

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU

**CONDIÇÕES ÓTIMAS PARA O DESVERDECIMENTO DA LARANJA  
‘PERA’ E DO LIMÃO ‘EUREKA’ E ALTERAÇÕES PÓS-COLHEITA  
NO ARMAZENAMENTO**

**CRISTHIANE DA SILVA MARTIN**

Dissertação apresentada à Faculdade de  
Ciências Agronômicas da UNESP - Câmpus  
de Botucatu, para obtenção do título de  
Mestre em Agronomia - Área de  
Concentração em Horticultura

BOTUCATU-SP  
Setembro – 2003

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU

**CONDIÇÕES ÓTIMAS PARA O DESVERDECIMENTO DA LARANJA  
‘PERA’ E DO LIMÃO ‘EUREKA’ E ALTERAÇÕES PÓS-COLHEITA  
NO ARMAZENAMENTO**

**CRISTHIANE DA SILVA MARTIN**

Orientador: Prof. Dr. Rogério Lopes Vieites

Dissertação apresentada à Faculdade de  
Ciências Agronômicas da UNESP - Câmpus  
de Botucatu, para obtenção do título de  
Mestre em Agronomia - Área de  
Concentração em Horticultura

BOTUCATU-SP  
Setembro - 2003

A Deus por estar sempre ao meu lado.

Aos meus pais Francisco Aparecido Vasconcelos Martin e Célia Maria da Silva Martin, pelo grande amor, educação e compreensão em todos os momentos de minha vida.

Ao meu namorado Danilo Augusto Miquilin dos Santos, pelo grande amor, amizade, companheirismo e apoio na realização dessa dissertação.

Às minhas irmãs Cinthia da Silva Martin e Carolina da Silva Martin por todos os nossos momentos felizes, amor e apoio.

**DEDICO**

**AGRADECIMENTOS ESPECIAIS**

À minha eterna amiga Evelise da Silva Fonseca (Cur) por tantos anos de convívio, alegrias, esperanças e também pela ajuda neste trabalho.

À minha grande amiga Cristiane Gibertoni, pela imensa e fiel amizade e por toda ajuda nas horas de necessidade.

À minha mais nova amiga Flávia Mendes Fernandes, pela ajuda neste trabalho e também por toda atenção.

## AGRADECIMENTOS

Ao professor Dr. Rogério Lopes Vieites, pela amizade, orientação, confiança e paciência na realização deste trabalho.

Ao CNPQ, pela concessão da bolsa de estudos.

À Universidade Estadual Paulista (UNESP) /Faculdade de Ciências Agrônômicas, pela infraestrutura disponibilizada para a realização deste trabalho.

À Companhia Agrícola Botucatu, pelo fornecimento e transporte dos frutos, disponibilidade de funcionário, equipamentos e principalmente pela atenção que me foi dada.

Ao Professor Dr. Ângelo Pedro Jacomino pela atenção e boa vontade de ter emprestado a câmara de climatização da Escola Superior Luis de Queiroz para a realização do trabalho.

Aos técnicos de laboratório do Departamento de Produção Vegetal/ Seção Horticultura Edson Alves Rosa, Francisco Rossi pela grande ajuda nas análises laboratoriais.

Aos técnicos do Departamento de Produção Vegetal da Escola Superior Luis de Queiroz Éder, Davi e Cido pela prestimosa ajuda para utilização da Câmara de climatização.

Às amigas Eliane Bassetto, Silvana Bortoletto e Carolina Vitti pela amizade e por me acolherem em suas casas.

Às professoras Drs. Sarita Leonel e Regina M. Evangelista, pela amizade e ensinamentos.

Aos funcionários do Departamento de Produção Vegetal e da Pós-Graduação da UNESP – Botucatu, pelo convívio e pela boa vontade em que sempre nos ajudaram.

E por fim a todos que de uma forma ou de outra contribuíram para a realização deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

## SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	01
SUMMARY.....	03
1. INTRODUÇÃO.....	05
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	07
2.1 Laranja ‘Pera’.....	07
2.2 Limão ‘Eureka’.....	09
2.3 Desverdecimento de frutos cítricos.....	10
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	18
3.1 Origem, colheita e preparo dos frutos.....	18
3.2 Tratamento pós-colheita do primeiro experimento.....	19
3.3 Tratamento pós-colheita do segundo experimento.....	19
3.4 Obtenção dos dados experimentais para todos os experimentos.....	20
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
4.1. Primeiro experimento.....	25
4.1.1. Limão ‘Eureka’.....	26
4.1.1.1. Perda de massa fresca.....	26
4.1.1.2. Coloração da casca.....	27
4.1.1.3. Rendimento de Suco.....	28
4.1.1.4. Firmeza dos Frutos.....	30
4.1.1.5. Teor de Sólidos Solúveis Totais (SST).....	31
4.1.1.6. Acidez Titulável (AT).....	32
4.1.1.7. “Ratio” (SST/AT).....	33
4.1.1.8. Valores de pH.....	34
4.1.1.9. Índice Tecnológico (IT).....	35
4.1.2. Laranja ‘Pera’.....	36
4.1.2.1. Perda de massa fresca.....	36
4.1.2.2. Coloração.....	37

4.1.2.3. Rendimento de suco.....	39
4.1.2.4. Firmeza dos frutos.....	40
4.1.2.5. Sólidos solúveis totais.....	40
4.1.2.6. Acidez titulável (AT).....	41
4.1.2.7. “Ratio” (SST/AT).....	42
4.1.2.8. Valores de pH.....	43
4.1.2.9. Índice Tecnológico.....	44
4.2. Segundo experimento.....	45
4.2 1. Limão ‘Eureka’ .....	46
4.2.1.1. Perda de massa fresca.....	46
4.2.1.2. Coloração da casca.....	47
4.2.1.3. Rendimento de suco.....	49
4.2.1.4. Firmeza dos frutos.....	50
4.2.1.5. Teor de sólidos solúveis totais (SST).....	50
4.2.1.6. Acidez titulável (AT).....	51
4.2.1.7. Índice de Maturação “Ratio” (SST/AT).....	52
4.2.1.8. Valores de pH.....	53
4.2.1.9. Índice tecnológico.....	54
4.2 2. Laranja ‘Pera’ .....	55
4.2.2.1. Perda de massa fresca.....	55
4.2.2.2. Coloração da casca.....	56
4.2.2.3. Rendimento de suco.....	57
4.2.2.4. Firmeza dos frutos.....	58
4.2.2.5. Teor de sólidos solúveis totais (SST).....	59
4.2.2.6. Acidez titulável (AT).....	60
4.2.2.7. Índice de Maturação “Ratio” (SST/AT) .....	61
4.2.2.8. Valores de pH.....	61
4.2.2.9. Índice tecnológico.....	62
5. CONCLUSÕES.....	64



