de 60 frutos. Os limões de um desses sublotes foram tratados com a cera "Stafresh" a 50%, de acordo com a metodologia descrita nos itens 3.2.3.1. e 3.2.3.2., e em seguida embalados em caixas de papelão.

Os frutos dos demais sublotes foram embalados em:

- a) saquinhos de polietileno de 36cm de comprimento, 14cm de largura e com 30 micra de espessura;
- b) saquinhos de polietileno nas mesmas dimensões do item (a) porém com espessura de 50 micra ;
- c) caixas de papelão.

As condições de estocagem para os limões mantidos nas diferentes embalagens foram de 8°C e 90% de umidade relativa e

de 20-25°C e 56-69% de umidade relativa.

Um conjunto de seis frutos consistiu em uma unidade experimental e foram utilizados cinco unidades experimentais (repetições) para cada concentração de ácido giberélico, embalagem e temperatura de armazenamento. O número de unidades experimentais deste experimento foi de cento e sessenta.

Os limões foram semanalmente avaliados quanto às percentagens de perda de peso e mudanças na coloração da casca e complementou-se com análises químicas realizadas ao final do experimento.

3.2.5.2. Percentagem de perda de peso

As pesagens dos seis frutos de cada unidade experimental foram realizadas no início do experimento e semanalmente. Os resultados foram expressos em percentagem de perda de peso inicial.

3.2.5.3. Cor da casca

As mudanças na coloração da casca dos frutos foram avaliadas semanalmente durante o decorrer do experimento e de acordo com o critério de notas descrito em item 3.2.2.3.

A quantificação da unidade experimental obedeceu o mesmo critério descrito no item 3.2.2.1.

3.2.5.4. Análises químicas

As determinações de pH, brix, acidez total titulável, vitamina C e o cálculo da relação brix/acidez total titulável dos frutos deste experimento foram efetuados de acordo com a metodologia descrita no item 3.2.2.4.

3.2.5.5. Análise estatística

Aos resultados dos itens 3.2.5.2. e 3.2.5.3. aplicou-se a análise de variância a um critério de classificação e complementou-se com o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Caracterização física da matéria-prima

As principais características físicas a serem consideradas são: comprimento, diâmetro, peso e peso específico real. Esses dados podem ser observados no Quadro 7, com base em medições feitas em amostra de 200 limões Taiti, no qual se apresenta as médias e erro padrão da média destas características.

QUADRO 7. Valores médios determinados em amostra de 200 frutos de limão Taiti.

Características físicas			
Comprimento (cm)	5,30	±	0,02
Diâmetro (cm)	4,95	±	0,02
Peso (g)	74,29	±	0,77
Peso específico real (g/cm ³)	1,05	±	0,01

Os valores médios determinados foram de 5,30 e 4,95 centímetros, respectivamente, para o comprimento e o diâmetro dos frutos. Uma vez que o Padrão Internacional de Qualidade (OCDE 1980) e as Normas brasileiras de classificação de frutas cítricas exportáveis (CONCEX 1969) estabelecem que o diâmetro transversal dos limões não deve ser inferior a 4,5 centímetros, o valor determinado neste estudo para essa característica confere aos limões um dos parâmetros de qualidade para exportação, visto se situar acima do tamanho mínimo exigido.

O peso dos limões foi de aproximadamente 74 gramas e esta característica é a que apresentou maior variabilidade visto

que o erro padrão da média foi maior em relação aos demais. O peso específico real apresentou menor erro padrão da média e a média foi de 1,05 gramas/cm³. A Figura 2 mostra a forma do limão Taiti, com base nos valores médios determinados para o comprimento e o diâmetro de 200 frutos.

4.2. Determinação da temperatura adequada para a conservação do limão Taiti (Estudo do dano fisiológico causado pelo frio)

4.2.1. Incidência de sintomas de danos causados pelo frio

No Quadro 8 são apresentados os dados da incidência e a severidade de sintomas de danos fisiológicos causados pelo frio em limões armazenados a 2; 5 e 8°C durante 12 semanas. Essa avaliação foi efetuada nos frutos logo após a remoção da refrigeração para temperatura ambiente. Através das médias das notas atribuídas aos frutos se evidencia que os sintomas do dano fisiológico causado pelo frio começaram a aparecer na sexta semana de armazenamento para os frutos mantidos a 2 e 5°C. A partir de então, nessas temperaturas as médias foram estatisticamente diferentes entre si em relação a cada tempo de armazenamento e observou-se que nos frutos mantidos a 2°C, o grau de severidade das lesões era mais intenso comparado a 5°C. À medida que aumentou o período de permanência dos limões a baixa temperatura, os sintomas do dano fisiológico pelo frio se intensificaram, notadamente a 2°C, atingindo valores na 10^a e 12^a semana de armazenamento, que tornaram impraticável a comercialização desses frutos. Para os limões mantidos a 5°C, embora apresentassem algumas lesões, ainda se encontravam comerciáveis após a 12^a semana de armazenamento. A 8°C, nenhum sintoma de dano fisiológico foi observado ao longo de todo o período de armazenamento (Quadro 8).

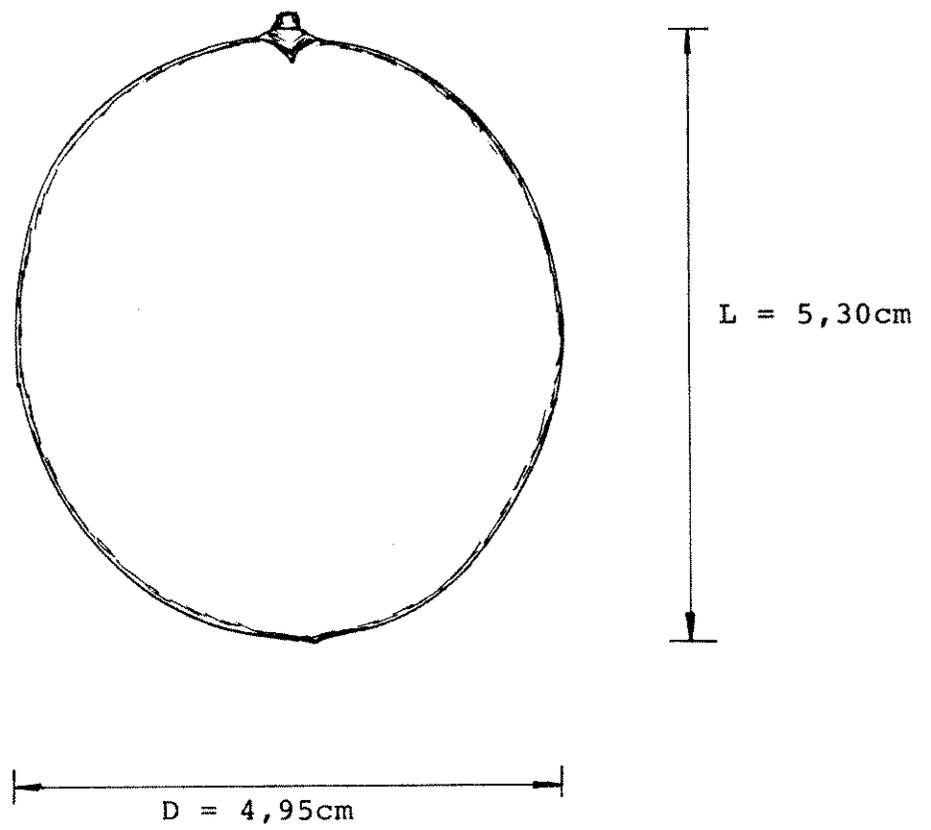


FIGURA 2 - Forma do limão Taiti, com suas dimensões médias, características.

QUADRO 8. Incidência e severidade de sintomas de danos causados pelo frio em limões armazenados a diferentes temperaturas durante 12 semanas.

Temperatura de armazenamento (°C)	Tempo de armazenamento (semanas)						
	1	2	4	6	8	10	12
2	1,00	1,00	1,00	1,44a	2,44a	2,94a	3,14a
5	1,00	1,00	1,00	1,08b	1,12b	1,12b	1,14b
8	1,00	1,00	1,00	1,00 ²	1,00 ²	1,00 ²	1,00 ²
d.m.s.(5%)	(-)	(-)	(-)	0,07	0,12	0,19	0,22

¹ = Notas: 1- normal; 2- leve; 3- severo e 4- muito severo (Ver quadro 5).

² = Indica que esta média não entrou nas comparações, pois a variabilidade das repetições foi nula.

(-) Indica que a d.m.s. não foi calculada, pois a variabilidade dentro de cada temperatura de armazenamento foi nula.

EAKS (1955) em seu trabalho obteve resultados similares aos apresentados no presente estudo. Não foram observadas lesões deprimidas na casca de limas ácidas após 4 semanas de armazenamento a 4,5°C, quando a avaliação dos frutos foi efetuada logo após a remoção da refrigeração. Quando o período de exposição foi mais longo, como o que ocorreu após a 5a. semana a 4,5°C, os sintomas foram constatados mesmo em refrigeração e a percentagem de danos causados pelo frio foi crescente em relação ao tempo. EAKS (1955) e PANTASTICO *et al.* (1966) também não observaram quaisquer sintomas de danos causados pelo frio nas limas ácidas mantidas a 10°C durante 6 e 4 semanas, respectivamente. Resultados similares foram obtidos

por EAKS & MASIAS (1965) durante o armazenamento de limão Galego à 10°C durante 12 semanas. À 5 e a 7,5°C, entretanto, nos frutos avaliados imediatamente após a transferência das câmaras frigoríficas, não houve constatação de danos fisiológicos após 8 semanas nessas temperaturas. Esses dados contrastam com os nossos resultados à 5°C, pois embora mesmo após 12 semanas no nosso experimento o grau de incidência de danos tenha sido muito leve, os sintomas foram inicialmente observados na 6^a semana de armazenamento.

Já COHEN & SCHIFFMANN-NADEL (1978) observaram a ocorrência de danos fisiológicos à 5 e a 2°C em limões Eureka e Villa Franca. Neste trabalho como no nosso, a severidade dos sintomas foi mais intensa quanto mais baixa a temperatura e mais longo o período de estocagem. Na temperatura de 2°C houve uma acentuada incidência de depressões na casca dos frutos, que resultou em subsequente desenvolvimento de bolores, fato esse que não foi constatado no presente estudo.

No Quadro 9 são apresentados os dados da incidência e a severidade de sintomas de danos causados pelo frio nos limões pré-armazenados à 2; 5 e 8°C durante 12 semanas e mantidos durante duas semanas à temperatura ambiente.

Os dados mostram que a 2 e 5°C, os sintomas se tornaram evidentes após quatro semanas em refrigeração seguidas por duas semanas a 20-25°C. O grau de severidade das lesões foi mais intenso a 2°C e crescente em relação ao tempo de armazenamento. Após doze semanas de armazenamento, os frutos mantidos a 2°C apresentaram-se sem quaisquer condições de comercialização. A 8°C, nenhum sintoma do dano fisiológico causado pelo frio foi evidenciado (Quadro 9).

QUADRO 9. Incidência e severidade de sintomas de danos causados pelo frio¹ em limões pré-armazenados em refrigeração e transferidos para temperatura ambiente, onde permaneceram durante 2 semanas

Temperatura de armazenamento (°C)	Tempo de armazenamento (semanas)						
	1+2TA ²	2+2TA ²	4+2TA ²	6+2TA ²	8+2TA ²	10+2TA ²	12+2TA ²
2	1,00	1,00	1,48a	2,66a	3,18a	3,46a	3,72a
5	1,00	1,00	1,30b	1,46b	2,00b	2,08b	2,18b
8	1,00	1,00	1,00 ³	1,00 ³	1,00 ³	1,00 ³	1,00 ³
d.m.s. (5%)	(-)	(-)	0,13	0,13	0,19	0,18	0,22

¹= Notas: 1- normal; 2- leve; 3- severo e 4- muito severo (Ver quadro 5)

²TA= Temperatura ambiente

³ Indica que esta média não entrou nas comparações pois a variabilidade das repetições foi nula.

(-) Indica que a d.m.s. não foi calculada pois a variabilidade dentro de cada temperatura de armazenamento foi nula

Esses resultados são similares aos relatados por EAKS (1955) EAKS (1961), EAKS & MASIAS (1965), LUTZ & HARDENBURG (1968), EAKS (1969), CHALUTZ *et al.* (1985), MC DONALD *et al.* (1985) e MC DONALD (1986) nos quais os sintomas de danos causados pelo frio são melhor visualizados nos frutos após transferência para temperatura ambiente e permanência de 1 a 2 semanas. Os sintomas se intensificam nos frutos que foram mantidos por períodos mais prolongados nas temperaturas de refrigeração indutoras de danos e a manifestação é evidenciada em menor tempo de armazenamento quanto mais baixa a temperatura utilizada.

Ao se analisar conjuntamente os dados dos Quadros 8 e 9 verifica-se que em função da incidência de sintomas de danos fisiológicos causados pelo frio, o período de armazenamento dos limões Taiti à 2 e 5°C não deve ultrapassar seis semanas, mesmo se sua utilização for imediata. Como durante o período simulado de comercialização (duas semanas à temperatura ambiente) houve perdas crescentes em relação ao tempo, devido as lesões causadas pelo frio (Quadro 9), o período de armazenamento à 2 e 5°C não deve exceder quatro semanas, se os limões não forem utilizados imediatamente.

Em função somente do parâmetro: incidência e severidade de sintomas de danos causados pelo frio, 8°C se mostrou a temperatura mais adequada para o armazenamento dos limões até a 12^a semana.

4.2.2. Percentagem de perda de peso

No Quadro 10, são apresentadas as médias das percentagens de perda de peso dos limões mantidos a 2, 5 e 8°C, durante o período de armazenamento. As menores perdas de peso foram observadas nos frutos mantidos a 8°C durante os diferentes períodos de armazenamento, enquanto os que mais perderam peso foram os limões mantidos a 2°C, provavelmente devido à maior severidade de lesões causadas pelo dano fisiológico após a 6^a semana de armazenagem (Quadro 8), que propiciou maior transpiração.

Os dados obtidos no presente trabalho são concordantes com os de EAKS (1961) e EAKS & MASIAS (1965) onde se verificou que as taxas de perda de peso dos frutos onde ocorreram lesões causadas por baixas temperaturas foram nítidamente superiores as demais. (frutos não lesionados).

As médias das percentagens de perda de peso dos limões mantidos a 2, 5 e 8°C e posteriormente transferidos para temperatura ambiente, onde permaneceram durante duas semanas são apresentadas no Quadro 11. As menores perdas de peso observadas foram nos frutos mantidos a 8°C, ao passo que as maiores foram para os mantidos a 2°C, resultados esses semelhantes aos referidos no Quadro 10 e associados à ocorrência de danos fisiológicos causados pelo frio como nos trabalhos de EAKS (1961) e EAKS & MASIAS (1965).

QUADRO 10. Médias das percentagens de perda de peso em limões após diferentes períodos de armazenamento à 2; 5 e 8°C.

Temperatura de armazenamento (°C)	Tempo de armazenamento (semanas)						
	1	2	4	6	8	10	12
2	0,00	3,68a	6,09a	14,36a	15,10a	16,47a	19,52
5	0,00	4,74b	7,63b	10,30b	11,20b	12,37b	18,63
8	0,55	2,16c	4,53c	8,53c	10,72c	12,15b	13,48
d.m.s. (5%)	(-)	0,47	0,53	0,39	0,16	0,23	0,23

(-) Indica que a d.m.s. não foi calculada pois a variabilidade dentro de cada temperatura de armazenamento foi nula.

Se considerarmos como limite para o tempo de armazenamento os 10% de perdas, proposto no trabalho de CUQUERELLA *et al.* (1983), em nosso estudo os períodos de conservação serão de 4, 6 e 8 semanas, respectivamente, para os limões mantidos continuamente a 2; 5 e 8°C. (Quadro 10). Após manutenção durante duas semanas em temperatura ambiente dos frutos pré-refrigerados à 2; 5 e 8°C, os períodos de conservação em refrigeração serão reduzidos para somente 1 semana. (Quadro 11). Tal fato se deve a elevada perda de água (peso) que ocorre em condições ambientes (durante o período

adicional de 2 semanas, para simular a comercialização), principalmente nos primeiros dias logo após a remoção dos frutos da refrigeração (EAKS 1961).

QUADRO 11. Médias das percentagens de perda de peso em limões pré-armazenados em refrigeração e transferidos para temperatura ambiente, onde permaneceram durante 2 semanas.

Temperatura de armazenamento (°C)	Tempo de armazenamento (semanas)						
	1+2TA ¹	2+2TA ¹	4+2TA ¹	6+2TA ¹	8+2TA ¹	10+2TA ¹	12+2TA ¹
2	8,53a	18,49a	18,82a	21,51a	23,17a	24,74a	28,53a
5	9,74b	13,19b	17,74b	19,55b	20,47b	21,79b	27,50b
8	9,28c	11,83c	13,34c	16,24c	17,82c	20,07c	23,47c
d.m.s. (5%)	0,43	0,47	0,31	0,33	0,24	0,20	0,44

¹ = TA = temperatura ambiente

WARDLAW (1933) estabelece como limite perdas de peso iguais a 12-14% visto acima desses valores a desidratação causar efeitos marcantes na casca dos frutos, depreciando seu aspecto e reduzindo sensivelmente seu valor comercial. De acordo com esse autor, os períodos de armazenamento em relação ao nosso trabalho, às temperaturas de 2; 5 e 8°C serão respectivamente de 6, 10 e 12 semanas, se os frutos forem imediatamente utilizados (Quadro 10) e de 1, 2 e 4 semanas, se os frutos forem pré-armazenados à 2; 5 e 8°C e posteriormente mantidos 2 semanas à temperatura ambiente. (Quadro 11).

4.2.3. Cor da casca

As médias das notas atribuídas à cor da casca dos limões mantidos a 2, 5 e 8°C durante os diferentes períodos de arma-

zenamento, são mostradas no Quadro 12. As médias de cor da casca dos frutos armazenados a 2 e 5°C não diferiram entre si, porém houve diferença significativa em relação a 8°C. Os limões nas temperaturas mais baixas tiveram seu processo de maturação retardado, evidenciado pelas menores notas, correspondentes a frutos com casca de cor verde amarelada (verda claro). Já os limões mantidos a 8°C apresentavam coloração amarelo-esverdeado na 12^a semana de armazenamento.