6. BIBLIOGRAFIA.....	65
APÊNDICE.....	72

## LISTA DE TABELAS

	Página
1. Caracterização dos frutos de limão ‘Eureka’ antes de serem submetidos ao desverdecimento do segundo experimento.....	25
2. Caracterização dos frutos de laranja ‘Pera’ antes de serem submetidos ao desverdecimento do segundo experimento.....	26
3. Perda de massa (%) de limões ‘Eureka’ submetidos ao desverdecimento com etileno a 22°C e armazenados a 10°C por 8 semanas.....	27
4. Evolução da coloração da casca de limão ‘Eureka’ (Escala de Munsell) submetidos ao desverdecimento com etileno a 22°C e armazenados a 10°C por 8 semanas.....	28
5. Rendimento de suco (%) de limões ‘Eureka’ submetidos ao desverdecimento com etileno a 22°C e armazenados a 10°C por 8 semanas.....	29
6. Variação média na firmeza (g/f) de limões ‘Eureka’ submetidos ao desverdecimento com etileno a 22°C e armazenados a 10°C por 8 semanas.....	31
7. Teor de sólidos solúveis totais (°Brix) de limões ‘Eureka’ submetidos ao desverdecimento com etileno a 22°C e armazenados a 10°C por 8 semanas.....	32
8. Valores médios de acidez titulável (porcentagem de ácido cítrico) de limões ‘Eureka’ submetidos ao desverdecimento com etileno a 22°C e armazenados a 10°C por 8 semanas.....	33
9. Variação média do “ratio” em limões ‘Eureka’ submetidos ao desverdecimento com etileno a 22°C e armazenados a 10°C por 8 semanas.....	34
10. Variação média do pH em limões ‘Eureka’ submetidos ao desverdecimento com etileno a 22°C e armazenados a 10°C por 8 semanas.....	35

11. Variação média do índice tecnológico em limões ‘Eureka’ submetidos ao desverdecimento com etileno a 22°C e armazenados a 10°C por 8 semanas.....	36
12. Perda de massa (%) de laranjas ‘Pera’ submetidas ao desverdecimento com etileno a 22°C e armazenados a 10°C por 8 semanas.....	37
13 . Evolução da coloração da casca de laranjas ‘Pera’ (Norma de Classificação da Laranja, CEAGESP) submetidas ao desverdecimento com etileno a 22°C e armazenados a 10°C por 8 semanas.....	38
14. Rendimento de suco (%) de laranjas ‘Pera’ submetidas ao desverdecimento com etileno a 22°C e armazenados a 10°C por 8 semanas.....	39
15. Variação média na firmeza (g/f) de laranjas ‘Pera’ submetidas ao desverdecimento com etileno a 22°C e armazenados a 10°C por 8 semanas.....	40
16. Teor de sólidos solúveis totais (°Brix) de laranjas ‘Pera’ submetidas ao desverdecimento com etileno a 22°C e armazenados a 10°C por 8 semanas.....	41
17. Valores médios de acidez titulável ( porcentagem de ácido cítrico) de laranjas ‘Pera’ submetidas ao desverdecimento com etileno a 22°C e armazenados a 10°C por 8 semanas.....	42
18. Variação média do “ratio” em laranjas ‘Pera’ submetidas ao desverdecimento com etileno a 22°C e armazenados a 10°C por 8 semanas.....	43
19. Variação média do pH em laranjas ‘Pera’ submetidas ao desverdecimento com etileno a 22°C e armazenados a 10°C por 8 semanas.....	44
20. Variação média do índice tecnológico em laranjas ‘Pera’ submetidas ao desverdecimento com etileno a 22°C e armazenados a 10°C por 8 semanas.....	45
21. Caracterização dos frutos de limão ‘Eureka’ antes de serem submetidos ao desverdecimento do segundo experimento.....	46

ao desverdecimento do segundo experimento.....	
22. Caracterização dos frutos de laranja ‘Pera’ antes de serem submetidos ao desverdecimento do segundo experimento.....	46
23. Perda de massa (%) de limões ‘Eureka’ submetidos ao desverdecimento com etileno a 22°C e armazenados a 10°C por 8 semanas.....	47
24 . Evolução da coloração da casca de limão ‘Eureka’ (Escala de Munsell) submetidos ao desverdecimento com etileno a 22°C e armazenados a 10°C por 8 semanas.....	48
25. Rendimento de suco (%) de limões ‘Eureka’ submetidos ao desverdecimento com etileno a 22°C e armazenados a 10°C por 8 semanas.....	49
26. Variação média na firmeza (g/f) de limões ‘Eureka’ submetidos ao desverdecimento com etileno a 22°C e armazenados a 10°C por 8 semanas.....	50
27. Teor de sólidos solúveis totais (°Brix) de limões ‘Eureka’ submetidos ao desverdecimento com etileno a 22°C e armazenados a 10°C por 8 semanas.....	51
28. Valores médios de acidez titulável (porcentagem de ácido cítrico) de limões ‘Eureka’ submetidos ao desverdecimento com etileno a 22°C e armazenados a 10°C por 8 semanas.....	52
29. Variação média do “ratio” em limões ‘Eureka’ submetidos ao desverdecimento com etileno a 22°C e armazenados a 10°C por 8 semanas.....	53
30. Variação média do pH em limões ‘Eureka’ submetidos ao desverdecimento com etileno a 22°C e armazenados a 10°C por 8 semanas.....	54
31. Variação média do índice tecnológico em limões ‘Eureka’ submetidos ao desverdecimento com etileno a 22°C e armazenados a 10°C por 8 semanas.....	55

32. Perda de massa (%) de laranjas ‘Pera’ submetidas ao desverdecimento com etileno a 22°C e armazenados a 10°C por 8 semanas.....	56
33 . Evolução da coloração da casca de laranjas ‘Pera’ (Norma de Classificação da Laranja, CEAGESP) submetidas ao desverdecimento com etileno a 22°C e armazenados a 10°C por 8 semanas.....	57
34. Rendimento de suco (%) de laranjas ‘Pera’ submetidas ao desverdecimento com etileno a 22°C e armazenados a 10°C por 8 semanas.....	58
35. Variação média na firmeza (g/f) de laranjas ‘Pera’ submetidas ao desverdecimento com etileno a 22°C e armazenados a 10°C por 8 semanas.....	59
36. Teor de sólidos solúveis totais (°Brix) de laranjas ‘Pera’ submetidas ao desverdecimento com etileno a 22°C e armazenados a 10°C por 8 semanas.....	60
37. Valores médios de acidez titulável ( porcentagem de ácido cítrico) de laranjas ‘Pera’ submetidas ao desverdecimento com etileno a 22°C e armazenados a 10°C por 8 semana.....	60
38. Variação média do “ratio” em laranjas ‘Pera’ submetidas ao desverdecimento com etileno a 22°C e armazenados a 10°C por 8 semanas.....	61
39. Variação média do pH em laranjas ‘Pera’ submetidas desverdecimento com etileno a 22°C e armazenados a 10°C por 8 semanas.....	62
40. Variação média do índice tecnológico em laranjas ‘Pera’ submetidas ao desverdecimento com etileno a 22°C e armazenados a 10°C por 8 semanas.....	63

**LISTA DE FIGURAS**

	Página
1. Ação do etileno.....	11
2. Escala de cores da Norma de Classificação da Laranja 'Pera', coordenada pelo Centro de Horticultura da CEAGESP.....	21
3. Escala de cores de Munsell.....	21

## RESUMO

Este trabalho tem por objetivo avaliar condições ótimas de tempo de exposição e concentração de etileno para o desverdecimento de laranja 'Pera' e limão 'Eureka', verificando suas alterações pós-colheita durante o armazenamento. Foram instalados 2 experimentos, sendo os frutos colhidos com coloração verde (laranja) e esverdeada (limão). No primeiro experimento, à temperatura de 22°C e 95±3 % de umidade relativa, os frutos foram submetidos a diferentes tempos de exposição (24; 48; 72; 96 horas) ao gás etileno, em concentração de 5 ppm a cada 12 horas. Mantendo-se fixas temperatura e UR, no segundo experimento avaliou-se 4 doses de etileno (6 ppm; 7 ppm; 10 ppm e 12 ppm) utilizando-se tempo de exposição ao gás de 96 horas. Os frutos foram analisados quanto à perda de massa fresca, coloração, ocorrência de doenças, rendimento de suco, firmeza, teor de sólidos solúveis totais, "Ratio", pH e índice tecnológico. O tempo de exposição ao gás etileno de 96 horas foi escolhido para o segundo experimento com limões 'Eureka' e laranjas 'Pera', porque obteve melhor desverdecimento. No caso dos limões 'Eureka' não houve diferença significativa dos demais tempos de exposição ao gás na perda de massa e rendimento de suco; ao final do experimento diferiu do tratamento controle na firmeza dos frutos; e apresentou diferença significativa de outros tempos de exposição nos sólidos solúveis totais, acidez titulável, "Ratio", pH e índice tecnológico, diferença que desapareceu ao final do experimento. Quanto às laranjas 'Pera', juntamente com o tempo de 72 horas apresentou maior perda de massa ao final do experimento; não diferiu significativamente dos demais tempos de exposição nas características de rendimento de suco, firmeza, acidez titulável, "Ratio" e pH; e apresentou diferença significativa de outros tempos nos sólidos solúveis totais e índice tecnológico,

diferença que desapareceu ao final do experimento. A concentração de 6 ppm de gás etileno apresentou resultados satisfatórios no desverdecimento de limões 'Eureka' e laranjas 'Pera' já na primeira semana do segundo experimento. No caso dos limões 'Eureka' não houve diferença significativa das demais concentrações na perda de massa, rendimento de suco, firmeza, sólidos solúveis totais, acidez titulável, pH e índice tecnológico; e apresentou diferença significativa de outras concentrações no "Ratio", diferença que desapareceu ao final do experimento. Quanto às laranjas 'Pera', não houve diferença significativa das demais concentrações na firmeza, sólidos solúveis totais, acidez titulável, "Ratio" e pH; e apresentou diferença significativa de outras concentrações na perda de massa, diferença que desapareceu ao final do experimento. A concentração de 12 ppm alcançou piores valores no rendimento de suco e índice tecnológico, ao final do experimento, diferindo significativamente das demais concentrações.



## SUMMARY

The present research had as objective the evaluation of optimum conditions for the exposure time and ethylene concentration for 'Pera' orange and 'Eureka' lemon degreening, verifying the postharvest variations during storage. Two experiments were installed, where the fruits were harvested with green (orange) and greenish (lemon) colors. In the first experiment under 22°C temperature and 90-95% relative humidity, the fruits were exposed to different times (24, 48, 72 and 96 hours) to ethylene gas in concentration of 5 ppm. It was evaluated in the second experiment four rates of ethylene gas (6, 7, 10 and 12 ppm) using the 96 hours exposure time. The fruits were analyzed as for regard to weight loss (%), peel color, postharvest diseases, juice percentage, texture (g/f), TSS (°Brix), titratable acidity, Ratio, pH and technological index. The 96 hours exposure time to ethylene gas was chosen for the second experiment with 'Eureka' lemons and 'Pera' oranges, because it presented better degreening. For 'Eureka' lemons, there wasn't significant difference from the other times of gas exposure in weight loss and juice percentage; at the end of the experiment, it differed from the control treatment for texture; and presented significant difference from the other exposure times for TSS, titratable acidity, Ratio, pH and technological index, difference that disappeared at the end of the experiment. For 'Pera' oranges, with 72 hours of exposure, there was greater weight loss at the end of the experiment; it didn't present significant difference from the other exposure times for juice percentage, texture, titratable acidity, Ratio and pH; and presented significant difference from the other times for TSS and technological index, difference that disappeared at the end of the experiment. The 6 ppm concentration of ethylene

gas presented satisfactory results in the degreening of 'Eureka' lemons and 'Pera' oranges in the first week of the second experiment. For 'Eureka' lemons, there wasn't significant difference from the other concentrations for weight loss, juice percentage, texture, TSS, titratable acidity, pH and technological index; and it presented significant difference from other concentrations for Ratio, difference that disappeared at the end of the experiment. For 'Pera' oranges, there wasn't significant difference from the other concentrations for texture, TSS, titratable acidity, Ratio and pH; and it presented significant difference from the other concentrations for weight loss, difference that disappeared at the end of the experiment. The concentration of 12 ppm attained the worst values for juice percentage and technological index at the end of the experiment, presenting significant difference from the other concentrations.

## 1. INTRODUÇÃO

Em função de sua importância na economia agrícola mundial, a citricultura brasileira tem constantemente exigido tecnologia de produção mais avançada.