No Quadro 13 são apresentadas as médias das notas atribuídas à cor da casca dos limões mantidos em refrigeração, com período complementar de duas semanas, à temperatura ambiente. De modo semelhante aos dados mostrados no Quadro 12, as médias de cor dos limões armazenados a 2 e 5°C não diferiram entre si, após os diferentes períodos de estocagem, porém apresentaram diferença significativa em relação a 8°C. Com 12 semanas de armazenagem nessa temperatura, os limões se encontravam com a maturação mais avançada, ou seja, a coloração de sua casca estava completamente amarela, após permanência em temperatura ambiente, o que prejudicou sensivelmente sua comercialização.

QUADRO 12. Médias das notas atribuídas à cor da casca¹ de limões armazenados à diferentes temperaturas durante 12 semanas.

Temperaturas de armazenamento (°C)	Tempo de armazenamento (semanas)						
	1	2	4	6	8	10	12
2	1,00	1,12a	1,38a	1,92a	1,96a	1,98a	2,04a
5	1,00	1,38ab	1,56a	1,92a	1,92a	1,94a	2,00a
8	1,00	1,64b	2,20b	2,98b	3,12b	3,28b	3,36b
d.m.s. (5%)	(-)	0,27	0,37	0,12	0,16	0,24	0,23

¹ = Notas: 1- verde escura; 2- verde amarelada (verda clara); 3- amarelo esverdeado e 4- amarela.

(-) = Indica que a d.m.s. não foi calculada pois a variabilidade dentro de cada temperatura de armazenamento foi nula.

QUADRO 13. Médias das notas atribuídas à cor da casca¹ de limões pré-armazenados em refrigeração e transferidos para temperatura ambiente, onde permaneceram durante 2 semanas.

Temperatura de armazenamento (°C)	Tempo de armazenamento (semanas)						
	1+2TA ²	2+2TA ²	4+2TA ²	6+2TA ²	8+2TA ²	10+2TA ²	12+2TA ²
2	1,70 ³	1,82a	1,92a	1,96a	2,04a	2,12a	2,30a
5	1,76a	2,00a	2,00a	2,00a	2,02a	2,04a	2,12a
8	2,10b	2,58b	2,80b	3,42b	3,60b	3,68b	3,92b
d.m.s. (5%)	0,29	0,31	0,23	0,44	0,21	0,23	0,38

¹ = Notas: 1- verde escura; 2- verde amarelada (verde clara); 3- amarelo esverdeado e 4- amarela.

² = TA= Temperatura ambiente

³ = Indica que esta média não entrou nas comparações pois a variabilidade das repetições foi nula.

Os resultados obtidos no presente estudo confirmam os dados apresentados por outros autores. EAKS (1955) constatou o início do amarelecimento de limas ácidas mantidas à 13°C, após duas a três semanas. Ele também observou que embora 10°C fosse uma temperatura adequada do ponto de vista da fisiologia do fruto (não foram observados quaisquer sintomas de danos causados pelo frio nas limas ácidas, mesmo após 6 semanas) após 3 semanas à 10°C os frutos começaram a amarelecer-uma alteração indesejável, uma vez que o consumidor os preferem verdes. O autor sugeriu que ao utilizar essa temperatura de armazenagem se faça um tratamento que evite a degradação da clorofila. Foi constatado que com o

recobrimento dos frutos com óleo mineral se manteve a cor da casca ainda verde por mais uma semana, ou seja, durante 4 semanas à 10°C.

No trabalho de PANTASTICO *et al.* (1966) como no nosso, verifica-se que há influência da temperatura (0; 4; 10; 16 e 21°C) na retenção da cor verde da casca dos limões Taiti, ou seja; quanto mais baixa a temperatura de armazenamento, por mais tempo a cor verde desejada é mantida. Os valores extremos para cor foram de 71 nos frutos a 21°C e de 105 de absorbância (cor verde escura) nos frutos à 0°C (PANTASTICO *et al.* 1966). As temperaturas de armazenamento de 0 e de 4°C no trabalho de PANTASTICO *et al.* (1966), evitaram a degradação da cor verde da casca porém promoveram danos fisiológicos causados pelo frio. Em nosso trabalho, as temperaturas de 2 e de 5°C também evitaram a degradação da cor verde dos limões durante o armazenamento (Quadro 12), entretanto, também houve incidência de sintomas de danos causados pelo frio (Quadros 8 e 9). À 8°C, não foi constatada a incidência de sintomas de danos causados pelo frio ao longo de todo o período de armazenamento (12 semanas) como se mostrou no Quadro 8 e nem após permanência de duas semanas em temperatura ambiente como se mostrou no Quadro 9. Por outro lado, à 8°C o amarelecimento dos frutos é comparativamente mais rápido do que nas temperaturas mais baixas, como é demonstrado no Quadro 12, no qual os limões se encontram com a casca amarelo esverdeada e portanto com pouco valor comercial na 12^a semana de armazenamento.

Resultados similares foram obtidos por VANDERCOOK *et al.* (1966) em limões mantidos à 14,5°C, por EAKS (1969) em limas ácidas mantidas à 10°C e por COHEN & SCHIFFMANN-NADEL (1978) em limões armazenados à 8 e 14°C.

Após 12 semanas de armazenamento, os limões mantidos à 2 e a 5°C se apresentavam com a casca de coloração verde clara (Quadro 12) passíveis, portanto, de comercialização e eventualmente de exportação, embora nesse caso, seja preferível os frutos de nota mais próxima a 1,0 ou seja de coloração verde escura.

Ao se considerar como limite máximo o período de armazenamento quando os frutos atingirem a nota 2 para a coloração da casca, isto é, a cor verde clara, esse período à 8°C é de 4 semanas. (Quadro 12). Se os limões não forem rapidamente utilizados, esse período se restringe a uma semana em refrigeração (8°C) mais o período adicional de duas semanas em temperatura ambiente. (Quadro 13)

4.2.4. Análises químicas

4.2.4.1. pH

No quadro 14, são apresentados os valores do pH do suco dos limões mantidos a 2; 5 e 8°C durante diferentes períodos de estocagem, seguidos pelo período complementar de duas semanas à temperatura ambiente. O pH no tempo zero de armazenamento foi de 2,15 e se situou ao redor de 2,2 em todas as temperaturas e tempos de armazenamento. O valor de 2,2 determinado no presente estudo, confirma o dado anterior do trabalho de KEFFORD & CHANDLER (1970), no qual eles relatam que os limões e limas ácidas possuem um pH em torno de 2,2 e são bastante ácidos comparados às demais frutas cítricas. Não houve tendência, entretanto, de diminuição do pH à medida que os limões amadureceram, como citam VANDERCOOK (1977) e

RAMANA *et al.* (1981), mas sim de ligeiro acréscimo em relação ao tempo de armazenamento em cada temperatura, como o verificado no trabalho de BLEINROTH *et al.* (1976), tanto para o limão Siciliano como para o Taiti.

QUADRO 14. pH do suco dos limões armazenados a 2, 5 e 8°C após diferentes períodos de estocagem e permanência de duas semanas em temperatura ambiente.

Temperatura de armazenamento (°C)	Tempo de armazenamento (semanas)							
	0	1+2TA ¹	2+2TA ¹	4+2TA ¹	6+2TA ¹	8+2TA ¹	10+2TA ¹	12+2TA ¹
2	2,15	2,22	2,22	2,22	2,22	2,24	2,25	2,27
5	2,15	2,15	2,22	2,22	2,23	2,23	2,28	2,30
8	2,15	2,18	2,20	2,22	2,25	2,25	2,28	2,32

¹TA = Temperatura ambiente

4.2.4.2. Brix (sólidos solúveis)

Os valores de Brix do suco dos limões armazenados a 2, 5 e 8°C, após diferentes períodos de estocagem e permanência de duas semanas em temperatura ambiente, são mostrados no Quadro 15. Os dados evidenciam que os teores de sólidos solúveis (Brix) dos limões aumentaram durante o armazenamento.

O teor de sólidos solúveis inicial dos limões Taiti (8,6%), caracterizado por frutos com a coloração da casca ainda totalmente verde, foi idêntico ao determinado por CLEMENTS (1964) em suco de limões Eureka (8,6% de sólidos). Para essa mesma varie

dade, cultivada na Argentina, PALADIOS (1978) relata valores comparativamente mais baixos (7,35 a 7,75% de sólidos solúveis).

QUADRO 15. Brix (sólidos solúveis) do suco dos limões armazenados a 2, 5 e 8°C após diferentes períodos de estocagem e permanência de duas semanas em temperatura ambiente.

Temperatura de armazenamento (°C)	Tempo de armazenamento (semanas)							
	0	1+2TA ¹	2+2TA ¹	4+2TA ¹	6+2TA ¹	8+2TA ¹	10+2TA ¹	12+2TA ¹
2	8,6	8,8	9,1	9,5	9,6	9,7	9,9	10,2
5	8,6	9,0	9,2	9,6	9,8	9,9	10,0	10,4
8	8,6	9,4	9,6	9,8	9,9	10,0	10,1	10,5

¹ = TA = Temperatura ambiente

Nossos resultados diferem dos citados por RAMANA *et al.* (1981), nos quais os limões não apresentam um aumento no teor de sólidos solúveis quando estes amadurecem, porém confirmam os dados obtidos por EAKS (1961) e EAKS & MASIAS (1965). EAKS (1961) verificou que houve acréscimo no teor de sólidos solúveis de limões Eureka armazenados a 4, 13 e 24°C. EAKS & MASIAS (1965) também observaram comportamento similar a esse, durante o armazenamento de limões Galego às temperaturas de 5; 7,5 e 10°C. Os teores de sólidos solúveis do suco aumentaram durante o período de armazenamento e esse aumento foi proporcional ao aumento da temperatura de armazenamento. Resultados similares foram obtidos por BLEINROTH *et al.* (1976) durante o armazenamento de limões Siciliano e Taiti às temperaturas de 5, 10 e 15°C. Os autores observaram que o teor de sólidos tendeu a se elevar, principalmente nos limões Siciliano. Os valores de Brix, determinados por BLEINROTH *et al.* (1976) foram re-

lativamente elevados (sendo 10,3 no tempo zero de armazenamento e 11,7 na 12^a semana de armazenamento à 5°C) quando comparados aos valores por nós determinados (8,6 no tempo zero de armazenamento e 10,4 na 12^a semana de armazenamento à 5°C).

COHEN & SCHIFFMANN-NADEL (1978) também constataram aumento no teor de sólidos solúveis durante a estocagem de limões Eureka e Villa Franca à 14 e a 8°C, enquanto nos frutos armazenados à 5 e 2°C foram observados decréscimos.

4.2.4.3. Acidez

No Quadro 16 são apresentadas as percentagens de acidez total dos limões mantidos a 2, 5 e 8°C após diferentes tempos de armazenamento e período complementar de duas semanas em temperatura ambiente. No tempo zero de armazenamento, a acidez dos limões foi de 6,44%. Em relação ao tempo de armazenamento houve um decréscimo da acidez, a qual foi mais evidente na maior temperatura (8°C).

Os valores determinados neste estudo se situaram entre QUADRO 16. Acidez total (% de ácido cítrico anidro) dos limões armazenados a 2; 5 e 8°C após diferentes períodos de estocagem e permanência de duas semanas em temperatura ambiente.

Temperatura de armazenamento (°C)	Tempo de armazenamento (semanas)							
	0	1+2TA ¹	2+2TA ¹	4+2TA ¹	6+2TA ¹	8+2TA ¹	10+2TA ¹	12+2TA ¹
2	6,44	6,37	6,30	6,25	6,20	6,15	6,12	6,07
5	6,44	6,33	6,23	6,23	6,12	6,08	6,00	5,95
8	6,44	6,32	6,20	6,15	6,06	5,97	5,90	5,81

¹ = TA = Temperatura ambiente

as percentagens de acidez, citadas por RAMANA *et al.* (1981) de limões Taiti cultivados na Flórida (5,4%) e na Índia (6,9%).

O valor de acidez (6,4%) dos limões Taiti recém-colhidos ou seja, no tempo zero de armazenamento, está de acordo com o padrão de maturidade para a colheita, que se refere PALADIOS (1978), que prescreve que a acidez de limões não deve ser inferior a 6% de ácido cítrico.

Segundo CARVALHO & NOGUEIRA (1979), com 6,5% de acidez, os limões cultivados na Colômbia são considerados de muito boa qualidade.

Contrastando com os relatos de VANDERCOOK *et al.* (1966), KEFFORD & CHANDLER (1970), VANDERCOOK (1977), PALADIOS (1978) e RAMANA *et al.* (1981), não houve aumento na acidez do suco com a maturação ou durante o armazenamento. Os dados do presente estudo concordam com os obtidos por EAKS (1961) em limões Eureka mantidos a 4°C e por EAKS & MASIAS (1965) em limões Galego préviamente armazenados à 5 e 7,5°C durante 8 semanas e posteriormente mantidos durante uma semana à 20°C.

BLEINROTH *et al.* (1976) também verificaram uma ligeira diminuição da acidez total de limões Siciliano e Taiti, de modo que quanto mais tempo os frutos permaneceram em armazenamento, tanto menos ácidos se apresentaram. No trabalho de COHEN & SCHIFFMANN - NADEL (1978), as percentagens de ácido cítrico diminuíram acentuadamente nos limões Eureka e Villa Franca armazenados às temperaturas entre 2 e 8°C.

4.2.4.4. Relação brix/acidez total

As relações Brix/acidez total, também denominadas índices de maturação, dos limões armazenados a 2, 5 e 8°C durante vá-

rios períodos, seguidos por período complementar em temperatura ambiente, são apresentadas no Quadro 17.

QUADRO 17. Relação Brix/acidez total dos limões armazenados a 2, 5 e 8°C, após diferentes períodos de estocagem e permanência de duas semanas em temperatura ambiente.

Temperatura de armazenamento (°C)	Tempo de armazenamento (semanas)							
	0	1+2TA ¹	2+2TA ¹	4+2TA ¹	6+2TA ¹	8+2TA ¹	10+2TA ¹	12+2TA ¹
2	1,34	1,38	1,44	1,52	1,55	1,58	1,62	1,68
5	1,34	1,42	1,48	1,54	1,60	1,63	1,67	1,75
8	1,34	1,49	1,55	1,59	1,63	1,68	1,71	1,81

¹ = TA = Temperatura ambiente

Em face ao acréscimo dos sólidos solúveis e decréscimo da acidez total mostrados nos Quadros 15 e 16, respectivamente, as relações Brix/acidez total apresentaram valores crescentes em relação ao tempo e temperatura de armazenamento.

Os valores extremos determinados foram de 1,34 e 1,81. Esses índices se situaram acima dos valores médios determinados em limões Eureka, cultivados na Argentina, cujas relações sólidos/acidez foram de 1,18 a 1,30 (PALADIOS 1978). Tal fato indica que comparativamente os limões Taiti são menos ácidos do que o Eureka de modo que no primeiro caso, cada parte de ácido corresponde à 1,34 - 1,81 partes de sólidos solúveis e nos limões Eureka à 1,18 - 1,30 partes de sólidos. No trabalho de WILLS *et al.* (1985) se verifica que a quantidade de ácido cítrico determinada no limão Eureka foi mais elevada (4,51 gramas/100 gramas de endocarpo) do que no Taiti (4,30 gramas/100 gramas de endocarpo).

4.2.4.5. Vitamina C (ácido ascórbico)

No Quadro 18 são apresentados os teores de vitamina C (ácido ascórbico) dos limões armazenados a 2, 5 e 8°C, após os diferentes períodos de estocagem, seguidos de duas semanas em temperatura ambiente. Os dados evidenciam que, às temperaturas de 5 e 8°C, houve ligeiro decréscimo do teor de vitamina C em relação ao tempo de armazenamento e esse decréscimo foi um pouco mais acentuado à 5°C. À 2°C, a partir da 4^a semana de estocagem, os teores de vitamina C decresceram, atingindo um valor mínimo de 27mg na 12^a semana de armazenamento. Esse declínio observado à 2°C pode ser atribuído ao fato dos limões terem evidenciado, após a 4^a semana de armazenamento, lesões por danos fisiológicos causados pelo frio (Quadro 9). Esses resultados confirmam os obtidos por EAKS (1961) em limões Eureka, mantidos a 13 e a 4°C durante 12 semanas e por EAKS & MASIAS (1965) em limões Galego, mantidos a 7,5 e a 5°C durante 8 semanas, os quais após a transferência das baixas temperaturas (4 e 5°C) para temperatura ambiente evidenciaram declínio mais acentuado no teor de ácido ascórbico, resposta essa atribuída pelos autores aos danos causados pelo frio que ocorreram nos frutos.

4.3. Emprego de recobrimentos

Nesta fase foram estudados os efeitos dos recobrimentos com os produtos "Pro-long" e "Stafresh" em diferentes concentrações, na vida de armazenagem do limão Taiti conservado à temperatura ambiente e sob refrigeração (a temperatura mais adequada foi definida na fase anterior - item 4.2).

QUADRO 18. Vitamina C (mg de ácido ascórbico/100g de suco) dos limões armazenados a 2, 5 e 8°C após diferentes períodos de estocagem e permanência de duas semanas em temperatura ambiente.

Temperatura de armazenamento (°C)	Tempo de armazenamento (semanas)							
	0	1+2TA ¹	2+2TA ¹	4+2TA ¹	6+2TA ¹	8+2TA ¹	10+2TA ¹	12+2TA ¹
2	31	31	31	30	29	28	27	27
5	31	31	31	31	31	30	30	29
8	31	33	33	32	32	31	31	30

¹ = TA = Temperatura ambiente

QUADRO 19. Resultados estatísticos da aplicação do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade às percentagens médias de perda de peso em limões Taiti, recobertos com diferentes concentrações de "Pro-long" e armazenados à temperatura ambiente e a 8°C durante 4 e 8 semanas, respectivamente.