A procura de frutas com boas características para exportação “in natura” tem aumentado em decorrência da grande demanda por parte dos países europeus. Assim, no Brasil a ampliação das exportações é dependente, em grande parte, da melhoria da qualidade da fruta. Neste sentido, a adequação da qualidade das operações ligadas à pós-colheita é fundamental para tornar a fruta cítrica brasileira mais competitiva no mercado externo (Kluge, 2002).

A citricultura apresenta maior evolução na faixa subtropical em contraste com o Brasil, que possui a maior área citrícola do planeta sob condições tropicais. Nestas condições, os frutos cítricos alcançam a maturação com boa qualidade interna enquanto que a casca não desverdece ou o faz parcialmente, tornando-os inaceitáveis para a comercialização “in natura” em mercados exigentes quanto à coloração (Nascimento, 1994). Nos climas subtropical e temperado, as frutas apresentam sua coloração característica durante a maturação, devido à exposição às baixas temperaturas (Sinclair, 1984; Rodrigues, 1987; Casas & Mallett, 1988a; Ortolani et al., 1991 citado por Kluge, 2002).

Como um dos processos chave da tecnologia pós-colheita, que permite prolongar o período de comercialização por antecipar a coloração do fruto (Agustí & Almela, 1995), a técnica de desverdecimento consiste em remover a cor verde do fruto internamente maduro (Nascimento, 1994), através do uso de etileno, para que ocorra a perda de clorofila e

se revelem e sintetizem pigmentos amarelados e alaranjados na casca e no suco, os quais pertencem ao grupo dos carotenóides (Awad, 1993).

A coloração externa das frutas cítricas é indiscutivelmente um grande atributo de qualidade, pois certamente a maioria dos consumidores associa a cor da casca com o estágio de maturação, embora alguns frutos apresentem boa qualidade interna enquanto ainda conservam a coloração verde.

Contudo, há a necessidade de se estudar, para o clima brasileiro, condições mais apropriadas para o desverdecimento das frutas em pós-colheita, com intuito de ampliar a competitividade da fruta no mercado externo.

Desta maneira o presente trabalho tem por objetivo avaliar as condições ótimas do tempo de exposição e concentração de etileno, para o desverdecimento de laranja 'Pera' e do limão 'Eureka', verificando suas alterações pós-colheita durante o armazenamento.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Laranja 'Pera'

A laranja 'Pera' (*Citrus sinensis*, Osbeck), 'Pera Rio' ou 'Pera Coroa' é sem dúvida a mais importante variedade cítrica do Brasil.

Mesmo reconhecida como variedade brasileira por excelência, a origem da 'Pera' permanece obscura. São aventadas diversas hipóteses, mas sem comprovação clara. Entretanto, sua semelhança com outras variedades é tão evidente que acredita-se que possa ter origem numa delas (Donadio et al., 1995).

Alguns autores brasileiros admitem que a variedade 'Pera' é a mesma 'Lamb Summer' da Flórida. Se ambas forem a mesma variedade, esta é possivelmente a origem da laranja 'Pera' (Figueiredo, 1991).

O Brasil, apesar de enquadrar-se entre os principais produtores de laranja do mundo, se posiciona em 10<sup>a</sup> colocação no ranking de maiores exportadores de laranja para mesa, exportando 75.345 toneladas de fruta fresca, o que representa aproximadamente 0,5% de sua produção. Este percentual é explicado pelo fato de que grande parte dos pomares é destinada para a produção de suco, que não apresenta as mesmas exigências em termos de qualidade como para mesa (Agrianual, 2002).

A Espanha e os Estados Unidos são os principais exportadores da fruta "in natura", respectivamente, 38% e 18% da sua produção (CEPEA, 2002).

A principal variedade colhida no Brasil é a laranja, representando 93% da área total de citros. São Paulo se destaca como o maior produtor, com 76% da área colhida

de laranja, tendo como variedade principal a laranja ‘Pera’, que representa 38% do total de árvores do parque citrícola paulista, seguida por ‘Valência’, ‘Natal’ e ‘Hamlin’ com 17%, 25% e 7%, respectivamente. (CEPEA, 2002).

A variedade ‘Pera’ é caracterizada por frutos pequenos, de cor laranja, ovalados, suco ligeiramente ácido (São Paulo) ou doce (Rio), com 3-4 sementes por fruto (Moreira & Rodrigues F<sup>o</sup>, citados por Donadio et al., 1995), casca de espessura fina a média, quase lisa e com vesículas de óleo em nível; apresentando polpa de cor laranja viva com textura firme. Seu suco representa 52% do peso do fruto, com teores médios de sólidos solúveis (11,8%), acidez em torno de 0,95% e “Ratio” de 12,5 (Figueiredo, 1991).

A qualidade da laranja ‘Pera’ é reputada como das melhores. Pode-se observar que, independentemente do porta-enxerto, as porcentagens de suco são excelentes (Donadio et al., 1995).

Em vários trabalhos foram determinadas as características médias dos frutos de ‘Pera’, em diversos locais. No geral, os dados de altura e diâmetro mostram a tendência de produção de frutos oblongos, com maior altura que diâmetro e freqüente ocorrência de pescoço na região basal, outro caráter marcante (Donadio et al., 1995).

A laranjeira é caracterizada por árvores de porte médio, galhos mais ou menos eretos, folhas acuminadas, com produtividade de aproximadamente 250 quilos por planta (Figueiredo, 1991).

A principal época de colheita desta cultivar é de julho a meados de novembro, sendo de maturação tardia, podendo ocorrer floradas extemporâneas fazendo com que se registrem algumas outras frutificações no decorrer do ano (Figueiredo, 1991).

## **2.2 Limão ‘Eureka’**

O limão verdadeiro *Citrus limon* (L.) Burm, é uma das principais espécies cítricas cultivadas no mundo. Juntamente com as ‘Cidras’ e as ‘limas ácidas’ compõem o quarto grupo horticultural do gênero *Citrus* que apresenta valor comercial, segundo Hodgson (1967), citado por Alves (1986).

Os limões verdadeiros devem ter sido originados nas regiões orientais do Himalaia, na Índia, e áreas adjacentes (Figueiredo, 1991) e foram introduzidas no Brasil por sementes (Moreira, 1963).

São conhecidas mais de 50 variedades de limões cultivadas em todo o mundo, entretanto as principais variedades cultivadas são 'Eureka', 'Lisboa', 'Femminelo' e o 'Eureka' (Henrique, 1999).

Como maiores produtores de limões verdadeiros destacam-se a Argentina, Espanha, EUA e a Itália, enquanto que o Brasil (SP), se destaca como produtor de limas ácidas, tais como o limão 'Taiti' (*C. latifolia*, Tanaka) (Agrianual, 2002).

Normalmente o destino dos limões verdadeiros é para obtenção de óleo essencial, indústria de suco concentrado e consumo "in natura", nos mercados internos.

Quanto ao limão 'Eureka', pouco se sabe sobre sua origem, embora seja considerado por alguns pesquisadores como variedade nacional (Figueiredo, 1991).

Algumas referências bibliográficas indicam que a sinonímia 'Eureka', utilizada no Brasil é uma alusão à origem das primeiras sementes de limão introduzidas no país, já que as mesmas possivelmente, vieram da Sicília, Itália (Alves, 1986).

De acordo com Casela (1935), na Argélia também receberam designação de 'Eureka' plantas que foram multiplicadas a partir de sementes de limão 'Lunário', em função de serem provenientes da Sicília.

Segundo Figueiredo (1991) o limoeiro caracteriza-se por árvores grandes, galhos esparramados e abertos, com folhas grandes de forma oblonga, laceoladas e pontiagudas, podendo alcançar produtividade média de 250 quilos por planta.

Os frutos têm forma oblonga elipsóide, normalmente com pescoço médio, possuem cerca de 10 sementes e peso médio de 95 gramas; a casca é de cor amarelada, de espessura média e apresenta grandes vesículas de óleo; a polpa apresenta cor amarelada de textura firme, 35% de suco que é caracterizado por 8% de sólidos solúveis totais, acidez de 5,3% e "Ratio" de 1,5 (Figueiredo, 1991).

Alves (1986) caracterizou o limão 'Eureka' obtendo 38,74 % de rendimento de suco, 7,03 °Brix como teor médio de sólidos solúveis, 5,77 % de acidez titulável e 1,22 de "Ratio" (sólidos solúveis totais/acidez titulável).

De acordo com a “Citrus Board Norm”, citada por Oliveira (1973), o rendimento de suco do limão, tanto para mercado interno como externo, deve ser de no mínimo nos mercados internos 40%.

A produção de frutos apresenta época de maturação de meia-estação, meados de abril a meados de agosto, para a florada normal, embora possam ocorrer frutificações no decorrer do ano (Figueiredo, 1991).

### **2.3. Desverdecimento de frutos cítricos**

Em citros a adição de etileno exógeno, como um técnica de desverdecimento pós-colheita, permite que as frutas atinjam a grade comercial na melhor época, quando ainda não alcançaram boa coloração, mas encontram os requerimentos de maturação interna para serem consumidas (Martinez Zuccardi, 1995).

Esta técnica é de grande importância para ser utilizada em regiões que apresentam temperaturas altas durante a maturação, impedindo que seja atingida a coloração típica da variedade (Jimenez-Cuesta et. al., 1983).

O tratamento pós -colheita com etileno é utilizado comercialmente para o desverdecimento de frutos cítricos, uma vez que induz à perda de clorofila (Chitarra & Chitarra, 1990) pelo aumento da atividade da enzima clorofilase e, no mesmo período, são sintetizados pigmentos na casca e no suco, os quais pertencem ao grupo dos carotenóides (Awad, 1993).

De acordo com Yang e Hoffman (1984) o etileno é uma substância volátil, produzida em tecidos vegetais a partir da metionina via S-adenosil metionina (SAM) e ácido aminociclopropano carboxílico (ACC). Conhecido como hormônio do amadurecimento da maioria dos frutos, o etileno precede o aumento na taxa respiratória, provocando um surto autocatalítico (Chitarra & Chitarra, 1990) geralmente em frutos climatérios como maçãs, enquanto que em frutos não-climatérios, como os citros, o aumento autocatalítico e o período climatérico da respiração não ocorrem (Abeles et al., 1992). A aplicação exógena de etileno em frutas cítricas não antecipa o amadurecimento, mas promove incremento na taxa respiratória das mesmas (Abeles et al., 1992; Goldschmidt, 1997 citados por Kluge, 2002).



Para Coll et al. (1992) em frutos não-climatéricos como a laranja, as mudanças na composição são graduais e não são acompanhadas por aumentos respiratórios causados pela produção de etileno. A maturação das frutas cítricas é considerada relativamente lenta se comparada com a de frutos climatéricos, nos quais ocorre aumento na produção de etileno (Bleinroth, 1973).

Menezes & Draetta (1980) afirmaram que durante a maturação ocorre redução da firmeza do fruto, devido amolecimento causado pela solubilização progressiva das protopectinas em pectina ou ácido pécico.

Awad (1993) em estudos com banana, verificou que o etileno acelerou e tornou uniforme sua maturação, eliminando a cor verde da casca, transformando o amido em açúcares, reduzindo a adstringência e amaciando a polpa, devido sua ação sobre as enzimas.