Concentração (%)	Temperatura	
	Ambiente	8°C
0	22,01 a	11,76 a
1,0	20,26 b	11,56 b
1,5	18,10 c	10,98 c
2,0	16,37 d	9,83 d
d.m.s. (5%)	0,30	0,15

4.3.1. Percentagem de perda de peso

No Quadro 19 são apresentadas as médias das percentagens de perda de peso dos limões recobertos com diferentes concentrações de "Pro-long", armazenados à temperatura ambiente e a 8 °C durante quatro e oito semanas, respectivamente. Os dados evidenciam que, quanto maior a concentração utilizada, menor foi a perda de peso. As percentagens médias de perda de peso foram estatisticamente diferentes entre si, tanto para os frutos mantidos à temperatura ambiente como a 8 °C. À temperatura ambiente, os efeitos dos aumentos das concentrações de "Pro-long", em relação à perda de peso, foram mais evidentes, visto os limões não tratados apresentarem 22,01% e os com "Pro-long" a 2% apresentarem 16,37% de perda de peso. Já nos limões mantidos à 8 °C essa diferença não foi tão acentuada, isto é, de 11,76% para 9,83% de perda de peso, respectivamente. SMITH & STOW (1984) apresentaram resultados semelhantes aos nossos em maçãs tratadas com "Pro-long" e armazenadas à 3,5; 10 e 18 °C. O "Pro-long" reduziu significativamente a perda de peso das frutas notadamente na temperatura mais elevada de armazenamento (18 °C).

A superioridade do enceramento na redução da perda de peso das frutas durante o armazenamento também é evidenciada nos trabalhos de EAKS & MASIAS (1965) no qual o recobrimento com cera trouxe um ganho de 4 a 5% em relação às frutas-contrôle; de LAKSHMINARAYANA et al. (1974), no qual a vantagem foi de 4 e de 6% para a emulsão de "Tag" e para a cera de "candelilla", respectivamente, comparadas às perdas de peso das frutas não tratadas e no trabalho de PAREDES-LÓPEZ et al. (1974a) cuja diferença de peso entre as limas ácidas recobertas com cera de candelilla e as frutas não enceradas foi de 8%.

No Quadro 20 são apresentadas as percentagens médias de perda de peso de limões recobertos com diferentes concentrações de "Stafresh" e armazenados à temperatura ambiente e a 8°C durante 4 e 8 semanas, respectivamente. Essas percentagens médias foram estatisticamente diferentes entre si, em relação à concentração de "Stafresh" e nas duas temperaturas. De maneira similar aos frutos tratados com "Pro-long", as perdas de peso foram menores quanto maior a concentração utilizada e os efeitos dos aumentos das concentrações foram mais marcantes à temperatura ambiente. Nessa temperatura, a efetividade do "Stafresh" a 100% no controle da perda de peso, foi nitidamente superior ao "Pro-long" a 2%, uma vez que os frutos apresentaram perdas de peso de 9,95 e 16,37%, respectivamente (Quadros 19 e 20).

DAVIS & HOFMANN (1973) também verificaram em laranjas "Temple" que o efeito do recobrimento em relação à perda de peso foi mais acentuado quando as frutas foram conservadas em temperatura ambiente do que quando armazenadas em refrigeração.

4.3.2. Cor da casca

As médias das notas atribuídas à cor da casca dos limões, recobertos com diferentes concentrações de "Pro-long" e armazenados à temperatura ambiente e a 8°C durante 4 e 8 semanas, respectivamente, são mostradas no Quadro 21. Os dados evidenciam que houve efeito da concentração de "Pro-long" em relação ao retardamento do desverdecimento da casca dos frutos. À temperatura ambiente, os limões não tratados apresentaram sua casca com a coloração amarelo-esverdeada após quatro semanas, o que restringe sua comercialização. Nessas mesmas condições e nos frutos tratados com "Pro-long" a 2%, a cor da casca se apresentou verde clara, o que demonstra a vantagem do tratamento. As notas atribuídas à cor dos frutos não tratados e os com "Pro-long" a 1% não diferiram entre si, tanto à temperatura ambiente como a 8°C. A 8°C, os tratamentos com "Pro-long" a 1,5 e 2,0% não apresentaram diferença significativa. Os efeitos dos aumentos das concentrações do "Pro-long", na retenção da cor verde da casca dos limões, foram mais acentuadas quando os frutos foram conservados à temperatura ambiente (valores para a cor da casca numericamente mais baixos).

NO Quadro 22 são apresentadas as médias das notas atribuídas à cor da casca dos limões recobertos com diferentes concentrações de "Stafresh" e armazenados à temperatura ambiente e a 8°C durante 4 e 8 semanas, respectivamente. Os dados evidenciam que os tratamentos com a cera "Stafresh" retardam o desverdecimento da casca dos limões, nas duas condições de estocagem. A 8°C, somente o tratamento com "Stafresh" a 30% não diferiu estatisticamente do controle (0% de "Stafresh"). Nos demais tratamentos, nessa temperatura, as notas médias de cor foram diferentes entre si e demonstraram a superioridade do "Stafresh" a 100% na retenção da cor verde da

QUADRO 20. Resultados estatísticos da aplicação do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade às percentagens médias de perda de peso em limões Taiti, recobertos com diferentes concentrações de "Stafresh" e armazenados à temperatura ambiente e a 8°C durante 4 e 8 semanas, respectivamente.

Concentração (%)	Temperatura	
	Ambiente	8°C
0	22,01 a	11,76 a
30	13,21 b	11,27 b
50	10,88 c	10,83 c
100	9,95 d	9,62 d
d.m.s. (5%)	0,22	0,20

QUADRO 21. Resultados estatísticos da aplicação do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade às notas médias atribuídas à cor da casca¹ dos limões Taiti, recobertos com diferentes concentrações de "Pro-long" e armazenados à temperatura ambiente e a 8°C durante 4 e 8 semanas, respectivamente.

Concentração (%)	Temperatura	
	Ambiente	8°C
0	2,85 a	2,97 a
1,0	2,76 a	2,88 a
1,5	2,44 b	2,62 b
2,0	2,15 c	2,47 b
d.m.s. 5%	0,25	0,16

¹ - Notas para a cor: 1- verde escura; 2- verde clara; 3- amarelo esverdeada e 4- amarelo.

casca. À temperatura ambiente, as notas atribuídas à cor dos frutos tratados com 30 e 50% de "Stafresh" não diferiram entre si, embora esses tratamentos tenham sido superiores ao controle. Nessa temperatura, a concentração mais efetiva na manutenção da cor verde da casca foi a de 100%. De maneira similar aos frutos tratados com "Pro-long", os efeitos benéficos dos aumentos das concentrações de "Stafresh" foram mais pronunciados, quando os limões foram armazenados à temperatura ambiente. Ao se comparar numericamente os valores atribuídos à cor dos frutos tratados com "Pro-long" e "Stafresh" (Quadros 21 e 22), é notória a superioridade desse último produto.

QUADRO 22. Resultados estatísticos da aplicação do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade às notas médias atribuídas à cor da casca¹ dos limões Taiti, recobertos com diferentes concentrações de "Stafresh" e armazenados à temperatura ambiente e a 8°C durante 4 e 8 semanas, respectivamente.

Concentração (%)	Temperatura	
	Ambiente	8°C
0	2,85 a	2,97 a
30	2,35 b	2,86 a
50	2,23 b	2,69 b
100	1,97 c	2,32 c
d.m.s. (5%)	0,18	0,13

¹ - Notas para a cor: 1- verde escura; 2- verde clara; 3- amarelo esverdeada e 4- amarelo.

SMITH & STOW (1984) também verificaram o efeito benéfico do "Pro-long" no retardamento do amarelecimento de maçãs armazenadas à 3,5; 10 e 18°C. Os autores utilizaram as concentrações de 1, 2, 3 e 4% de "Pro-long". Abaixo de 3% de "Pro-long" e nas frutas

mantidas à 3,5°C, constatou-se efeito pouco pronunciado do tratamento enquanto quando se utilizou a maior concentração do produto e na maior temperatura de armazenamento verificou-se um acentuado efeito. Nossos resultados confirmam os obtidos por SMITH e STOW (1984), nos quais a vantagem do "Pro-long" na redução da taxa de amarelamento dos limões se tornou significativa quando a concentração utilizada do produto foi superior à 1,5% e principalmente quando os frutos foram conservados na temperatura mais elevada (ambiente). (Quadro 21).

PASSAM & BLUNDEN (1982), como em nosso trabalho, verificaram a superioridade do tratamento com cera na redução da taxa de amarelamento de limas ácidas bem como a direta proporcionalidade entre a redução da referida taxa (em número crescente de dias para atingir a mesma nota na escala de cor) e o aumento da concentração do recobrimento utilizado.

SINGH et al. (1984) também constataram que o uso de ceras inibiu o desenvolvimento da cor amarela da casca de goiabas.

4.3.3. Análises químicas

No Quadro 23 são apresentados os valores de pH, Brix, acidez total, relações Brix/acidez total e vitamina C dos limões recobertos com diferentes concentrações de "Pro-long" e de "Stafresh" e armazenados à temperatura ambiente e à 8°C, respectivamente, durante 4 e 8 semanas.

Os dados evidenciam que houve um ligeiro acréscimo de pH em relação ao tempo zero de armazenamento nos frutos tratados com "Pro-long" e com o "Stafresh", tanto à temperatura ambiente como a 8°C. Não houve, entretanto, uma tendência definida de acréscimo ou

decréscimo em função dos tratamentos empregados ou do aumento das concentrações.

Nossos resultados confirmam os obtidos por LODH et al. (1963), nos quais se verificou um aumento no valor do pH do suco em relação ao valor inicial, durante o armazenamento de tangerinas. PAREDES - LÓPEZ et al. (1974a) como no nosso trabalho, constataram que não houve alterações definidas no pH do suco das frutas recobertas com cera.

Os teores de sólidos solúveis (Brix) tenderam a decrescer em relação ao controle e ao aumento das concentrações do "Prolong" e de "Stafresh", nas temperaturas, porém todos os valores foram superiores ao inicialmente obtido (8,6% Brix) SUBRAMANYAM et al. (1970) também constataram menores teores de sólidos solúveis totais em tangerinas recobertas com emulsões de ceras e mantidas em condições ambientes do que nas frutas não tratadas e mantidas nas mesmas condições. Já os resultados desses autores quando as tangerinas foram armazenadas em refrigeração contrastam com os nossos, pois nesse caso os valores foram praticamente idênticos nas frutas enceradas e nos controle. SINGH et al. (1982) obtiveram resultados semelhantes aos nossos em melões encerados. O teor de sólidos solúveis totais comparativamente mais baixo nas frutas tratadas foi explicado pelos autores como decorrente da lenta conversão de carboidratos mais complexos em açúcares solúveis e resultante do efeito da cera no retardamento do processo de maturação.

A redução no teor de sólidos solúveis totais em gíabas enceradas também foi atribuída por SINGH et al. (1984) à ação retardadora do recobrimento no processo de maturação.

A acidez total foi maior nos frutos tratados dos que nos não tratados e houve uma tendência de elevação da acidez, à me

dida que a concentração do "Pro-long" ou do "Stafresh" aumentou, tanto nos limões mantidos a temperatura ambiente como os à 8°C. A acidez dos frutos-contrôle foi comparativamente menor após 4 semanas em temperatura ambiente (6,38%) ou 8 semanas à 8°C (5,97%) em relação ao valor inicial da acidez dos limões (6,44%). (Quadro 23). Esses dados são similares aos do trabalho de SINGH et al. (1984), que verificaram um aumento na percentagem de acidez das goiabas enceradas em relação as frutas não tratadas, advindo da ação retardadora da cera na maturação. Outros autores como LODH et al. (1963), PAREDES LÓPEZ et al. (1974a) e AHMAD et al. (1979) porém, não constataram o efeito do enceramento na percentagem de acidez ou seja, não houve diferença entre os tratamentos quanto a esse parâmetro.

Em virtude do decréscimo do Brix e a elevação da acidez total, as relações Brix/acidez total apresentaram valores decrescentes, em relação ao aumento das concentrações de "Pro-long", e de "Stafresh", nas duas temperaturas de armazenamento. As relações Brix/acidez total dos limões recobertos com ambos os produtos apresentaram valores numericamente inferiores ao controle porém superiores ao valor inicial, tanto nos frutos mantidos à temperatura ambiente como à 8°C. (Quadro 23). Esse comportamento apresentado pelos limões encerados foi um reflexo das alterações no teor de sólidos e na acidez em função do efeito já mencionado da cera no retardamento do processo da maturação.

Os teores de vitamina C determinados nos limões tratados com o "Pro-long" e com o "Stafresh" tanto à temperatura ambiente como à 8°C, foram maiores quanto maiores as concentrações utilizadas desses produtos e em relação ao teor dos frutos-contrôle, bem como do valor inicialmente determinado. Nos frutos-contrôle mantidos à temperatura ambiente houve uma perda de vitamina C de cerca de 2mg

QUADRO 23. Análises químicas de limões Taiti tratados com diferentes tipos de recobrimento e armazenados.

	PH	Brix	Acidez total (% ácido cítrico)	Relação Brix/ acidez total	Vitamina C (mg/100mg de suco)
TRATAMENTOS					
Composição do suco antes dos tratamentos					
	2,15	8,6	6,44	1,34	31
Temperatura ambiente					
1. Contrôles	2,18	10,4	6,38	1,63	29
2. "Pro-long" a 1,0%	2,23	10,3	6,74	1,53	34
3. "Pro-long" a 1,5%	2,23	9,8	6,84	1,43	35
4. "Pro-long" a 2,0%	2,25	9,6	6,91	1,39	38
5. "Stafresh" a 30%	2,25	9,7	6,48	1,50	36
6. "Stafresh" a 50%	2,25	9,4	6,65	1,41	36
7. "Stafresh" a 100%	2,29	9,4	6,78	1,39	38
Refrigeração (8°C)					
1. Contrôles	2,25	10,0	5,97	1,68	31
2. "Pro-long" a 1,0%	2,23	9,7	6,18	1,57	36
3. "Pro-long" a 1,5%	2,24	9,3	6,26	1,48	37
4. "Pro-long" a 2,0%	2,22	9,1	6,32	1,44	37
5. "Stafresh" a 30%	2,25	9,9	6,10	1,62	33
6. "Stafresh" a 50%	2,27	9,6	6,20	1,54	34
7. "Stafresh" a 100%	2,25	9,4	6,28	1,50	35

do valor inicial. Quando esses frutos foram mantidos em refrigeração não se constatou perda e nem retenção mantendo-se o valor de vitamina C praticamente idêntico ao inicial. (Quadro 23).

Esses resultados confirmam os dados de LODH et al. (1963) quanto a diminuição do teor de vitamina C em relação ao valor inicial nas tangerinas não enceradas mantidas em temperatura ambiente e contrastam com os de SUBRAMANYAM et al. (1970) pois para esses autores não houve diferença entre os teores de vitamina C de frutas enceradas ou não, tanto as mantidas em refrigeração como em temperatura ambiente.

PAREDES-LÓPEZ et al (1974a) ressaltam, entretanto, que a principal alteração verificada durante o armazenamento de limas ácidas foi o aumento no teor de ácido ascórbico (vitamina C) nas frutas recobertas com ceras. SINGH et al. (1984) também verificaram maior retenção de ácido ascórbico nas goiabas enceradas em contraste com baixo teor remanescente nas frutas não tratadas. Tal fato foi atribuído pelos autores ao efeito protetor do enceramento, evitando uma exposição direta da fruta ao ar, com subsequente degradação da vitamina C.

4.3.4. Análise Sensorial

Os resultados estatísticos da aplicação do teste de Tukey às notas médias atribuídas pelos provadores, ao sabor da limonada preparada com limões recobertos por "Pro-long", são apresentados no Quadro 24. O sabor da limonada dos frutos recobertos por "Pro-long" a 1 e 1,5% e armazenados a 8°C, durante oito semanas, não diferiu estatisticamente do sabor da limonada - padrão preparada dos limões sem tratamento (0% de "Pro-long"), mantidos nas mesmas condições de estocagem. A 8°C, entretanto, a limonada dos frutos

tratados com "Pro-long" a 2% foi considerada de qualidade inferior, com ligeiro sabor estranho. Para os frutos armazenados à temperatura ambiente, somente o sabor da limonada preparada com os limões tratados com 1,5% de "Pro-long" diferiu da limonada-padrão e apresentou qualidade inferior.

QUADRO 24. Resultados estatísticos da aplicação do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade às notas médias atribuídas pelos provadores ao sabor da limonada¹ preparada com limões recobertos com diferentes concentrações de "Pro-long", e armazenados à temperatura ambiente e a 8°C, durante 4 e 8 semanas, respectivamente.

Concentração (%)	Temperatura	
	Ambiente	8°C
0	4,00 a	3,50 a
1,0	3,83 ab	3,67 a
1,5	3,25 b	3,46 a
2,0	3,38 ab	2,54 b
d.m.s. (5%)	0,74	0,59

¹- Notas para o sabor: 5- melhor do que o padrão; 4- igual ao padrão; 3- inferior ao padrão; 2- ligeiro sabor estranho e 1- sabor estranho definido e inaceitável.

No Quadro 25 são mostrados os resultados estatísticos da aplicação do teste de Tukey às notas atribuídas pelos provadores ao sabor da limonada preparada com limões recobertos com diferentes concentrações de "Stafresh" e armazenados à temperatura ambiente e a 8°C durante 4 e 8 semanas, respectivamente. Os dados

QUADRO 25. Resultados estatísticos da aplicação do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade às notas médias atribuídas pelos provadores ao sabor da limonada¹ preparada com limões recobertos com diferentes concentrações de "Stafresh", armazenados à temperatura ambiente e a 8°C durante 4 e 8 semanas, respectivamente.

Concentração (%)	Temperatura	
	Ambiente	8°C
0	3,88 a	3,58 a
30	3,83 a	3,96 a
50	3,79 a	4,04 a
100	3,08 b	2,63 b
d.m.s. (5%)	0,68	0,62

¹ - Notas para o sabor: 5- Melhor do que o padrão; 4- igual ao padrão; 3- inferior ao padrão; 2- ligeiro sabor estranho e 1- sabor estranho definido e inaceitável.

evidenciam que nas duas condições de estocagem dos limões, somente a limonada dos frutos tratados com 100% de "Stafresh" diferiu da limonada-padrão, cuja nota média correspondeu a uma qualidade inferior ao sabor da limonada dos frutos sem recobrimento.