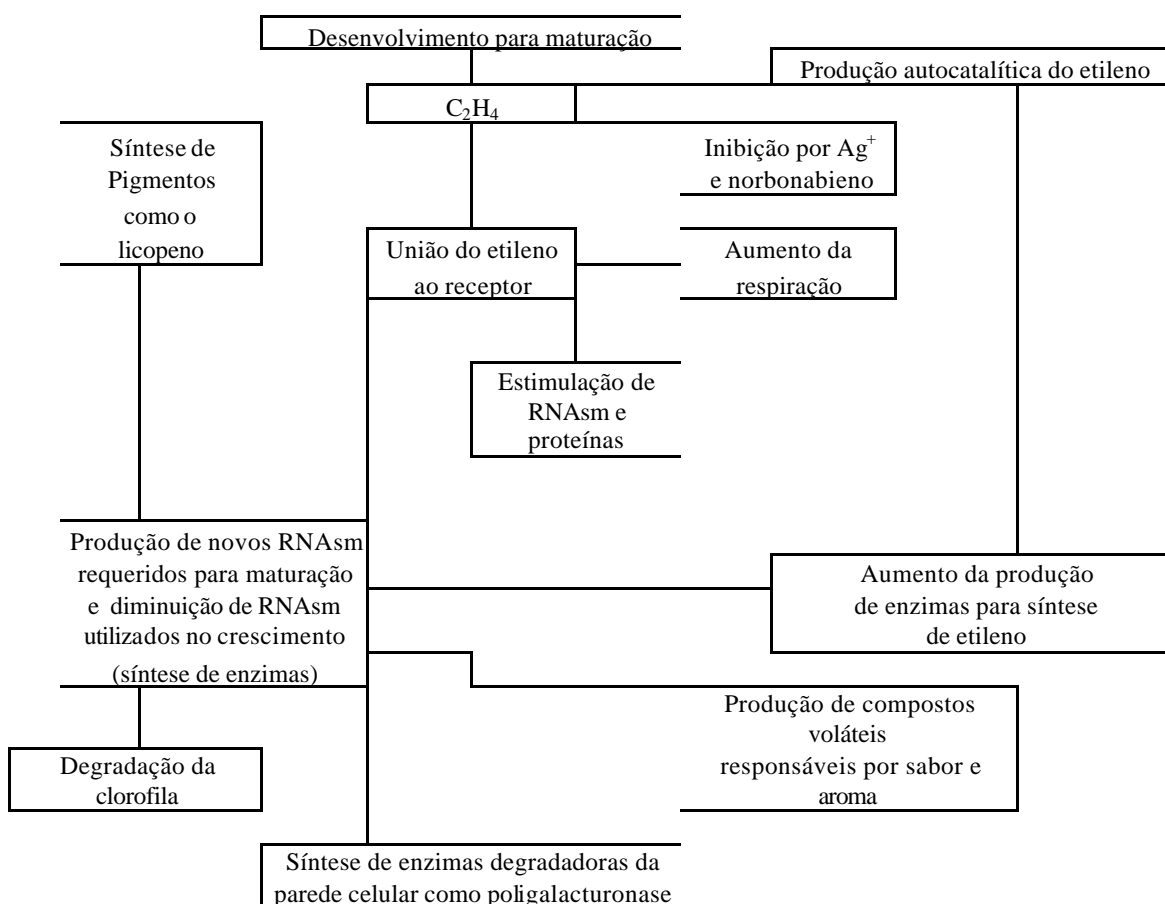


Figura 1: Ação do etileno

Fonte: Critical Review. In PP Science. 3: 113-132, 1985

Conforme Carvalho & Nogueira (1979) durante a maturação de frutos cítricos, processam-se mudanças na composição do suco, com o aumento no teor de sólidos solúveis totais e no índice de maturação ("Ratio"). Ocorre diminuição acentuada na acidez titulável e intensificação na coloração amarela ou alaranjada do suco (degradação da clorofila e aparecimento de carotenóides na casca). Ácidos orgânicos não voláteis estão entre os constituintes celulares mais metabolizados durante a maturação, e por essa razão ocorre queda na taxa de acidez quando os frutos já estão maduros e conseqüentemente aumento de pH (Matoo et al., 1975).

Segundo Stewart & Wheaton (1972) a aplicação pós-colheita do etileno em frutas cítricas resultou em aumento dos pigmentos carotenóides, promovendo o aparecimento das cores amarelo e laranja avermelhado. Também de acordo com Goldschmidt & Galili (1974) o etileno conduz à decomposição das giberelinas, responsáveis pela manutenção da coloração verde da fruta.

Conforme Awad (1993) a aplicação de etileno deve ser feita até atingir o resultado desejado, já que os frutos cítricos são não climatéricos, incapazes de produzir etileno autocatalítico.

Já Martinez Zuccardi (1995) relata que o desenvolvimento da coloração dos frutos continua depois que estes foram removidos de dentro da câmara de desverdecimento, exceto naqueles que já tinham atingido a saturação de cor.

Esta indução artificial da coloração dos frutos pode ser obtida pela aplicação de gás etileno ou de ethrel. O ethrel tem como ingrediente ativo o ethephon (ácido 2 cloroetil – fosfônico), que se degrada abaixo da superfície da casca do fruto liberando etileno. Apresenta-se na forma líquida, tornando dispensável o emprego de câmaras especiais ou recipientes herméticos, como no caso do gás etileno (Nascimento, 1994).

Singh & Ali (1996) verificaram que em limão a degradação da clorofila dos frutos é muito importante para o mercado e para obter melhor retorno financeiro. Por essa razão, estudaram o uso de ethephon em tratamentos pós-colheita em cultivares de limão 'Kagzi Kalan'. Com 50 ppm houve degradação completa da clorofila e os frutos adquiriram coloração amarela após 4 dias. O teor de suco dos frutos aumentou de 27 para 32% e o de vitamina C foi de 40,2 para 51,5 mg /100 ml de suco.

Jahn (1973) estudando o desenvolvimento de frutas cítricas com aplicações pós-colheita de 2-chloroethyl ácido fosfônico (ethephon), com imersão de frutas de limão 'Bears', tangerinas 'Robinson' e 'Dancy', laranja 'Hamlin' e grapefruit 'March', submetidas a 16, 21 ou 27°C, encontrou respostas consideráveis e mais velozes com temperaturas aumentadas, sendo que o desverdecimento máximo foi a 21 e 27°C, com concentrações de 500 a 1000 ppm. O não tratamento da fruta com 2-chloroethyl ácido fosfônico fez com que o desverdecimento mais completo fosse a 16°C.

Awad et al. (1973) ao estudarem o efeito do ácido 2-chloroethyl fosfônico (ethephon) no desverdecimento de laranjas das variedades 'Pera' e 'Lima' (*Citrus sinensis*, Osbeck) imersas em soluções com concentrações de 250, 500 e 1000 ppm por períodos de 1 ou 5 minutos, concluíram que o mais rápido e efetivo desverdecimento ocorreu por imersão da fruta em solução de 1000 ppm por 1 minuto, sendo que todas as concentrações foram igualmente efetivas, quando imersas por 5 minutos.

Hammady (1974) verificou que no desverdecimento artificial, as laranjas 'Washington Navel', submetidas a concentrações de 500, 1000, 2000 e 5000 ppm de ethephon a 20°C, atingiram a coloração aceitável no padrão de coloração depois de 6 dias em todos os tratamentos, exceto no de maior valor, o qual levou 9 dias. O tratamento de desverdecimento foi acelerado pelo armazenamento a temperatura de 25°C, chegando à coloração final após 27 dias e constatando que todos os lotes tiveram perdas de 8 a 10% de peso.

Coelho et al. (1981) aplicaram ethephon a 500, 1000, 1500 e 2000 ppm em frutos de laranja 'Pera' (*Citrus sinensis*, Osbeck), sendo os frutos emergidos na solução por 3 minutos. Após 7 dias os frutos apresentaram casca amarela, não desenvolvendo o alaranjado típico. Os frutos apresentaram, após 21 dias, apodrecimento variável de 50 a 75%, não havendo diferença entre os tratamentos quanto aos índices de perda de massa, acidez total titulável, sólidos solúveis totais e "Ratio".

Gilfillan et al. (1987) aplicaram o ethephon em laranja 'Navel', com concentração variando de 2000 a 8000 ppm, associados com 2000 ppm de Thiabendazole e 500 ppm de 2,4 D. Foi verificado que a taxa de desverdecimento mais eficiente foi obtida com 4000 ppm de ethephon.

Fuchs & Cohen (1969) verificaram que a aplicação de ethrel a 1000 ppm alcançou efeitos semelhantes à aplicação de gás etileno a 50 ppm (25 °C e 88-90% UR por 24 horas) em diversas variedades cítricas, porém em limões a utilização de ethrel a 500 ppm causou lesões na casca.

Henrique (1999) avaliou diferentes doses de ethephon (0, 1000, 2000 e 3000 mg.L<sup>-1</sup>) e película de fécula de mandioca como recobrimento em pós-colheita de limão 'Eureka' durante 24 dias de armazenamento. Os tratamentos utilizados não ocasionaram alterações significativas no teor de sólidos solúveis totais, pH e acidez titulável. Houve tendência a redução do rendimento de suco nos tratamentos submetidos ao desverdecimento.

Mota et al. (2003) verificou o efeito da aplicação de cera e de níveis de ethephon (250, 500 e 1000 ppm) no desverdecimento e na conservação em pós-colheita de frutos de kunquat. Todos os tratamentos com ethephon promoveram a degradação de clorofila. A taxa de desverdecimento aumentou proporcionalmente ao aumento na concentração, porém não houve diferenças na textura, teor de sólidos solúveis dos frutos tratados.

Shanmugavelu et al. (1976) verificaram que durante o período de amadurecimento nos frutos de limões tratados com etileno, estes demonstraram menor porcentagem de perda de massa.

Purandare et al. (1992) constataram que em laranja doce, distribuídas em 4 grades (A, B, C, D) e desverdecidas com ethephon a 500, 1000, 1500 ou 2000 ppm e logo distribuídas em dois lotes para armazenamento em caixas de papelão "airtight" no escuro ou em exposição a luz (temperatura ambiente), apresentaram o volume de suco diminuído e o teor de sólidos solúveis aumentado, indiferentemente da grade, do tratamento com ethephon ou do método de armazenamento. A melhor qualidade avaliada em termos de cor, sabor, consistência e total aceitação comercial foi atingida em frutas tratadas com 2000 ppm de ethephon e armazenadas no escuro.

O desverdecimento através de aplicações de gás de etileno é efetuado através de câmaras hermeticamente fechadas, com controle de temperatura e umidade relativa. Esta técnica tem sido preferida por apresentar melhores condições de controlar os fatores que influenciam na manutenção do fruto (Kluge,2002).

Após 24 horas da aplicação do etileno, procede-se a ventilação do recinto para eliminar o excesso de CO<sub>2</sub> acumulado, pois concentrações superiores a 1% atuam

competitivamente com o etileno, retardando ou impedindo sua ação (Chitarra & Chitarra, 1990).

Para Mazzuz (1996) o período de exposição ao etileno no desverdecimento varia de acordo com a variedade, sendo que o mínimo necessário para o tratamento não deve ser inferior a 24 horas e o limite superior não deve exceder 120 horas. A temperatura durante o tratamento deve estar entre 18 e 25°C, favorecendo a degradação da clorofila e a síntese de carotenóides. Em relação à concentração de etileno, observa-se que a faixa entre 1 e 10 ppm é a mais indicada para o desverdecimento das diferentes variedades cítricas .

O tempo necessário de desverdecimento é relativo, dependendo da coloração inicial dos frutos (Martinez Zuccardi, 1995). Por isto é muito importante para o comércio cítrico dispor de um índice objetivo que permita conhecer quando os frutos de uma determinada cultura ou área de cultivo estão em condições de desverdecimento (Sala et al., 1988).

Purvis & Barmore (1981) estudando tangerina 'Robinson', submetidas a concentração de 7 ppm de gás etileno à 27°C e 95% UR, por períodos de 24, 48, 72 e 96 horas, verificaram que houve aumento na taxa de degradação de clorofila conforme aumentou-se o período de exposição ao etileno.

Petracek & Montalvo (1997) trabalhando com tangerinas 'Fallglo', observaram que exposições ao etileno (5 ml/l) por 24 ou 48 horas, em temperatura de 29,5°C, provocaram o desverdecimento dos frutos muito mais rapidamente do que exposições por 2 ou 6 horas.

Castro et al. (1991) verificaram que ao desverdecer frutos de Tangor 'Murcote' com ethrel (100, 250, 500, 100 ppm) e gás etileno (1, 5 e 10 ppm) armazenando-os à 20°C e posteriormente por 8 semanas em refrigeração, constataram que não houve diferença significativa nas perdas médias de peso e nos teores de sólidos solúveis totais.

Jacomino et al. (2003) trabalhando com limões 'Eureka' submetidos a 4 concentrações de etileno (0; 3; 6; 12 ppm) à 20°C por períodos de 2, 4 e 6 dias, verificaram que os tratamentos não interferiram no teor de sólidos solúveis totais, com variação de 6,91 a 7,30 °Brix; perda de peso; rendimento em suco encontrado na faixa de 47,70 a 52,50%; e

acidez total titulável. Os frutos tratados com etileno a 6 e 12 ppm durante 6 dias, apresentaram desverdecimento mais rápido, porém com maior ocorrência de doenças.

Yang & Jahn (1972) observaram aumentos de carotenóides em cascas de tangerinas e em limões (em menor intensidade) após a aplicação de 10 ppm de etileno à 27°C e 80-90% UR, durante pelo menos dois dias. Esses frutos apresentaram coloração externa mais atraente.

Wheaton & Stewart (1973) observaram que a formação de carotenóides em frutos cítricos deu-se na faixa de 15 a 29°C, porém a 15°C o efeito foi mais intenso.

Segundo Stewart & Wheaton (1972), a indução de acúmulo de carotenos pelo etileno é totalmente sensível à temperatura, sendo que é progressivamente reduzida com o seu aumento e sofre inibição a partir de 30°C.

Pomelos da Flórida, com cor mais verde do que o permissível para a colheita, desverdeceram para uma cor aceitável aos consumidores dentro de duas a três semanas quando foram mantidos em 16°C e 21°C (Oberbacher, 1962; Oberbacher et al. 1962, citados por Nascimento et al., 1994).