BEN-YEHOSHUA (1967), BEN-YEHOSHUA et al. (1970), DAVIS & HOFMANN (1973), AHMAD et al. (1979), FAROOQI et al. (1979a), FAROOQI et al. (1979b) e CUQUERELLA et al. (1981) salientam a importância da quantidade de recobrimento a ser empregada, para evitar a ocorrência de sabor estranho nas frutas cítricas, principalmente nas armazenadas em condições de altas temperaturas.

Se por um lado os tratamentos com "Pro-long" a 1,5 e a 2% e com o "Stafresh" a 100% vinham demonstrando vantagens quanto aos atributos de qualidade como redução das taxas de perda de peso (Quadros 19 e 20) e de amarelecimento (Quadros 21 e 22) e manutenção das características químicas, notadamente a retenção do teor de vitamina C dos limões (Quadro 23), a obtenção de um suco de qualidade inferior e a constatação de ligeiro sabor estranho, através das análises sensoriais efetuadas, elimina a possibilidade do uso desses produtos nessas referidas concentrações.

4.4. Emprego de envoltórios de filmes flexíveis

Nesta fase estudou-se os efeitos dos números de furos nos envoltórios de polietileno na conservação dos limões Taiti, armazenados à temperatura ambiente e em refrigeração (8°C).

4.4.1. Percentagem de perda de peso

No Quadro 26 são apresentados as percentagens médias

de perda de peso dos limões embalados em sacos de polietileno não perfurados e com 4, 8, 16 e 32 furos e armazenados à temperatura ambiente.

Os dados evidenciam que para cada tempo de armazenamento, a perda de peso foi crescente à medida que se aumentou o número de perfurações embora estatisticamente a diferença fosse somente em relação a 32 furos, até a 4ª semana de armazenamento. O uso do envoltório de polietileno, mesmo com 32 furos proporcionou uma acentuada redução na percentagem de perda de peso comparada aos frutos - controle (sem polietileno). A perda de peso dos limões nos envoltórios com 32 furos foi cerca de 6 vezes menor do que os frutos não envoltos em polietileno na 1ª e 2ª semana de armazenamento e cerca de 4 vezes menor do que os frutos - controle a partir da 3ª semana de armazenamento. A perda de peso nos limões sem envoltório de polietileno, mantidos à temperatura ambiente, foi extremamente elevada. Já na 2ª semana de armazenamento os frutos se encontravam com perdas superiores ao limite para o tempo de armazenamento, proposto no trabalho de CUQUERELLA et al. (1983), ou seja acima de 10% de perda. O fator limitante, portanto, para os limões-contrôle foi a excessiva perda de peso.

Por outro lado, embora as percentagens de perda de peso fossem bem baixas nos limões envoltos por polietileno não perfurados e com 4 furos (0,71 e 1,24%, respectivamente) nesses frutos ocorreram altas incidências de deterioração, principalmente a causada pela podridão peduncular. Tal fato condicionou o período de armazenamento dos limões nessas embalagens em somente três semanas enquanto o período de conservação dos frutos envoltos em polietileno com 8, 16 ou 32 furos foi duplicado ou seja de 6 semanas, durante os quais não houve constatação de moléstias.

QUADRO 26. Percentagens médias de perda de peso de limões Taiti embalados em sacos de polietileno, de 50 micra de espessura, com diferentes números de furos e armazenados à temperatura ambiente.

Número de furos	TEMPERATURA AMBIENTE					
	SEMANAS					
	1	2	3	4	5	6
0	0,35a	0,35a	0,71a	-	-	-
4	0,39a	0,39a	1,24a	-	-	-
8	0,58ab	0,58a	1,35a	2,33a	2,71a	2,71a
16	0,76ab	0,96a	1,90a	3,21a	4,35b	4,54b
32	1,61b	2,22b	4,23b	5,84b	7,25c	7,25c
d.m.s. (5%)	1,11	1,18	1,19	1,17	1,34	1,42
Contrôle (sem polietileno)	6,93	12,65	16,93	22,04	25,51	-

No Quadro 27 são apresentadas as percentagens médias de perda de peso dos limões embalados em envoltórios de polietileno com 0, 4, 8, 16 e 32 furos e armazenados à 8°C. De maneira similar aos dados apresentados no Quadro 26, houve um relativo aumento nas percentagens de perda de peso dos frutos à medida que se aumentava o número de perfurações, embora sempre a maior diferença encontrada fosse das médias de 0 a 16 furos em relação a 32 furos.

Comparativamente às percentagens de perda de peso nos envoltórios de 8, 16 e 32 furos dos limões mantidos em temperatura ambiente (2,71; 4,54 e 7,25%, respectivamente na 6ª semana de armazenamento - Quadro 26), quando os frutos foram mantidos à 8°C, (Quadro 27) as perdas de peso foram relativamente menores (1,92; 2,62 e 4,51%, correspondentes a 8, 16 e 32 furos, na 6ª semana de armazenamento) e os períodos de armazenamento mais prolongados, isto é, de 9 semanas.

Em relação ao fruto-contrôle (não envolto em polietileno) mantido à 8°C houve redução da perda de peso dos limões quando se utilizou a embalagem de polietileno, perfurada ou não (Quadro 27) porém este efeito foi mais acentuado à temperatura ambiente onde a perda de peso do controle chegava a ser o quádruplo ou o sêxtuplo. As menores perdas de peso observadas nos frutos-contrôle mantidos à 8°C (Quadro 27) em relação a temperatura ambiente (Quadro 26) se deve às condições de alta umidade durante o armazenamento frigorífico.

De acordo com o conceito de WARDLAW (1933) no qual as perdas de peso limites são de 12-14%, o período de armazenamento comercial de limões-contrôle será de 7 semanas enquanto que nos frutos envoltos em polietileno com 32 furos a perda de peso foi inferior (7,57%) aos limites considerados, mesmo na 9ª semana de arma-

QUADRO 27. Percentagens médias de perda de peso de limões Taiti embalados em sacos de polietileno, de 50 micra de espessura, com diferentes números de furos e armazenados à 8°C.

Número de furos	Temperatura de 8°C								
	Semanas								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0,19a	0,19a	0,19a	0,57a	0,76a	-	-	-	-
4	0,18a	0,38a	0,38ab	1,13ab	1,13ab	1,13a	1,13a	1,13a	-
8	0,20a	0,76a	0,96ab	1,92b	1,92bc	1,92ab	1,92ab	2,88b	3,26a
16	0,20a	1,02ab	1,22b	2,03b	2,42c	2,62b	2,82b	3,63b	4,25a
32	0,82a	2,05b	2,66c	3,69c	4,51d	4,51c	5,74c	6,56c	7,57b
d.m.s. (5%)	0,82	1,08	1,02	0,95	0,80	0,82	1,01	0,84	1,11
Contrôle (sem polietileno)	3,70	5,96	8,02	9,87	11,10	11,92	13,57	15,42	17,07

zenamento. (Quadro 27).

A exemplo do que ocorreu com os limões embalados em polietileno não perfurado e com 4 furos, armazenados à temperatura ambiente (Quadro 26), nos frutos nessas embalagens e armazenados à 8°C (Quadro 27) também ocorreu incidência de podridões, principalmente a podridão peduncular. A constatação ocorreu, entretanto, após um período de armazenamento relativamente mais prolongado, isto é, de 5 e de 8 semanas para os frutos em polietileno sem furos e com 4 furos, respectivamente (Quadro 27) enquanto que à temperatura ambiente, esse período foi reduzido para 3 semanas (Quadro 26).

Os dados apresentados no presente trabalho confirmam o efeito benéfico do uso de embalagem de filmes plásticos flexíveis na redução da percentagem de perda de peso das frutas cítricas, consenso de todos os trabalhos revistos no item 2.3.5.

Embora em nosso estudo não tenha havido condensação de umidade no interior das embalagens como comenta GRIERSON (1969), houve incidência de deterioração nos limões embalados em polietileno não perfurado e com 4 furos, tanto para os frutos armazenados à temperatura ambiente como os à 8°C.

VINES & OBERBACHER (1961) consideraram adequados pelo menos 4 a 8 furos de 0,5 centímetro de diâmetro para embalagem de polietileno de 38 micra de espessura. Em face da maior espessura do filme utilizada neste estudo, ou seja de 50 micra, pelo menos 8 furos são considerados adequados.

Nossos resultados em relação à predominância da podridão peduncular nos frutos embalados em polietileno são concordantes com os obtidos nos trabalhos com limões de BEN-YEHOSHUA (1978) de BEN-YEHOSHUA et al. (1981); TUGWELL & GILLESPIE (1981); SHARKEY et al. (1985) e de GILFILLAN (1985) com laranjas e pomelos e con-

trastam com o trabalho de HALE et al. (1983a) que observaram predominância de bolor verde e com os trabalhos de KAWADA & ALBRIGO (1979) e de ECKERT et al. (1984) nos quais foram constatadas menores taxas de desenvolvimento de podridão peduncular nos pomelos e limões embalados em filmes plásticos flexíveis.

4.4.2. Cor da Casca

No Quadro 28 são apresentados as médias das notas atribuídas à cor da casca dos limões envoltos em polietileno com diferentes números de furos e armazenados à temperatura ambiente.

Nos frutos embalados em polietileno não foram observadas mudanças na coloração até a 4ª semana de armazenamento, ou seja, os limões se mantiveram com a cor verde escura em que foram colhidos. Por outro lado, os limões não envoltos em polietileno amarelaram mais rapidamente e evidenciaram a cor verde clara (cor limite para o armazenamento comercial) em três semanas e a cor amarelada na 5ª semana de armazenamento.

Para os limões envoltos em polietileno, na 5ª semana de armazenamento, houve superioridade do uso de 8 furos na retenção de cor, isto é, os frutos embalados em polietileno de 8 furos apresentaram a coloração verde clara de casca enquanto que com 16 e 32 furos, os limões se encontravam mais amarelados.

No Quadro 29 são apresentados as médias das notas da cor da casca dos limões envoltos em polietileno com diferentes números de furos e armazenados à 8°C.

O período de armazenamento foi de 9 semanas para os limões envoltos em polietileno de 8, 16 e 32 furos enquanto que para os frutos em polietileno com 0 e 4 furos esses períodos foram

QUADRO 28. Médias das notas atribuídas à cor da casca¹ de limões Taiti embalados em sacos de polietileno, de 50 micra de espessura, com diferentes números de furos e armazenados à temperatura ambiente.

Número de furos	Temperatura ambiente					
	1	2	3	4	5	6
0	1,00	1,00	1,00	-	-	-
4	1,00	1,00	1,00	-	-	-
8	1,00	1,00	1,00	1,00	2,04a	2,63a
16	1,00	1,00	1,00	1,00	2,30b	2,69a
32	1,00	1,00	1,00	1,00	2,50b	2,90a
d.m.s. (5%)	-	-	-	-	0,23	0,27
Contrôle (sem polietileno)	1,00	1,50	2,00	2,30	2,91	-

¹ Notas para a cor: 1- Verde escura; 2- verde clara (verde amarelada); 3- amarela esverdeada e 4- amarela.

de 5 a 8 semanas, respectivamente, devido aos problemas de deterioração já mencionadas no item anterior.

A maior diferença encontrada foi entre a cor dos frutos envoltos em polietileno de 4 e de 16 furos, ao longo de todo o período de armazenamento. A coloração dos limões envoltos por polietileno com 4 furos estava levemente mais avançada ao se comparar com os frutos embalados em envoltórios com outros números de perfuração (8, 16 ou 32), provavelmente um reflexo das próprias condições da matéria-prima (incidência de podridões).

Do ponto de vista comercial, somente os limões embalados em polietileno com 8, 16 ou 32 furos e até a 5ª semana de armazenamento, se mostraram com a coloração adequada, ou seja, verde clara. A partir de então, a coloração dos frutos foi se intensificando na cor amarela e perdendo cada vez mais o valor comercial. Comparativamente, os limões não envoltos em polietileno apresentaram um período de armazenamento ainda mais reduzido, isto é, de 4 semanas para os frutos atingirem a cor verde clara (Quadro 29).

Resultados similares aos do presente trabalho em relação ao efeito de filmes plásticos flexíveis no retardamento do desenvolvimento da coloração foram relatados por BEN-YEHOSHUA (1978) e BEN-YEHOSHUA et al. (1979), com pomelos e limões envoltos em polietileno de alta densidade; por KAWADA & ALBRIGO (1979) com pomelos em envoltórios de polietileno de baixa densidade; por polietileno de baixa densidade (40 micra de espessura) e por SHARKEY et al. (1985) com limões em envoltórios de polietileno de alta densidade.

4.4.3. Análises químicas

QUADRO 29. Médias das notas atribuídas à cor da casca¹ de limões Taiti embalados em sacos de polietileno, de 50 micra de espessura, com diferentes números de furos e armazenados à 8°C.

Número de furos	Temperatura de 8°C								
	SEMANAS								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,82a	-	-	-	-
4	1,00	1,00	1,00	1,00	2,34b	2,76a	2,92a	3,33a	
8	1,00	1,00	1,00	1,00	2,10ab	2,59ab	2,72ab	2,88b	3,37a
16	1,00	1,00	1,00	1,00	1,95a	2,45b	2,50b	2,82b	3,02b
32	1,00	1,00	1,00	1,00	2,04ab	2,55ab	2,67ab	2,80b	3,02b
d.m.s. (5%)	-	-	-	-	0,35	0,29	0,30	0,35	0,32
Contrôle (sem polietileno)	1,00	1,30	1,70	2,00	2,25	2,52	2,63	2,77	3,02

¹ Notas para a cor: 1- verde escura; 2- verde clara (verde amarelada); 3- amarela esverdeada e 4- amarela.

No Quadro 30 é apresentada a composição química do suco de limões embalados em polietileno com diferentes números de furos e armazenados à temperatura ambiente.

Os dados evidenciaram que os valores iniciais de pH, sólidos solúveis e acidez total foram de respectivamente 2,09; 8,8 e 6,32%. A relação sólidos/acidez total, também denominada índice de maturação, foi de 1,39 enquanto o teor de vitamina C (ácido ascórbico) foi de 32 miligramas por 100 gramas de amostra.

Em relação ao pH, houve uma ligeira tendência de elevação em relação ao aumento do número de furos e mesmo os frutos não envoltos em polietileno apresentaram leve acréscimo, comparado ao valor inicial. Os limões mantidos em polietileno com 32 furos apresentaram valor de pH mais próximo ao determinado nos frutos controle.

Essa tendência de ligeiro acréscimo do pH em relação ao tempo zero de armazenamento foi por nós discutido no item 4.2.4.1; que confirmam os dados do trabalho de BLEINROTH et al. (1976).

Os teores de sólidos solúveis totais foram mais baixos nos frutos envoltos por polietileno com 0,4 e 8 furos do que o valor inicial (8,89 Brix). Os limões envoltos em polietileno com 32 furos e os controles apresentaram graus Brix de 9,2 e 10,0, respectivamente, valores esses superiores ao inicial e dos frutos nos demais envoltórios, provavelmente associado ao amadurecimento desses frutos.

De maneira similar aos dos trabalhos de PURVIS (1983), GILFILLAN & PINER (1985) e de SHARKEY et al. (1985), a acidez foi mais baixa nos frutos nos envoltórios de polietileno do que nos não envoltos.

QUADRO 30. Composição química do suco de limões Taiti embalados em sacos de polietileno, de 50 micra de espessura, com diferentes números de furos e armazenados à temperatura ambiente.

	PH	Sólidos Solúveis (°Brix)	Acidez total (%)	relação sólidos/acidez total	Vitamina C (mg ácido ascórbico/ 100g)
INICIAL	2,09	8,8	6,32	1,39	32
Número de furos					
0	2,10	8,2	6,01	1,36	34
4	2,13	8,2	6,05	1,36	32
8	2,11	8,2	6,11	1,34	28
16	2,12	8,8	6,68	1,32	30
32	2,34	9,2	7,08	1,30	27
Contrôle					
(sem polietileno)	2,28	10,0	7,33	1,36	30

Os índices de maturação, como são dependentes das variações de sólidos e da acidez dos frutos; estes foram semelhantes nos limões não envoltos e com 0 e 4 furos na embalagem de polietileno (relação sólidos/acidez igual a 1,36). Os menores valores foram determinados nos limões embalados em polietileno com 8, 16 e 32 furos.

Foram constatadas perdas de vitamina C em relação ao valor inicial nos limões envoltos em polietileno com 8, 16 e 32 furos e nos frutos-contrôle. Já nos limões embalados em polietileno com 4 furos e não-perfurado, houve retenção do ácido ascórbico. A exemplo do que ocorreu com o emprego de recobrimentos, ao evitar a degradação da vitamina C dos frutos, efeito similar pode ser atribuído ao uso de embalagem de filmes flexíveis.

A composição química do suco dos limões envoltos por polietileno com diferentes números de furos e armazenados a 8°C é apresentada no Quadro 31.

Quanto ao pH do suco, os dados demonstram um comportamento similar ao observado nos frutos armazenados à temperatura ambiente (Quadro 30).

Os teores de sólidos e a acidez total também mostraram resultados semelhantes aos apresentados no Quadro 30 porém os valores foram levemente menores, provavelmente devido aos efeitos da temperatura e do período de armazenamento. (Quadro 31).

As relações sólidos/acidez total foram comparativamente elevadas nos limões armazenados à 8°C (Quadro 31) do que à temperatura ambiente (Quadro 30) e similares às apresentadas para os limões refrigerados, no Quadro 17.

Semelhantemente ao observado no Quadro 30 houve reten-

QUADRO 31. Composição química do suco de limões Taiti embalados em sacos de polietileno, de 50 micra de espessura, com diferentes números de furos e armazenados à 8°C.

	PH	sólidos solúveis (°Brix)	acidez total (%)	relação sólidos/ acidez total	vitamina C (mg ácido as côrbico/100g amostra)
INICIAL	2,09	8,8	6,32	1,39	32
Número de furos					
0	2,27	8,1	5,46	1,48	35
4	2,23	8,4	5,48	1,53	33
8	2,17	8,4	6,00	1,40	30
16	2,17	8,6	5,76	1,49	30
32	2,16	9,2	6,25	1,47	28
Contrôle					
(sem polieti- no)	2,32	9,5	6,33	1,50	27

ção do teor de vitamina C nos frutos envoltos em polietileno com 0 e 4 furos (Quadro 31), efeito esse que pode ser associado ao filme e a baixa temperatura.

4.5. Emprego de fitoreguladores

Nesta fase foram estudados os efeitos de tratamentos com ácido giberélico em diferentes concentrações e do acondicionamento em diferentes embalagens (envoltórios de polietileno-30 e 50 μ de espessura e caixas de papelão) de limões, não encerados e encerados, armazenados em temperatura ambiente e à 8°C.

4.5.1. Percentagem de perda de peso

No Quadro 32 são apresentadas as percentagens de perda de peso de limões tratados com ácido giberélico, embalados em envoltórios de polietileno de 30 micra de espessura e mantidos à temperatura ambiente.

Não foram observadas diferenças estatísticas significativas entre os limões controle (sem ácido giberélico) e os tratados com as diferentes concentrações de ácido giberélico ao longo de todo o período de armazenamento. Esse período prolongou-se por 9 semanas para os frutos com 0 e 50 ppm de ácido giberélico. Quando os frutos receberam os tratamentos nas concentrações de 100 e 200 ppm, respectivamente, os períodos de armazenamento reduziram-se para 6 e 8 semanas, devido a problemas de deterioração da matéria-prima.

A incidência de podridões, principalmente a peduncular, já havia ocorrido anteriormente nos limões mantidos em envoltórios de polietileno de 50 μ de espessura, não perfurados e

QUADRO 32. Percentagens de perda de peso de limões tratados com diferentes concentrações de ácido giberélico, embalados em envoltórios de polietileno de 30 micra de espessura e mantidos à temperatura ambiente.

Ácido giberélico (ppm)	Período de armazenamento (semanas)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0,00	0,00a	1,88a	1,88a	1,88a	1,88a	1,88a	2,08a	2,51a
50	0,00	0,20a	1,57a	1,77a	1,97a	1,97a	1,97a	2,37a	3,16a
100	0,00	0,00a	1,09a	1,09a	1,27a	1,27a	-	-	-
200	0,00	0,20a	1,17a	1,38a	1,77a	1,77a	1,77a	1,97a	-
d.m.s. (5%)	-	0,58	1,06	1,09	1,01	1,01	1,01	0,95	1,65

armazenados à temperatura ambiente (item 4.4.1.). Embora na presente etapa fosse utilizado um filme menos espesso (30 μ), foi constatada a deterioração o que indubitavelmente limitou o período de armazenamento. Nos demais tratamentos, as percentagens de perda de peso podem ser consideradas pequenas pois se situaram ao redor de 3% após 9 semanas de armazenamento, mesmo em condições ambientes. Essas pequenas perdas são mais um reflexo da embalagem utilizada - o efeito notório de filmes plásticos flexíveis na redução da taxa de perda de peso - confirmado e discutido no item 4.4.1., do que em função do tratamento com o ácido giberélico que atua mais no aspecto da retenção da cor.

No Quadro 33 são apresentadas as percentagens de perda de peso de limões tratados com ácido giberélico, embalados em envoltórios de polietileno de 50 micra. de espessura e mantidos à temperatura ambiente.

De maneira similar ao ocorrido com os frutos embalados em polietileno de menor espessura, não foram observadas diferenças estatísticas significativas entre os limões sem e com tratamento durante o decorrer do armazenamento. O período de conservação, porém, foi reduzido em função da incidência de podridões, principalmente a podridão peduncular. Para os limões tratados com 0 e 50 ppm de ácido giberélico, a conservação foi limitada a 3 semanas enquanto que os frutos tratados com 100 ppm, esse período se estendeu até a 5.^a semana. Os limões tratados com 200 ppm de ácido giberélico se mantiveram em boas condições até 7 semanas.

Semelhantemente ao observado no Quadro 32, as perdas de peso dos limões embalados em polietileno de 50 μ podem ser consideradas pequenas pois foram inferiores a 2% após as 7 semanas de armazenamento (para os frutos tratados com 200 ppm de ácido gi

QUADRO 33. Percentagens de perda de peso de limões tratados com diferentes concentrações de ácido giberélico, embalados em envoltórios de polietileno de 50 micra de espessura e mantidos à temperatura ambiente.

Ácido giberélico (ppm)	Período de armazenamento (semanas)						
	1	2	3	4	5	6	7
0	0,35a	0,35a	0,71a	-	-	-	-
50	0,00a	0,00a	1,53a	-	-	-	-
100	0,18a	0,18a	1,48a	1,54a	1,54a	-	-
200	0,00a	0,19a	1,54a	1,73a	1,92a	1,98	1,98
d.m.s. (5%)	0,57	0,69	0,89	1,00	0,78	-	-

berélico). Esses resultados refletem o efeito do uso da embalagem de polietileno na redução da percentagem de perda de peso e provavelmente a atuação do ácido giberélico, que ao retardar a senescência da casca, tenha tornado o fruto menos susceptível à deterioração microbiana. EL-NABAWY et al. (1976) e EL-NABAWY et al. (1981) também observaram o efeito benéfico do ácido giberélico na redução das percentagens de frutas cítricas descartadas, devido a podridões.

No Quadro 34 são apresentadas as percentagens de perda de peso de limões tratados com ácido giberélico, não encerados, embalados em caixas de papelão e mantidos à temperatura ambiente. Em virtude da alta temperatura e da baixa umidade relativa reinantes nas condições ambientes e também pelo fato dos frutos não terem recebido nenhum tratamento protetor contra a perda de peso como o enceramento e o uso de filmes plásticos flexíveis, as perdas de peso foram muito acentuadas e crescentes em relação ao tempo de armazenamento. De acordo com o conceito de WARDLAW (1933) no qual perdas de peso iguais ou superiores à 12-14% restringem o período de armazenamento, em nosso estudo os limões não tratados podem ser armazenados somente por duas semanas. Os tratamentos com o ácido giberélico nas diferentes concentrações utilizadas não trouxeram benefícios adicionais no retardamento da perda de peso, isto é, não houve diferenças entre os tratamentos e o controle.

No Quadro 35 são apresentadas as percentagens de perda de peso de limões tratados com ácido giberélico, encerados, embalados em caixas de papelão e mantidos à temperatura ambiente. Verifica-se que em relação aos frutos não encerados e mantidos no mesmo tipo de embalagem (Quadro 34) as perdas de peso foram inferiores, o que propiciou um período de armazenamento mais longo, ou seja, de 5 semanas (3 semanas adicionais em relação aos frutos não

QUADRO 34. Percentagens de perda de peso de limões tratados com diferentes concentrações de ácido giberélico, não encerados, embalados em caixas de papelão e mantidos à temperatura ambiente.

Ácido giberélico (ppm)	Período de armazenamento (semanas)				
	1	2	3	4	5
0	6,93ab	12,65ab	16,93ab	22,04ab	25,51a
50	7,45a	13,71a	18,05a	23,36a	26,67a
100	7,63a	13,96a	17,13ab	21,40b	24,95a
200	5,42b	11,47b	15,89b	21,14b	24,96a
d.m.s. (5%)	1,95	1,57	1,96	1,95	2,26

QUADRO 35. Percentagens de perda de peso de limões tratados com diferentes concentrações de ácido giberélico, encerados, embalados em caixas de papelão e mantidos à temperatura ambiente.

Ácido giberélico (ppm)	Período de armazenamento (semanas)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
0	3,29a	6,37ab	8,63a	11,09a	13,55a	16,02a	18,49a	22,19a
50	3,69a	7,20a	9,34a	12,27a	15,19a	17,54a	19,49a	23,19a
100	2,90a	6,20ab	8,90a	11,98a	13,90a	16,61a	18,92a	22,62a
200	2,65a	5,50a	8,15a	11,62a	14,51a	16,76a	19,25a	24,39a
d.m.s. (5%)	1,53	1,66	2,24	2,40	2,30	2,60	3,17	3,19

encerados - Quadro 34), de acordo com o trabalho de WARDLAW(1933). Ao serem submetidos aos tratamentos com ácido giberélico, não foram observadas vantagens na redução da perda de peso dos limões. Nossos dados confirmam os obtidos no trabalho de EL-NABAWY et al. (1977) com limões Eureka não tratados e tratados com 500 ppm de ácido giberélico, sem e com a cera "Flavorseal", no qual os autores verificaram que ocorreu menor perda de peso em frutos somente encerrados e que não houve efeito evidente quando se incluiu o ácido giberélico. BLUNDEN et al. (1979) também obtiveram resultados similares em seu estudo com limões "West Indian" armazenados sob condições ambientes.

Nos Quadros 36 e 37 são apresentadas as percentagens de perda de peso de limões tratados com ácido giberélico, embalados em envoltórios de polietileno de 30 e de 50 u de espessura e mantidos à 8°C. Verifica-se que não houve efeito do ácido giberélico na redução da perda de peso. Esta, porém, em função da refrigeração (condições de alta umidade relativa) e da embalagem utilizada - polietileno - pode ser considerada baixa, pois a percentagem de perda de peso foi inferior a 2%, após 11 semanas de armazenamento, de frutos tratados com 200 ppm de ácido giberélico e quando se utilizou a espessura de 30 u (Quadro 36). De maneira similar, a perda de peso pode ser considerada pequena pois foi igual a 1%, após 8 semanas de armazenamento de limões tratados com 200 ppm de ácido giberélico e embalados com filme de 50 micra (Quadro 37). Essas diferenças no período total de armazenamento foram devidas a problemas de deterioração microbiana, semelhantes aos ocorridos nos limões em filme plástico e em condições ambientes (Quadros 32 e 33). À 8°C, os períodos de armazenamento para os frutos tratados com 0 e 50 ppm de ácido giberélico ficaram reduzidos para 9 semanas e com 100 ppm para 10 semanas (limões embalados em polietileno

QUADRO 36. Percentagens de perda de peso de limões tratados com diferentes concentrações de ácido giberélico, embalados em envoltórios de polietileno de 30 micra de espessura e mantidos à 8°C.

Ácido giberélico (ppm)	Período de armazenamento (semanas)										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	0,37a	0,37a	0,37a	0,79a	0,98a	0,98a	0,98a	0,98a	1,16a	-	-
50	0,00a	0,59a	0,59a	1,00a	1,00a	1,00a	1,00a	1,00a	1,40a	-	-
100	0,18a	0,18a	0,53a	0,88a	0,88a	0,88a	0,88a	0,88a	1,06a	1,06a	-
200	0,20a	0,39a	0,60a	1,00a	1,19a	1,19a	1,19a	1,20a	1,39a	1,39a	1,80
d.m.s. (5%)	0,71	0,90	0,94	0,40	0,72	0,72	0,72	0,72	0,87	0,79	-

QUADRO 37. Percentagens de perda de peso de limões tratados com diferentes concentrações de ácido giberélico, embalados em envoltórios de polietileno de 50 micra de espessura e mantidos à 8°C.

Ácido giberélico (ppm)	Período de armazenamento (semanas)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
0	0,19a	0,19a	0,19b	0,57a	0,76a	-	-	-
50	0,00a	0,39a	0,95a	0,95a	1,14a	1,14a	-	-
100	0,00a	0,00a	0,52ab	0,89a	0,89a	0,89a	-	-
200	0,00a	0,20a	0,20ab	0,40a	0,60a	0,60a	0,60	1,00
d.m.s. (5%)	0,38	0,74	0,71	0,69	0,75	0,75	-	-

de 30 micra - Quadro 36). Quando se utilizou o polietileno de 50 micra (Quadro 37), os períodos de armazenamento para os frutos não tratados ficou reduzido para 5 semanas, enquanto que para os tratados com 50 e 100 ppm de ácido giberélico foi de 6 semanas.

No Quadro 38 são apresentadas as percentagens de perda de peso dos limões tratados com ácido giberélico, não encerados, embalados em caixas de papelão e mantidos à 8°C. As menores perdas de peso foram observadas nos limões tratados com 200 ppm de ácido giberélico. Para esses frutos atingirem o limite do armazenamento comercial proposto por WARDLAW (1933), que são perdas iguais ou superiores a 12-14%, transcorreram 8 semanas. Em relação ao mesmo tratamento, porém quando os limões foram mantidos à temperatura ambiente (Quadro 34), cujo período de estocagem foi limitado a 2 semanas, o uso da refrigeração trouxe um ganho de 6 semanas.

EL-NABAWY et al. (1981) também observaram efetividade do ácido giberélico na redução da perda de peso de laranjas 'Valencia' armazenadas sob refrigeração.

No Quadro 39 são evidenciadas as percentagens de perda de peso de limões tratados com ácido giberélico, encerados, embalados em caixas de papelão e mantidos à 8°C. Os dados mostram que as perdas de peso foram consideravelmente menores e o período de armazenamento mais longo (12 semanas) em comparação aos frutos sem enceramento, mantidos nas mesmas condições (Quadro 38).

De maneira similar ao ocorrido com os limões tratados com ácido giberélico, encerados e mantidos à temperatura ambiente (Quadro 35), não houve efeito notório do ácido giberélico na diminuição da perda de peso dos frutos. Esses resultados são concordantes com os obtidos por EL-NABAWY et al. (1977) com limões Eureka, armazenados à 14°C.

QUADRO 38. Percentagens de perda de peso de limões tratados com diferentes concentrações de ácido giberélico, não encerados, embalados em caixas de papelão e mantidos à 8°C.

Ácido giberélico (ppm)	Período de armazenamento (semanas)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	3,70a	5,96a	8,02a	9,87a	11,10a	11,92ab	13,57ab	15,42ab	17,07a
50	4,06a	6,76a	8,69a	10,81a	12,55a	12,74a	14,28a	16,02a	18,14a
100	3,97a	6,12a	8,63a	10,61a	12,41a	12,96a	14,40a	17,11a	18,02a
200	2,24b	4,29b	5,92b	7,96b	9,81b	10,42b	12,05b	13,89b	16,15a
d.m.s. (5%)	0,84	0,98	1,23	1,51	2,16	2,00	1,85	2,01	2,24

QUADRO 39. Percentagens de perda de peso de limões tratados com diferentes concentrações de ácido giberélico, encerados, embalados em caixas de papelão e mantidos à 8°C.

Ácido giberélico (ppm)	Período de armazenamento (semanas)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0	2,06a	3,09ab	4,75a	6,19a	8,27a	8,27ab	8,67a	10,74a	11,35a	12,80a	-	-
50	1,98a	3,54a	4,89a	6,06a	7,63a	8,02ab	8,79a	10,72a	11,70a	13,47a	14,25a	15,61a
100	1,93a	2,74ab	4,93a	6,25a	7,60a	8,42a	8,99a	10,14a	11,88a	13,48a	14,83a	16,22a
200	1,19a	2,38b	3,77a	5,17b	6,95a	6,95b	8,35a	10,55a	12,13a	13,52a	14,91a	16,50a
d.m.s. (5%)	0,97	0,91	1,37	0,85	1,32	1,38	1,16	1,47	1,30	1,26	1,35	1,36

4.5.2. Cor da casca

As notas médias atribuídas à cor da casca de limões tratados com ácido giberélico, embalados em envoltórios de polietileno de 30 μ de espessura e mantidos à temperatura ambiente são apresentadas no Quadro 40.

Verifica-se que até a 6.^a semana de armazenamento não houve diferenças na coloração dos frutos controle e os tratados com ácido giberélico. A partir de então, excluindo-se os frutos tratados com 100 ppm de ácido giberélico onde foram constatadas podridões - já referidas no item 4.5.1 - Quadro 32, houve diferença estatística significativa entre os tratamentos. Os frutos tratados com 50 e 200 ppm de ácido giberélico apresentaram notas inferiores para a coloração o que é um indicativo de frutos mais verdes, ou seja, foi constatado o efeito do ácido giberélico em evitar a degradação da clorofila. Do ponto de vista comercial (coloração da casca verde clara), o período de armazenamento fica limitado a 5 semanas, independentemente da concentração de ácido giberélico utilizada.

ISMAIL et al. (1967), BLEINROTH et al. (1976), ELZEFTAWI (1978), COELHO et al. (1981) e PASSAM & BLUNDEN (1982) obtiveram resultados similares aos do presente trabalho.

No Quadro 41 são evidenciadas as notas médias atribuídas à cor da casca de limões tratados com ácido giberélico, embalados em envoltórios de polietileno de 50 μ de espessura e mantidos à temperatura ambiente.

Até a 3.^a semana de armazenamento não foram observadas mudanças na coloração. Os limões tratados com 0 e 50 ppm de ácido giberélico foram descartados na 4.^a semana de estocagem devido a problemas de deterioração. Não foram constatadas diferenças signi-

QUADRO 40. Nota média atribuída à cor¹⁾ da casca de limões tratados com diferentes concentrações de ácido giberélico, embalados em envoltórios de polietileno de 30 micra de espessura e mantidos à temperatura ambiente.

Ácido giberélico (ppm)	Período de armazenamento (semanas)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1,00	1,00	1,00	1,00	2,03a	2,64a	2,92a	3,63a	3,90a
50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,73a	2,31a	2,40b	2,69b	3,07b
100	1,00	1,00	1,00	1,00	1,53a	2,34a	-	-	-
200	1,00	1,00	1,00	1,00	1,47a	2,09a	2,24b	2,65b	-
d.m.s. (5%)	-	-	-	-	0,60	0,60	0,51	0,55	0,72

1) Notas para a cor: 1-verde escura; 2-verde clara (verde amarelada); 3-amarela esverdeada e 4-amarela

QUADRO 41. Nota média atribuída à cor¹⁾ da casca de limões tratados com diferentes concentrações de ácido giberélico, embalados em envoltórios de polietileno de 50 micra de espessura e mantidos à temperatura ambiente.

Ácido giberélico (ppm)	Período de armazenamento (semanas)						
	1	2	3	4	5	6	7
0	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-
50	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-
100	1,00	1,00	1,00	1,00	1,42a	-	-
200	1,00	1,00	1,00	1,00	1,37a	2,09	2,15
d.m.s. (5%)	-	-	-	-	6,25	-	-

187

1) Notas para a cor: 1-verde escura; 2-verde clara (verde amarelada);
3-amarela esverdeada e 4-amarela

ficativas entre as concentrações de 100 e 200 ppm. Somente os frutos tratados com 200 ppm de ácido giberélico atingiram a 7.^a semana de armazenamento, porém a taxa de amarelecimento foi retardada pois os limões ainda se apresentavam com a coloração verde clara. Tal fato pode ser também atribuído ao uso da embalagem de polietileno, por nós verificado no item 4.4.2. e demonstrado nos trabalhos de KAWADA & ALBRIGO (1979) e SHARKEY & PEGGIE (1984), com filmes de baixa densidade.

No Quadro 42 são mostradas as notas médias da cor da casca de limões tratados com ácido giberélico, não encerados, embalados em caixas de papelão e mantidos à temperatura ambiente. Houve acentuada superioridade do tratamento com 200 ppm de ácido giberélico na retenção da cor verde da casca em relação aos frutos controle. Embora o período de armazenamento fosse relativamente pequeno decorrente da elevada perda de peso dos frutos (Quadro 34), o tratamento com o ácido giberélico mostrou-se vantajoso.

As notas médias atribuídas à cor da casca de limões tratados com ácido giberélico, encerados, embalados em caixas de papelão e mantidos à temperatura ambiente são apresentadas no Quadro 43.

Foram constatadas diferenças entre os limões controle e os frutos tratados com o ácido giberélico. Houve efeito do ácido giberélico no retardamento da taxa de amarelecimento. Na 7.^a semana de armazenamento, a coloração dos frutos-contrôle era amarela esverdeada enquanto os tratados com 200 ppm de ácido giberélico se apresentavam verde claro. Nossos resultados são concordantes com os do trabalho de EL-NABAWY et al. (1976), ZALDIVAR & BARQUET(1978) e BLUNDEN et al. (1979). Não houve, entretanto, pronunciadas diferenças em função das concentrações de ácido giberélico utilizadas, como foi também observado por ISMAIL et al.(1967) em laranjas Valência.

QUADRO 42. Nota média atribuída à cor¹⁾ da casca de limões tratados com diferentes concentrações de ácido giberélico, não encerados, embalados em caixas de papelão e mantidos à temperatura ambiente.

Ácido giberélico (ppm)	Período de armazenamento (semanas)				
	1	2	3	4	5
0	1,00	1,00	1,00	1,00	2,91a
50	1,00	1,00	1,00	1,00	2,75ab
100	1,00	1,00	1,00	1,00	2,56bc
200	1,00	1,00	1,00	1,00	2,44c
d.m.s. (5%)	-	-	-	-	0,25

1) Notas para a cor: 1-verde escura; 2-verde clara (verde amarelada); 3-amarela esverdeada e 4-amarela

QUADRO 43. Nota média atribuída à cor¹⁾ da casca de limões tratados com diferentes concentrações de ácido giberélico, encerados, embalados em caixas de papelão e mantidos à temperatura ambiente.

Ácido giberélico (ppm)	Período de armazenamento (semanas)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
0	1,00	1,00	1,00	1,00	2,23a	2,59a	2,92a	3,44a
50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,96ab	2,38a	2,58b	2,91b
100	1,00	1,00	1,00	1,00	1,77b	2,28ab	2,57b	2,87b
200	1,00	1,00	1,00	1,00	1,76b	1,99b	2,30b	2,71b
d.m.s. (5%)	-	-	-	-	0,34	0,31	0,30	0,27

1) Notas para a cor: 1-verde escura; 2-verde clara (verde amarelada); 3-amarela esverdeada e 4-amarela

No Quadro 44 são apresentadas as notas médias atribuídas à cor da casca de limões tratados com ácido giberélico, embalados em envoltórios de polietileno de 30 u de espessura e mantidos à 8°C.

Os dados revelam que até a 5.^a semana de armazenamento não houve efeito acentuado do ácido giberélico na retenção da cor verde dos limões. Durante o decorrer do armazenamento, o tratamento com ácido giberélico vai se sobressaindo em relação ao controle porém sem haver diferenças entre as concentrações utilizadas. Do ponto de vista comercial (cor verde clara), condicionando o período de armazenamento em 5 semanas, o tratamento com ácido giberélico não teve muita influência no retardamento do desverdecimento e essa resposta pode ser atribuída ao uso da embalagem de polietileno, como foi discutido anteriormente no item 4.4.2. e no Quadro 40.

No Quadro 45 são mostradas as notas médias atribuídas à cor da casca de limões tratados com ácido giberélico, embalados em envoltórios de polietileno de 50 u de espessura e mantidos à 8°C.

Não foram observadas diferenças na coloração dos frutos controle e os tratados com ácido giberélico ao longo de todo o período de armazenamento (6 semanas para os limões tratados com 50 e 100 ppm de ácido giberélico e de 8 semanas para os com 200 ppm). Essas variações na longevidade dos limões foram condicionadas pela incidência de podridões, que determinaram menor período de armazenamento para os frutos não tratados e proporcionalmente maior período de estocagem para os limões tratados com ácido giberélico. Este fitoregulador promoveu maior resistência dos frutos tratados à deterioração microbiana, fato esse que é confirmado nos trabalhos de EL-NABAWY et al. (1976) e de EL-NABAWY et al. (1981).

QUADRO 44. Nota média atribuída à cor¹⁾ da casca de limões tratados com diferentes concentrações de ácido giberélico, embalados em envoltórios de polietileno de 30 micra de espessura e mantidos à 8°C.

Ácido giberélico (ppm)	Período de armazenamento (semanas)										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,90a	2,55a	2,81a	3,17a	3,60a	-	-
50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,63a	2,19b	2,38b	2,62b	2,90b	-	-
100	1,00	1,00	1,00	1,00	1,89a	2,49ab	2,65ab	2,85ab	3,18b	3,32a	-
200	1,00	1,00	1,00	1,00	1,83a	2,34ab	2,48ab	2,75b	2,93b	3,02b	3,13
d.m.s. (5%)	-	-	-	-	0,51	0,34	0,39	0,40	0,35	0,25	-

1) Notas para a cor: 1-verde escura; 2-verde clara (verde amarelada); 3-amarela esverdeada e 4-amarela

QUADRO 45. Nota média atribuída à cor¹⁾ da casca de limões tratados com diferentes concentrações de ácido giberélico, embalados em envoltórios de polietileno de 50 micra de espessura e mantidos à 8°C.

Ácido giberélico (ppm)	Período de armazenamento (semanas)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,82a	-	-	-
50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,69a	2,19a	-	-
100	1,00	1,00	1,00	1,00	1,61a	2,13a	-	-
200	1,00	1,00	1,00	1,00	1,61a	2,06a	2,24	2,52
d.m.s. (5%)	-	-	-	-	0,30	0,31	-	-

1) Notas para a cor: 1-verde escura; 2-verde clara (verde amarelada);
3-amarela esverdeada e 4-amarela

No Quadro 46 são apresentadas as notas médias atribuídas à cor da casca de limões tratados com ácido giberélico, não encerrados, embalados em caixas de papelão e mantidos à 8°C.

Os dados mostram que houve diferença estatística significativa na retenção da cor verde entre os limões controle e os tratados com ácido giberélico. Não foram observadas, porém, diferenças entre as concentrações de ácido giberélico utilizadas no decorrer do período de armazenamento. Resultados similares foram obtidos no trabalho de ISMAIL et al. (1967), com laranjas 'Valência'. Outros autores como EL-NABAWY et al. (1976), EL-NABAWY et al. (1977), EL-ZEFTAWI (1978) e EL-NABAWY et al. (1981) também constataram o efeito do ácido giberélico no retardamento do amarelecimento das frutas quando comparadas ao controle.

Do ponto de vista comercial, o período de armazenamento foi de 5 semanas para os limões tratados com ácido giberélico atingirem a nota 2-cor verde clara.

As notas médias atribuídas à cor da casca de limões tratados com ácido giberélico, encerrados, embalados em caixas de papelão e mantidos à 8°C são apresentadas no Quadro 47. Não foram observadas diferenças estatísticas significativas entre a coloração dos limões controle e dos frutos tratados com as diferentes concentrações de ácido giberélico ao longo de todo o período de armazenamento (12 semanas). Do ponto de vista comercial (cor da casca verde clara), o período de armazenamento fica reduzido para 5 semanas.

O fato de que os frutos-contrôle (sem ácido giberélico) foram encerrados e que o encerramento por si próprio conduz a uma menor taxa de amarelecimento dos frutos, relatado por PASSAM & BLUNDEN (1982) e SINGH et al. (1984) e por nós confirmado no item 4.3.2. - Quadro 22, provavelmente é a causa da similaridade obser-

QUADRO 46. Nota média atribuída à cor¹⁾ da casca de limões tratados com diferentes concentrações de ácido giberélico, não encerados, embalados em caixas de papelão e mantidos à 8°C.

Ácido giberélico (ppm)	Período de armazenamento (semanas)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1,00	1,00	1,00	1,00	2,25a	2,52a	2,63a	2,77a	3,02a
50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,98b	2,24b	2,33b	2,59ab	2,77ab
100	1,00	1,00	1,00	1,00	1,99b	2,35b	2,42b	2,53b	2,66
200	1,00	1,00	1,00	1,00	2,04ab	2,32b	2,39b	2,46b	2,66b
d.m.s. (5%)	-	-	-	-	0,22	0,16	0,16	0,19	0,25

1) Notas para a cor: 1-verde escura; 2-verde clara (verde amarelada); 3-amarela esverdeada e 4-amarela

QUADRO 47. Nota média atribuída à cor¹⁾ da casca de limões tratados com diferentes concentrações de ácido giberélico, encerados, embalados em caixas de papelão e mantidos à 8°C.

Ácido giberélico (ppm)	Período de armazenamento (semanas)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0	1,00	1,00	1,00	1,00	2,25a	2,55a	2,66a	2,87a	3,15a	3,27a	-	-
50	1,00	1,00	1,00	1,00	2,03a	2,39a	2,48a	2,68a	2,92a	3,03a	3,08a	3,21a
100	1,00	1,00	1,00	1,00	2,09a	2,45a	2,49a	2,61a	2,93a	3,00a	3,08a	3,27a
200	1,00	1,00	1,00	1,00	1,87a	2,29a	2,44a	2,63a	2,82a	2,92a	2,93a	3,13a
d.m.s. (5%)	-	-	-	-	0,33	0,32	0,30	0,30	0,34	0,32	0,33	0,31

1) Notas para a cor: 1-verde escura; 2-verde clara (verde amarelada);
3-amarela esverdeada e 4-amarela

vada entre os frutos controle e os tratados com ácido giberélico.

4.5.3. Análises químicas

No Quadro 48 é apresentada a composição química de limões tratados com ácido giberélico, embalados em envoltórios de polietileno de 30 e 50 μ de espessura e mantidos à temperatura ambiente.

O valor inicial do pH foi de 2,09 e houve uma tendência de ligeiro acréscimo em relação ao tempo zero de armazenamento, tanto nos limões controle como nos tratados com ácido giberélico, mantidos em envoltórios de 30 ou 50 micra de espessura. Resultados similares foram discutidos no item 4.2.4.1., que confirmaram os dados do estudo de BLEINROTH et al. (1976).

Os teores de sólidos solúveis foram mais baixos nos limões-contrôle e nos tratados com ácido giberélico em relação ao valor inicial (8,8^oBrix). Nos frutos envoltos por polietileno de 50 μ de espessura com 0,4 e 8 furos também foram observados teores de sólidos solúveis menores que o inicial (item 4.4.3 - Quadro 30).

As percentagens de acidez dos limões controle e dos tratados com ácido giberélico envoltos em polietileno de 30 ou 50 micra de espessura decresceram em relação ao valor inicial (6,32%), como também foi constatado nos frutos em sacos de polietileno de 50 micra de espessura, com diferentes números de furos (item 4.4.3- Quadro 30) e esses dados confirmaram os trabalhos de PURVIS (1983), GILFILLAN & PINER (1985) e de SHARKEY et al. (1985).

A relações brix/acidez total não mantiveram uma tendência definida de acréscimo ou decréscimo. O menor valor obtido 1,36, foi determinado nos limões sem ácido giberélico e envoltos em polietileno de 50 μ e nos frutos tratados com 50 ppm de ácido giberélico e envoltos em polietileno de 30 μ de espessura. Os demais tratamentos apresentaram relações brix/acidez de maiores valo

QUADRO 48. Composição química de limões tratados com diferentes concentrações de ácido giberélico, embalados em envoltórios de polietileno de 30 e 50 micra de espessura e mantidos à temperatura ambiente.

	pH		°Brix (sólidos solúveis)		Acidez total (%)		Relação brix /acidez total		Vitamina C (mg/100g)	
Inicial	2,09		8,8		6,32		1,39		32	
Ácido giberélico (ppm)	polietileno		polietileno		polietileno		polietileno		polietileno	
	30µ	50µ	30µ	50µ	30µ	50µ	30µ	50µ	30µ	50µ
0	2,29	2,10	8,3	8,2	5,89	6,01	1,41	1,36	30	34
50	2,17	2,17	8,0	7,8	5,88	5,06	1,36	1,54	30	25
100	2,18	2,26	8,6	8,7	6,16	4,86	1,40	1,79	33	29
200	2,16	2,48	8,6	7,6	5,52	5,06	1,56	1,50	31	31

res, o que são indicativos de frutos menos ácidos.

Os teores de vitamina C dos limões sem ácido giberélico e dos tratados com 50 e 200 ppm de ácido giberélico, envoltos em polietileno de 30 μ de espessura apresentaram valores inferiores ao inicial (32 mg). Também os frutos tratados com 50, 100 e 200 ppm de ácido giberélico, envoltos em polietileno de 50 μ de espessura, apresentaram valores abaixo de 32 mg. O único tratamento em que foi observado retenção de vitamina C foi com 100 ppm de ácido giberélico para os limões envoltos em polietileno de 30 μ de espessura. EL-NABAWY et al. (1977) também observaram aumento no teor de vitamina C de limões Eureka tratados com 500 ppm de ácido giberélico.

No Quadro 49 é apresentada a composição química dos limões tratados com ácido giberélico, seme com enceramento, embalados em caixas de papelão e mantidos à temperatura ambiente.

Os valores de pH dos frutos sem ácido giberélico e os tratados com ácido giberélico se situaram acima do valor inicial (2,09) e na faixa de 2,20 a 2,30. Semelhante fato ocorreu nos frutos envoltos em polietileno de 30 ou 50 μ de espessura (Quadro 48) e nos frutos mantidos sob refrigeração (Quadro 14).

Os teores de sólidos solúveis aumentaram em relação ao valor inicial nos limões sem e com enceramento e também nos sem ácido giberélico e nos tratados com esse fitoregulador. Resultados similares foram obtidos com os limões controle e os frutos envoltos em polietileno com 32 furos (Quadro 30).

Houve uma tendência de elevação da acidez em relação ao valor inicial (6,32%). Dados semelhantes foram observados nos limões tratados com diferentes tipos de recobrimento (Quadro 23) e no trabalho de EL-NABAWY et al. (1977) com limões tratados com ácido giberélico.

QUADRO 49. Composição química de limões tratados com diferentes concentrações de ácido giberélico, sem e com enceramento, embalados em caixas de papelão e mantidos à temperatura ambiente.

	pH		Brix (sólidos solúveis)		Acidez total (%)		Relação brix /acidez total		Vitamina C (mg/100g)	
	sem	com	sem	com	sem	com	sem	com	sem	com
Inicial	2,09		8,8		6,32		1,39		32	
Ácido giberélico (ppm)	enceramento		enceramento		enceramento		enceramento		enceramento	
	sem	com	sem	com	sem	com	sem	com	sem	com
0	2,28	2,23	10,0	10,0	7,33	6,86	1,36	1,46	39	38
50	2,22	2,20	9,2	9,4	6,73	6,60	1,37	1,42	33	34
100	2,22	2,30	8,9	9,8	6,87	6,25	1,30	1,57	33	31
200	2,21	2,20	8,6	10,4	6,71	6,92	1,28	1,50	31	35

As relações brix/acidez total dos limões sem enceramento tenderam a diminuir enquanto as dos frutos com enceramento tenderam a aumentar em relação ao valor inicial (1,39). Os limões tratados com "Pro-long" e com "Stafresh" também apresentaram relações brix/acidez total superiores ao valor inicialmente determinado (Quadro 23).

Os limões sem enceramento e não tratados com ácido giberélico perderam 2 mg de vitamina C, enquanto os tratados com 50, 100 e 200 ppm se mantiveram com níveis praticamente idênticos ao inicial. Já nos frutos encerados se constatou retenção da vitamina C tanto nos não tratados como nos tratados com ácido giberélico. PAREDES-LÓPEZ et al. (1974a) e SINGH et al. (1984) também verificaram maior retenção de vitamina C nas frutas recobertas com ceras.

No Quadro 50 é apresentada a composição química dos limões tratados com diferentes concentrações de ácido giberélico, embalados em envoltórios de polietileno de 30 e 50 μ de espessura e mantidos à 8°C.

Os valores de pH dos limões, sem e com ácido giberélico, e envoltos por polietileno de 30 ou 50 μ de espessura foram superiores ao valor inicialmente determinado. Resultados similares foram observados nos frutos mantidos sob refrigeração (Quadro 14), nos frutos em polietileno (30 e 50 μ) e mantidos em temperatura ambiente (Quadro 48) e nos frutos encerados ou não, tratados ou não com ácido giberélico e mantidos em temperatura ambiente (Quadro 49).

Os teores de sólidos solúveis foram menores, tanto nos limões sem ou com ácido giberélico como nos envoltos em polietileno de 30 ou 50 micra de espessura, em relação ao valor inicial (8,8° brix). Observações semelhantes foram efetuadas nos limões embalados em polietileno e mantidos à temperatura ambiente (Quadro

QUADRO 50. Composição química de limões tratados com diferentes concentrações de ácido giberélico, embalados em envoltórios de polietileno de 30 e 50 micra de espessura e mantidos à 8°C.

	pH		°Brix (sólidos solúveis)		Acidez total (%)		Relação brix /acidez total		Vitamina C (mg/100g)	
Inicial	2,09		8,8		6,32		1,39		32	
Ácido giberélico (ppm)	polietileno		polietileno		polietileno		polietileno		polietileno	
	30µ	50µ	30µ	50µ	30µ	50µ	30µ	50µ	30µ	50µ
0	2,32	2,27	8,6	8,1	5,48	5,46	1,57	1,48	33	35
50	2,12	2,31	8,4	7,6	5,57	5,01	1,50	1,52	31	31
100	2,22	2,23	7,9	8,0	5,30	5,39	1,49	1,48	29	35
200	2,07	2,42	8,2	8,5	5,98	5,40	1,37	1,57	30	35

48) e nos limões embalados em polietileno não perfurado e perfurado (4 e 8 furos) - Quadro 30.

As percentagens de acidez dos limões não tratados e tratados com ácido giberélico (mantidos em polietileno de 30 ou de 50 micra) foram decrescentes em relação ao valor inicialmente determinado (6,32%), como também foi constatado nos frutos sem ou com ácido giberélico, embalados em polietileno e mantidos à temperatura ambiente (Quadro 48) e nos limões embalados em polietileno com diferentes números de furos e armazenados à 8°C (Quadro 31).

De maneira geral, as relações brix/acidez total dos frutos sem ou com ácido giberélico e dos envoltos em polietileno de 30 ou 50 micra de espessura tenderam a aumentar em relação ao valor inicial (1,39). Similares resultados foram verificados nos limões embalados em polietileno, com diferentes números de furos e armazenados à 8°C (Quadro 31) e nos limões mantidos sob refrigeração (Quadro 17).

Nos limões sem ou com tratamento com ácido giberélico, envoltos por polietileno de 50 micra de espessura e mantidos à 8°C houve manutenção dos teores de vitamina C. Nos frutos embalados em polietileno com 0 e 4 perfurações e armazenados à 8°C (Quadro 31) foram observados resultados similares.

As composições químicas dos limões tratados com ácido giberélico, sem e com enceramento, embalados em caixas de papelão e mantidos à 8°C são evidenciadas no Quadro 51.

Os valores de pH dos frutos, sem ou com ácido giberélico e sem ou com enceramento, se situaram acima do valor inicialmente determinado (2,09). Semelhantes observações foram efetuadas nos limões mantidos sob refrigeração (Quadro 14) e nos frutos não tratados e tratados com ácido giberélico sem ou com cera, armazena

QUADRO 51. Composição química de limões tratados com diferentes concentrações de ácido giberélico, sem e com enceramento, embalados em caixas de papelão e mantidos à 8°C.

Inicial	°Brix (sólidos solúveis)		Acidez total (%)		Relação brix /acidez total		Vitamina C (mg/100g)			
	2,09	8,8	6,32	1,39	32					
Ácido giberélico (ppm)	enceramento		enceramento		enceramento		enceramento			
	sem	com	sem	com	sem	com	sem	com		
0	2,32	2,17	9,5	8,6	6,23	6,27	1,52	1,37	37	31
50	2,31	2,20	9,4	8,8	6,17	5,62	1,52	1,56	36	33
100	2,33	2,15	9,0	9,0	6,10	6,40	1,47	1,41	33	37
200	2,35	2,16	9,3	8,6	6,09	5,97	1,53	1,44	33	36

dos à temperatura ambiente (Quadro 49).

Os sólidos solúveis tenderam a aumentar em relação ao valor inicial (8,8° brix), tanto nos limões tratados sem ou com ácido giberélico ou cera. Dados similares foram obtidos nos frutos mantidos sob refrigeração (Quadro 15) e nos frutos tratados ou não com ácido giberélico e sem ou com enceramento e armazenados à temperatura ambiente (Quadro 49), cujos valores foram levemente mais elevados nos limões encerados.

Houve diminuição na percentagem de acidez dos limões tratados com ácido giberélico e sem enceramento, em relação ao valor inicial e este decréscimo foi proporcional ao aumento das concentrações de ácido giberélico. EL-NABAWY et al. (1981) também verificaram leve redução na acidez das laranjas Valência tratadas com ácido giberélico e armazenadas à 3°C.

As relações brix/acidez total dos limões sem e com ácido giberélico e encerados e não encerados, foram superiores ao valor inicialmente determinado (1,39), exceto os frutos sem ácido giberélico e encerados (1,37). Resultados semelhantes foram observados nos limões mantidos sob refrigeração (Quadro 17), nos frutos tratados com "Pro-long" e com "Stafresh" e armazenados à 8°C (Quadro 23) e nos limões tratados com ácido giberélico e com enceramento, mantidos à temperatura ambiente (Quadro 49).

Houve retenção nos teores de vitamina C dos limões sem ou com ácido giberélico e sem enceramento. Nos frutos com enceramento também foi verificada manutenção da vitamina C, exceto nos limões sem ácido giberélico nos quais houve ligeira perda. EL-NABAWY et al. (1977) haviam relatado, como em nosso trabalho, aumentos nos teores de vitamina C em limões Eureka tratados com 500 ppm de ácido giberélico.

5. CONCLUSÕES

Nas condições em que foram efetuados os experimentos po demos tirar as conclusões seguintes:

5.1. Determinação da temperatura adequada para a conservação

- 5.1.1. O limão Taiti demonstrou ser sensível às temperaturas de 2 e 5°C nas quais foi constatada a ocorrência do dano fisiológico causado pelo frio.
- 5.1.2. Os sintomas do dano causado pelo frio foram mais intensos à temperatura mais baixa (2°C) e no maior tempo de armazenamento.
- 5.1.3. A 8°C, nenhum sintoma do dano causado pelo frio foi observado, ao longo do período total de armazenamento (12 semanas).
- 5.1.4. A 8°C foram observadas as menores perdas de peso dos frutos.
- 5.1.5. A 8°C, o período comercial de armazenamento foi de quatro semanas, condicionado pelo parâmetro de qualidade - cor verde da casca.
- 5.1.6. Das três temperaturas estudadas, a de 8°C demonstrou ser a mais adequada para a conservação do limão Taiti.

5.2. Emprego de recobrimentos

- 5.2.1. Para o "Pro-long" e o "Stafresh", as concentrações mais efetivas no controle da perda de peso dos limões mantidos à temperatura ambiente ou à 8°C foram as de 2% e de 100%, respectivamente.
- 5.2.2. Os tratamentos com "Pro-long" a 2% e "Stafresh" a 100% demonstraram vantagens sobre os demais em relação à retenção da cor verde da casca dos frutos armazenados à temperatura ambiente ou a 8°C.

- 5.2.3. O "Stafresh" a 100% demonstrou superioridade ao "Pro-long" a 2%, em relação aos dois parâmetros de qualidade acima mencionados, notadamente quando os limões foram conservados à temperatura ambiente.
- 5.2.4. Os segundos melhores tratamentos no controle da perda de peso e na retenção da cor verde da casca dos limões foram "Pro-long" a 1,5% e "Stafresh" a 50%.
- 5.2.5. Os sabores das limonadas preparadas com os limões tratados com 1,5 e 2% de "Pro-long" e com 100% de "Stafresh" diferiram da limonada-padrão e foram considerados de qualidade inferior.
- 5.2.6. Nas limonadas preparadas com os frutos tratados com 2% de "Pro-long" e com 100% de "Stafresh" e mantidos a 8°C, houve detecção de ligeiro sabor estranho.
- 5.2.7. Ao se avaliar conjuntamente os parâmetros de qualidade: perda de peso, cor da casca e sabor dos frutos pode-se recomendar o emprego do "Stafresh" a 50% para a conservação do limão Taiti.
- 5.3. Emprego de envoltórios de filmes flexíveis
- 5.3.1. O fator limitante para os limões-contrôle, armazenados à temperatura ambiente foi a excessiva perda de peso.
- 5.3.2. Embora nos limões envoltos por polietileno não perfurado e com 4 furos ocorressem as menores perdas de peso à temperatura ambiente, altas incidências de deterioração condicionaram o período de armazenamento em somente três semanas.
- 5.3.3. Os períodos de conservação dos frutos envoltos por polieti-

leno com 8, 16 e 32 furos foram de 6 e de 9 semanas, respectivamente, à temperatura ambiente e à 8°C.

5.3.4. Na 5ª semana de armazenamento à temperatura ambiente, os limões embalados em polietileno com 8 furos apresentaram coloração menos avançada (mais verdes) do que os frutos em polietileno com 16 ou 32 furos.

5.3.5. As constatações das incidências de podridões nos limões embalados em polietileno não perfurado e com 4 furos e armazenados à 8°C ocorreram após 5 e 8 semanas, respectivamente.

5.3.6. Do ponto de vista comercial, somente os limões embalados com 8, 16 ou 32 furos e até a 5ª semana de armazenamento à 8°C, se mostraram com a coloração adequada, ou seja, verde claro.

5.3.7. Em relação à coloração, os limões não envoltos em polietileno e armazenados à 8°C apresentaram um período de armazenamento ainda mais reduzido, isto é, de 4 semanas para os frutos atingirem a cor verde clara.

5.3.8. Considerando-se que, de acordo com os dados deste trabalho, o uso da temperatura de 8°C, juntamente com embalagem de polietileno, contribuíram para prolongar em apenas uma semana o tempo de disponibilidade dos limões, conclui-se que o recomendado é utilizar a temperatura ambiente com o produto embalado em polietileno, 50 micra, com 8 furos.

5.4. Emprego de fitoreguladores

5.4.1. As percentagens de perda de peso de limões com 0 e 50 ppm de ácido giberélico, embalados em envoltórios de polietileno de 30 micra de espessura e mantidos à temperatura ambien

te se situaram ao redor de 3% após 9 semanas de armazenamento.

- 5.4.2. Os períodos de armazenamento quando se utilizou o mesmo tipo de embalagem e temperatura reduziram-se para 6 e 8 semanas, respectivamente, para os limões com 100 e 200 ppm de ácido giberélico, devido a problemas de deterioração.
- 5.4.3. Do ponto de vista comercial (coloração da casca verde clara), o período de armazenamento fica limitado a 5 semanas, independente da concentração de ácido giberélico utilizada.
- 5.4.4. Para os limões tratados com 0 e 50 ppm de ácido giberélico, embalados em envoltórios de polietileno de 50 micra de espessura e mantidos à temperatura ambiente, a conservação foi limitada a 3 semanas em função da incidência de podridões, enquanto que os frutos tratados com 100 ppm, esse período se estendeu até a 5.^a semana.
- 5.4.5. Os limões tratados com 200 ppm de ácido giberélico embalados em polietileno de 50 micra de espessura e mantidos à temperatura ambiente se mantiveram em boas condições até 7 semanas (perdas de peso inferiores a 2%) e a taxa de amarelecimento foi retardada pois os frutos ainda se apresentavam com a coloração verde clara.
- 5.4.6. Face as elevadas perdas de peso, os limões sem ou com tratamento com ácido giberélico, não encerados, embalados em caixas de papelão e mantidos à temperatura ambiente só puderam ser armazenados por duas semanas.
- 5.4.7. O enceramento dos limões, tratados ou não com ácido giberélico, embalados em caixas de papelão e mantidos à temperatura ambiente propiciou um período de armazenamento mais longo,

ou seja, de 5 semanas (3 semanas adicionais em relação aos frutos não encerados) condicionado pela percentagem de perda de peso. Houve efeito do ácido giberélico no retardamento da taxa de amarelecimento.

- 5.4.8. A percentagem de perda de peso de frutos tratados com 200 ppm de ácido giberélico mantidos à 8°C foi inferior à 2%, após 11 semanas de armazenamento e quando se utilizou polietileno na espessura de 30 micra. A coloração da casca verde clara condicionou o armazenamento desses frutos em 5 semanas.
- 5.4.9. A percentagem de perda de peso de limões tratados com 200 ppm de ácido giberélico, embalados em filme de 50 micra e mantidos à 8°C, foi igual a 1%, após 8 semanas de armazenamento. Não foram observadas diferenças na coloração dos frutos controle e dos tratados com ácido giberélico.
- 5.4.10. O período de armazenamento dos limões tratados com 200 ppm de ácido giberélico, não encerados, embalados em caixas de papelão e mantidos à 8°C foi de 8 semanas condicionado pela perda de peso dos frutos. Do ponto de vista comercial, o período de armazenamento foi de 5 semanas para os limões tratados com ácido giberélico atingirem a nota 2-cor verde clara.
- 5.4.11. As perdas de peso dos limões encerados foram consideravelmente menores e o período de armazenamento mais longo - 12 semanas - em comparação aos frutos sem enceramento, mantidos nas mesmas condições (5.4.10). Não foram observadas diferenças estatísticas significativas entre a coloração dos limões controle e dos frutos tratados com ácido giberélico, sendo que também o período de armazenamento para os frutos atingirem a cor verde clara foi de 5 semanas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AHMAD, M.; KHALID, Z.M. & FAROOQI, W.A. Effect of waxing and lining materials on storage life of some citrus fruits. Proc. Fla. State Hort. Soc., 92:237-240, 1979.
2. ALBRIGO, L.G.; ISMAIL, M.A.; HALE, P.W. & HATTON, Jr. T.T. Shipment and storage of Florida grapefruit using unipack film barriers. Proc. Int. Soc. Citriculture, Tokyo, 2:714-717, 1981.
3. ALBRIGO, L.G.; KAWADA, K.; HALE, P.W.; SMOOT, J.J. & HATTON, Jr. T.T. Effect of harvest date and preharvest and postharvest treatments on Florida grapefruit condition in export to Japan. Proc. Fla. State Hort. Soc. 93:323-327, 1980.
4. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists- 13ed. Washington, D.C.; AOAC, 1980. 1018p.
5. BANCO DO BRASIL S.A. Carteira de Comércio Exterior - CACEX. Brasil 83. Comércio Exterior: Exportação- mercadorias por países e portos - 1983. Rio de Janeiro, 1984. p.31-38.
6. BANCO DO BRASIL S.A. Carteira de Comércio Exterior - CACEX. Brasil 1984. Comércio Exterior: Exportação- mercadorias por países e portos - 1984. Rio de Janeiro, 1985. p. 35.

7. BEN-YEHOSHUA, S. Delaying deterioration of individual citrus fruit by seal-packaging in film of high density polyethylene. 1. General effects. Proc. Int. Soc. Citriculture, Sidney , Australia, 110-115, 1978.
8. BEN-YEHOSHUA, S. Some physiological effects of various skin coatings on orange fruit. Israel J. Agric. Res. 17(1):17-27, 1967.
9. BEN-YEHOSHUA, S.; GARBER, M.J. & HUSZAR, C.K. Use of a physiological parameter as means for operational control of application of orange skin-coating in packing plants. Trop. Agr. (Trinidad) 47(2):151-155, 1970.
10. BEN-YEHOSHUA, S.; KOBILER, I. & SHAPIRO, B. Effects of cooling versus seal-packaging with high-density polyethylene on keeping qualities of various citrus cultivars. J. Amer.Soc. Hort. Sci. 106(5):536-540, 1981.
11. BEN-YEHOSHUA, S.; KOBILER, I. & SHAPIRO, B. Some physiological effects of delaying deterioration of citrus fruits by individual seal packaging in high density polyethylene film. J.Amer.Soc.Hort.Sci. 104(6):868-872, 1979.
12. BEN-YEHOSHUA, S.; SHAPIRO, B.; CHEN, Z.E. & LURIE, S. Mode of action of plastic film in extending life of lemon and bell pepper fruits by alleviation of water stress. Plant Physiol. 73(1):87-93, 1983.

13. BHULLAR, J.S. Storage behaviour of Kagzi lime fruits. Haryana Journal of Horticultural Sciences 12(1/2):52-55, 1983.
14. BLEINROTH, E.W.; HANSEN, H.A.; FERREIRA, V.L.P. & ANGELUCCI, E. Conservação de limões das variedades Taiti e Siciliano pelo frio e com ácido giberélico. Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas, 7:343-370, 1976.
15. BLUNDEN, G.; JONES, E.M.; PASSAM, H.C. & METCALF, E. Increases in chlorophyll retention times of limes after post-harvest immersion in N₆-benzyladenine and gibberellic acid. Trop. Agric. (Trinidad) 56(4):311-319, 1979.
16. BROWN, G.E. Fruit handling and decay control techniques affecting quality. In: NAGY, S. & ATTAWAY, J.A. Citrus Nutrition and Quality. Washington, American Chemical Society, 1980. p.193-224. (ACS Symposium, 143).
17. BURKE, J.H. The Commercial citrus regions of the world. In: REUTHER, W.; WEBBER, H.J. & BATCHELOR, L.D. The Citrus Industry. University of California, 1967. p.40-189. v.1.
18. CAETANO, A.A. Tratos culturais. In: RODRIGUEZ, O. & VIÉGAS, F.C.P. Citricultura Brasileira. Campinas, Fundação Cargill, 1980. p.431-444.
19. CARVALHO, V.D. de & NOGUEIRA, D.J.P. Qualidade, maturação e colheita dos citros. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 5(52):61-67, abr. 1979.

20. CHALFOUN, S.M. Doenças fúngicas dos citros e seu controle. In forme Agropecuário, Belo Horizonte, 5(52):36-45, abr. 1979.
21. CHALUTZ, E.; WAKS, J. & SCHIFFMANN-NADEL, M. A comparison of the response of different citrus fruit cultivars to storage temperature. Scientia Horticulturae 25(3):271-277, 1985.
22. CLEMENTS, R.L. Organic acids in citrus fruits. I. Varietal differences. J. Food Science 29(3):276-280, 1964.
23. COELHO, Y.S.; SANTOS FILHO, H.P.; CALDAS, R.C. & CHIACCHIO, F. P.B. Reguladores de crescimento em citros: efeitos do ácido giberélico e do ethephon no desenvolvimento e preservação de frutos. Rev. Bras. Fruit., Recife, 3:18-20, 1981.
24. COGGINS, Jr. C.W. & EAKS, J.L. Gibberellin research on Navel oranges. The California Citrograph 52(12):475, 486, 489, 491, 1967.
25. COGGINS, Jr. C.W. & LEWIS, L.N. Some physical properties of the Navel orange rind as related to ripening and to gibberellic acid treatments. Proc. Am. Soc. Hortic. Sci. 86:272-279, 1965.
26. COHEN, E. & SCHIFFMANN-NADEL, M. Storage capability at different temperatures of lemons grown in Israel. Scientia Horticulturae 9(3):251-257, 1978.
27. CONOVER, R.A. Studies of styelar end rot of Tahiti limes. Proc. Fla. State Hortic. Soc. 63:236-240, 1950.

28. CONSELHO NACIONAL DO COMÉRCIO EXTERIOR - CONCEX. Normas de classificação de frutas cítricas exportáveis. Resolução Concex nº 45, 22 de janeiro de 1969.
29. COUEY, H.M. Chilling injury of crops of tropical and subtropical origin. HortScience 17(2):162-165, 1982.
30. CUQUERELLA, J.C.; MARTINEZ, J.J.M. & JIMENEZ, M.C. Frigoconservacion de citricos. Madrid, Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias, 1983. 20p. (Hoja Tecnica, 45)
31. CUQUERELLA, J.C.; MARTINEZ, J.J.M. & JIMENES, M.C. Some physiological effects of different wax treatments on spanish citrus fruit during cold storage. Proc. Int. Soc. Citriculture, 1981. p. 734-737. v.2.
32. DAVENPORT, T.L. & CAMPBELL, C.W. Stylar-end breakdown: a pulp disorder in 'Tahiti' lime. HortScience 12(3): 246-248, 1977a.
33. DAVENPORT, T.L. & CAMPBELL, C.W. Stylar-end breakdown in 'Tahiti' lime: aggravating effects of field heat and fruit maturity. J.Amer.Soc.Hort.Sci 102(4):484-486, 1977b.
34. DAVENPORT, T.L. CAMPBELL, C.W. & ORTH, P.G. Stylar-end breakdown in 'Tahiti' lime: some causes and cures. Proc. Fla. State Hort. Soc. 89:245-248, 1976.
35. DAVIS, P.L.; CHACE, W.G.Jr. & CUBBEDGE, R.H. Factors affecting internal oxygen and carbon dioxide concentration of citrus fruits. HortScience, 2(4):168-169, 1967.

36. DAVIS, P.L. & HARDING, P.L. The reduction of rind breakdown of Marsh grapefruit by polyethylene emulsion treatments. The Citrus Industry 41(2):24-26, 1960.
37. DAVIS, P.L. & HOFMANN, R.C. Effects of coatings on weight loss and ethanol buildup in juice of oranges. J. Agr. Food Chem. 21(3):455-457, 1973.
38. DAVIS, P.L. & SMOOT, J.J. Effect of polyethylene and wax coatings, with and without fungicides, on rind breakdown and decay in citrus. The Citrus Industry 41(11):6-7, 9, 1960.
39. EAKS, I.L. Effect of temperature and holding period on some physical and chemical characteristics of lemon fruits. J. Food Sci. 26(6):593-599, 1961.
40. EAKS, I.L. Rind disorders of oranges and lemons in California. Proc. First Int. Citrus Symp. 3:1343-1354, 1969.
41. EAKS, I.L. The physiological breakdown of the rind of lime fruits after harvest. Proc. Am. Soc. Hort. Sci. 66:141-145, 1955.
42. EAKS, I.L. & MASIAS, E. Chemical and physiological changes in lime fruits during and after storage. J. Food Sci 30(3):509-515, 1965.
43. ECKERT, J.W. Post-harvest diseases of citrus fruits. Outlook on Agriculture 9(5):225-232, 1978.

44. ECKERT, J.W.; SIEVERT, J.R. & RATNAYAKE, M. Decay of lemons in plastic wraps. Citrograph 70(1):11-14, 1984.
45. EL-NABAWY, S.M.; EL-HAMMADY, A.A.M.; EL-HAMMADY, M.M.; & EL-GAZZAWY, A.G. Effect of postharvest application of 2,4-D, 2,4,5-T, GA and CCC on the keeping quality of lime fruits. Egypt. J. Hort. 3(1):11-19, 1976.
46. EL-NABAWY, S.M.; EL-HAMMADY, M.; EL-HAMMADY, A.A.M. & EL-GAZZAWY, A. Effects of postharvest applications of 2,4-D, GA and waxing on the keeping quality of lemons in cold storage. Proc. Int. Soc. Citriculture 3:1135-1137, 1977.
47. EL-NABAWY, S.M.; EL-HAMMADY, A.M.; EL-HAMMADY, M.M.; MAREI, N.S. & NAEIM, W.H. Effect of post-harvest application of 2,4-D, 2,4,5-T, GA, CCC and Alar on the keeping quality of 'Valencia' oranges. Proc. Int. Soc. Citriculture, 2: 725-728, 1981.
48. EL-ZEFTAWI, B.M. & GARRETT, R.G. Effect of ethephon, GA and light ⁵exclusion on rind pigments, plastid ultrastructure and juice quality of Valencia oranges. Journal of Horticultural Science 53(3):215-223, 1978.
49. FAROOQI, W.A.; AHMAD, M. & KHALID, Z.M. Effects of polyethylene and some other lining materials on the shelf-life extension of citrus fruits. The Citrus Industry 60(5):14-20, 1979a.

50. FAROOQI, W.A.; AHMAD, M. & KHALID, Z.M. Post-harvest research on citrus fruits at N.I.A.B. The Citrus Industry 60(2):45-49, 1979b.
51. FAROOQI, W.A.; AHMAD, M. KHANUM, S.A. & HATTON, T.T. Studies on the shelf-life extension of citrus fruits. Proc. Int. Soc. Citriculture, Tokyo, 1981. p.760-761. v.2.
52. FIGUEIREDO, J.O. de. Variedades-copa de valor comercial. In: RODRIGUEZ, O. & VIÉGAS, F.C.P. Citricultura Brasileira. Campinas, Fund. Cargill, 1980. p.243-278.
53. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. FAO Production Yearbook - 1984. Rome, FAO, 1985. p.190-193. v. 38.
54. FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Anuário Estatístico do Brasil - 1984. Rio de Janeiro, 1985. 1104p. v.45.
55. GIACOMETTI, D.C. Taxonomia e nomenclatura dos citros. In: RODRIGUEZ, O. & VIÉGAS, F. Citricultura Brasileira. Campinas, Fundação Cargill, 1980. p.185-194. v.1.
56. GILFILLAN, I.M. Preliminary trials on polyethylene film-wrap for South African citrus export fruit. II. Decay and film-wrap machinery. The Citrus and Subtropical Fruit Journal 616:7-8, 10, 1985.

57. GILFILLAN, I.M. & PINER, G. Preliminary trials on polyethylene film-wrap for South African citrus export fruit. I. Fruit weight, firmness, colour, and internal quality changes under three different films. The Citrus and Subtropical Fruit Journal 615:4-6, 1985.
58. GRIERSON, W. Consumer packaging of citrus fruits. Proceedings First International Citrus Symposium 3:1389-1401, 1969.
59. HALE, P.W.; DAVIS, P.L.; MAROUSKY, F.J. & BONGERS, A.J. Evaluation of a heat-shrinkable polymer film to maintain quality of Florida grapefruit during export. Citrus & Vegetable Magazine 46(2):39-43,45,46,48, 1982.
60. HALE, P.W.; MILLER, W.R. & DAVIS, P.L. Wrapping of Florida Bearss lemons in a heat-shrinkable polymer film. Citrus & Vegetable Magazine 46(12):49,52,55,57, 1983.
61. HALE, P.W.; MILLER, W.R.; DAVIS, P.L. & HATTON, T.T. Progress on wrapping Florida grapefruit for long-term storage. Citrus & Vegetable Magazine 47(4):49,56-59, 1983.
62. HAYWARD, F.W.; OBERBACHER, M.F. & GRIERSON, W. Perforations in polyethylene bags as related to decay of oranges. Proc. Florida State Horticultural Society 74:237-239, 1961.
63. HODGSON, R.W. Horticultural varieties of citrus. In: REUTHER, W.; WEBBER, H.J. & BATCHELOR, L.D. The Citrus Industry. University of California, 1967. p.431-591, v.1.

64. ISMAIL, M.A.; BIGGS, R.H. & OBERBACHER, M.F. Effect of gibberellic acid on color changes in the rind of three sweet orange cultivars (*Citrus sinensis* Blanco). Proceedings of the American Society for Horticultural Science 91:143-149, 1967.
65. KAWADA, K. & ALBRIGO, L.G. Effects of film packaging, in-carton air filters, and storage temperatures on the keeping quality of Florida grapefruit. Proc. Fla. State Hort. Soc. 92:209-212, 1979.
66. KEFFORD, J.F. & CHANDLER, B.Y. The Chemical Constituents of Citrus Fruits. New York, Academic Press, Inc., 1970. 246p. (Advances in Food Research, Supplement 2).
67. KRAMER, A. & TWIGG, B.A. Quality Control for the Food Industry: Fundamentals. 3ed. Westport, Connecticut, The AVI Publishing Company, Inc., 1970. 556p. v.1.
68. LAKSHMINARAYANA, S.; SARMIENTO, L.L.; ORTIZ, I.R.J. & SIADÉ, G. Extension of storage life of citrus fruits by application of candelilla wax emulsion and comparison of its efficiency with tag and flavorseal. Proc. Florida Sta. Hort. Soc. 87:325-330, 1974.
69. LODH, S.B.; DE, S.; MUKHERJEE, S.K. & BOSE, A.N. Storage of mandarin oranges. II. Effects of hormones and wax coatings. J. Food Science 28(5):519-524, 1963.

70. LUTZ, J.M. & HARDENBURG, R.E. The Commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks. Washington, D.C., United States Department of Agriculture, 1968. 94p. (Agriculture Handbook, 66).
71. MARTINEZ-JÁVEGA, J.M.; JIMÉNEZ-CUESTA, M. & CUQUERELLA, J. Utilization of polyvinyl chloride (PVC) film for individual seal packaging of citrus fruit. Proc.Int.Soc.Citriculture, Tokyo, 2:722-724, 1981.
72. MC CORNACK, A.A. Chilling injury of 'Marsh' grapefruit as influenced by diphenyl pads. Proc. Fla. State Hort. Soc. 89:200-202, 1976.
73. MC CREADY, R.M. Carbohydrates: composition, distribution, significance. In: NAGY, S.; SHAW, P.E. & VELDHUIS, M. K. Citrus Science and Technology. Westport, Connecticut, The AVI Publishing Company. Inc.; 1977. p.74-109. v.1.
74. MC CREADY, R.M.; WALTER, E.D. & MACLAY, W.D. Sugars of citrus juices. Food Technology 4(1):19-20, 1950.
75. MC DONALD, R.E. Effects of vegetable oils, CO₂, and film wrapping on chilling injury and decay of lemons. HortScience 21(3):476-477, 1986.
76. MC DONALD, R.E.; HATTON, T.T. & CUBBEDGE, R.H. Chilling injury and decay of lemons as affected by ethylene, low temperature, and optimal storage. HortScience 20(1): 92-93, 1985.

77. MONTENEGRO, H.W.S. Clima e solos. In: RODRIGUEZ, O. & VIÉGAS, F.C.P. Citricultura Brasileira. Campinas, Fundação Cargill, 1980. p.227-239. v.1.
78. MOREIRA, S. História da citricultura no Brasil. In: RODRIGUEZ, O. & VIÉGAS, F.C.P. Citricultura Brasileira. Campinas, Fundação Cargill, 1980. p.3-28. v.1.
79. MORETTI, V.A.; ALMEIDA, L.A.S.B. de, MARQUES, J.F. & BICUDO NETO, L.C. A agroindústria citrícola e sua posição no mercado internacional. Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas, 21(4):437-467, 1984.
80. NOGUEIRA, D.J.P. O Clima na citricultura. Inf. Agropec., Belo Horizonte, 5(52):3-13, abr. 1979.
81. ORGANIZACION DE COOPERACION Y DESARROLLO ECONOMICO. Normalización internacional de frutas y hortalizas; frutos cítricos. rev. Paris, OCDE, 1980. 103p.
82. PALACIOS, J. Citricultura Moderna. Buenos Aires, Editorial Hemisferio Sur, 1978. 409p.
83. PANTASTICO, Er. B.; GRIERSON, W. & SOULE, J. Peel injury and rind color of 'Persian' limes as affected by harvesting and handling methods. Proc. of the Florida State Horticultural Society 79:338-343, 1966.

84. PANTASTICO, E.B.; SOULE, J. & GRIERSON, W. Chilling injury in tropical and subtropical fruits: II. Limes and grapefruit. Proceedings of the Tropical Region American Society for Horticultural Science 12:171-183, 1968.
85. PAREDES-LOPEZ, O.; CAMARGO-RUBIO, E. & GALHARDO-NAVARRO, Y. Use of coatings of candelilla wax for the preservation of limes. J. Sci. Fd. Agric. 25(10):1207-1210, 1974.
86. PAREDES-LOPEZ, O.; CAMARGO-RUBIO, E. & RAMIREZ-MONTES, A. Películas protectoras para la conservación de frutas. Tecnología de Alimentos (México) 9(2):68-75, 1974.
87. PAREDES-LOPEZ, O. & GARCIA, G.B. Cera de candelilla para la conservación de cítricos. Tecnología de Alimentos (México) 8(4):180-182, 1973.
88. PASSAM, H.C. & BLUNDEN, G. Experiments on the storage of limes at tropical ambient temperature. Tropical Agriculture 59(1):20-24, 1982.
89. PRATELLA, G.C.; TONINI, G. & CESSARI, A. Post harvest disease problems of Italian citrus fruit. Proc. First Int. Citrus Symp 3:1317-1323, 1969
90. PURVIS, A.C. Effects on film thickness and storage temperature on water loss and internal quality of seal-packaged grapefruit. J.Amer.Soc.Hort.Sci. 108(4):562-566, 1983.

91. RAMANA, K.V.R.; GOVINDARAJAN, V.S. & RANGANNA, S. Citrus Fruits-Varieties, Chemistry, Technology and Quality Evaluation. Part I : Varieties, Production, Handling, and storage. CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition 15(4):353-431, 1981.
92. RHODES, M.J.C. The Climacteric and ripening of fruits. In: HULME, A.C. The Biochemistry of Fruits and their Products. London, Academic Press Inc., 1971. p.521-533. v.1.
93. ROSSETTI, V. Doenças dos citros. In: RODRIGUEZ, O & VIÉGAS, F. Citricultura Brasileira. Campinas, Fundação Cargill, 1980. p.517-563. v.2.
94. SHARKEY, P.J.; LITTLE, C.R. & THORNTON, I.R. Effects of low-density polyethylene liners and high-density polyethylene wraps on quality, decay and storage life of lemon and tangor fruits. Australian Journal of Experimental Agriculture 25(3):718-721, 1985.
95. SHARKEY, P.J. & PEGGIE, I.D. Effects of high-humidity storage on quality, decay and storage life of cherry, lemon and peach fruits. Scientia Horticulturae 23(2):181-190, 1984.
96. SIDEL, J.L. & STONE, H. Experimental design and analysis of sensory tests. Food Technology 30(11):32-38, 1976.
97. SIMÃO, S. Manual de Fruticultura. São Paulo, Editora Agrônômica Ceres, 1971. 530p.

98. SMITH, S.M. & STOW, J.R. The potential of a sucrose ester coating material for improving the storage and shelf-life qualities of Cox's Orange Pippin apples. Annals of Applied Biology 104(2):383-391, 1984.
99. SINGH, R.V.; JOSHI, M.C.; RAM, H.B. & BISHT, N.S. Effect of wax coating & prepackaging on the storage behaviour of guava cv. Allahabad Safeda. Indian Food Packer. 38(6):80-85, 1984.
100. SINGH, B.P.; SINGH, J.P. & PANDEY, U.C. Effect of growth regulators, wax emulsion and low temperature on the storage behaviour of muskmelon. Haryana University Journal of Research 12(1):69-74, 1982.
101. SUBRAMANYAM, H.; LAKSHMINARAYANA, S.; MOORTHY, N.V.N. & SUBHADRA, N.V. The effect of isopropyl N-phenyl carbamate and fungicidal wax coatings on Coorg mandarins to control spoilage. Tropical Science 12(4):307-313, 1970
102. TING, S.V. & ATTAWAY, J.A. Citrus fruits. In: HULME, A.C. The Biochemistry of fruits and their products. London, Academic Press Inc., 1971. p.107-169, v.2.
103. TUGWELL, B.L. & GILLESPIE, K. Australian experience with citrus fruits wrapped in high density polyethylene film. Proc. Int. Soc. Citriculture, Tokyo, 2:710-714, 1981.

104. VANDERCOOK, C.E. Organic acids. In: NAGY, S.; SHAW, P.E. & VELDHUIS, M.K. Citrus Science and Technology, Westport , Connecticut, The AVI Publishing Company, Inc., 1977. p. 208-228, v.1.
105. VANDERCOOK, C.E.; ROLLE, L.A.; POSTLMAYR, H.L. & UTTERBERG, R.A. Lemon juice composition. V. Effects of some fruit storage and processing variables on the characterization of lemon juice. J. Food Science 31:58-62, 1966.
106. VINES, H.M. & OBERBACHER, M.F. Changes in carbon dioxide concentrations within fruit and containers during storage. Proc. Florida State Horticultural Society 74:243-247, 1961.
107. WAKS, J.; SCHIFFMANN-NADEL, M.; LOMANIEC, E. & CHALUTZ, E. Relation between fruit waxing and development of rots in citrus fruit during storage. Plant Disease 69(10): 869 - 870, 1985.
108. WARDLAW, C.W. The storage behaviour of limes. Tropical Agriculture 10(9):246-247, 1933.
109. WILD, B.L.; MC GLASSON, W.B. & LEE, T.H. Long term storage of lemon fruit. Food Technology in Australia 29(9): 351 - 357, 1977.
110. WILLS, R.B.H.; LIM, J.S.K. & GREENFIELD, H. Composition of Australian foods. 28. Citrus fruit. Food Technology in Australia 37(7):308-310, 1985.

111. YOKOYAMA, H. & VANDERCOOK, C.E. Citrus carotenoids. I. Comparison of carotenoids of mature-green and yellow lemons. Journal of Food Science 32:42-48, 1967.
112. ZALDIVAR, C.P. & BARQUET, G.S. Retardo de la degradacion de clorofila en limon mexicano (*Citrus aurantifolia* S.) mediante la aplicacion en postcosecha de reguladores del crecimiento. Memoria del Simposium "La investigacion y el desarrollo experimental en Conafrut durante 1977". Comision Nacional de Fruticultura, México, p.348-371, 1978.