De acordo com Pantastico et al. (1975) a refrigeração é o método mais eficaz na redução dos processos metabólicos em frutos, afetando as atividades de respiração e produção de etileno, além de controlar a taxa de crescimento de microrganismos. Porém, temperaturas abaixo da mínima de segurança (TMS) podem causar desordens fisiológicas, as quais tornam o fruto muito suscetível a injúrias causadas pelo frio (chilling injury), visíveis em armazenamento prolongado ou após sua retirada da refrigeração (Couey, 1982).

A refrigeração das frutas após terem sido desverdecidas pode reduzir os problemas decorrentes do processo, pois a refrigeração pode retardar o metabolismo de patógenos causadores de podridões, além de aumentar o transporte a longas distâncias e prolongar o período de comercialização (Chitarra & Chitarra, 1990).

Para a laranja, as condições de temperatura e umidade relativa (UR) recomendadas para o armazenamento comercial são de 3 a 9 °C e 85-90% (Chitarra & Chitarra, 1990 adaptado de Hardenburg, Watada e Wang, 1986), existindo variação para a faixa de temperatura, sendo que Agustí & Almela (1995) indicam uma faixa de 2 a 3°C.

De acordo com Chitarra & Chitarra (1990), adaptado de Hardenburg, Watada e Wang (1986), para o limão as condições de temperatura e umidade relativa são de 9 -10 °C e 85 a 90%.

Hearn (1990) verificou que laranjas 'ambersweet', desverdecidas com 5 ppm de etileno por 57 horas, conservadas duas semanas a 1,1 °C, condições ótimas de armazenamento, e depois a 2 °C, apresentaram deterioração de 61% causada principalmente por *Penicillium digitatum* e nenhuma alteração no sabor.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Origem, colheita e preparo dos frutos**

Foram instalados dois experimentos, sendo os frutos colhidos na fazenda Morrinhos, propriedade da Companhia Agrícola Botucatu, município de Botucatu, Estado de São Paulo.

Os frutos utilizados foram laranja ‘Pera’ e limão ‘Siciliano’, apresentando-se fisiologicamente maduros (Mota,1997), porém ainda com coloração verde (laranja) e esverdeada (limão).

Após a colheita, onde os frutos foram cortados rente ao cálice através de tesouras e selecionados manualmente quanto à coloração e injúrias, foram acondicionados em caixas plásticas sanitizadas e submetidos a tratamento fitossanitário com 1500 ppm de Thiabendazole, 400 ppm de Procloraz, 200 ppm de Hipoclorito de sódio e 10 ppm de 2,4 D por 2 minutos de ducha. Em seguida os frutos foram transportados em veículo de carroceria aberta, até a Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, no município de Piracicaba – SP, sendo separados conforme os tratamentos e submetidos ao desverdecimento.

Para o primeiro experimento os frutos foram colhidos na segunda quinzena de agosto de 2002; para o segundo os frutos foram coletados na primeira quinzena de maio.



A técnica de desverdecimento, em câmara hermeticamente fechada com volume de 19,61m<sup>3</sup>, temperatura e umidade relativa controladas, efetuaram-se 24 horas após os frutos terem sido colhidos no primeiro experimento.

Para o segundo experimento todos os frutos foram colhidos no mesmo dia e desverdecidos em tempos diferentes, sendo que para T1 3 dias, T2 7dias, T3 11 dias e T4 15 dias após terem sido colhidos.

O produto aplicado foi o Azetil (95% nitrogênio e 5% de etileno), sendo que a cada 12 horas efetuou-se renovação do ar (30 minutos de exaustão) e nova aplicação de etileno.

### **3.2 Tratamento pós-colheita do primeiro experimento**

Os frutos foram submetidos à temperatura de 22°C e 90-95% UR e tratados com aplicações de Azetil na dosagem de 2 litros (5 ppm/m<sup>3</sup> de câmara a cada 12 horas) com diferentes horas de exposição ao gás.

As diferentes horas de exposição ao Azetil foram as seguintes:

T1 – Controle (sem aplicação de gás)

T2 - 24 horas (1 dia)

T3 - 48 horas (2 dias)

T4 - 72 horas (3 dias)

T5 - 96 horas (4 dias)

### **3.3 Tratamento pós-colheita do segundo experimento**

Mantendo fixas a temperatura e UR utilizadas no primeiro experimento, os frutos com melhor tempo de exposição ao Azetil (96 horas) foram avaliados quanto à melhor dosagem do produto para o desverdecimento da laranja 'Pera' e limão 'Eureka'.

As dosagens a serem avaliadas foram:

T1 - 6 ppm

T2 - 7 ppm

T3 - 10 ppm

T4 - 12 ppm

Após feitos os tratamentos, todos os frutos foram encerados, com cera de carnaúba + 2 ppm de Imazalil, através de pulverização e distribuição por meio de escovas, para aumentar o período de conservação dos frutos, diminuindo a respiração e transpiração dos mesmos. A seguir foram armazenados em caixas de papelão dispostas ao acaso sob condições de refrigeração 10°C e 99 ± 3 % UR (1º experimento) e 12°C e 95 ± 3 % UR (2º experimento) em container por 8 semanas e também analisados semanalmente no Laboratório de Frutas e Hortaliças da Faculdade de Ciências Agrônômicas – Botucatu, SP.

A temperatura e a umidade relativa dentro da câmara-fria foram controladas semanalmente, com mensuração realizada através do Termo-Higrômetro digital marca Incoterm.

### **3.4 Obtenção dos dados experimentais para todos os experimentos**

Os experimentos constaram de dois grupos, divididos da seguinte forma:

I - grupo controle (não destrutivo)

II - grupo parcela (destrutivo)

### I. Grupo Controle

Para o grupo controle foram utilizados 20 frutos por tratamento, analisados semanalmente, durante 8 semanas quanto à perda de massa fresca, coloração e ocorrência de doenças.

#### A) Perda de massa fresca

Obtida em porcentagem por pesagem direta (considerando o peso inicial de cada unidade) e calculada a cada 7 dias, durante todo o período de conservação.

#### B) Coloração da casca

A coloração do limão foi avaliada de acordo com a tabela de cores de Munsell (1957) e a da laranja de acordo com a Norma de Classificação da Laranja 'Pera', coordenada pelo Centro de Horticultura da CEAGESP. Para a laranja 'Pera' foi adotada esta escala em virtude de sua coloração, pois ao derverdecer não apresentava coloração uniforme. A escala de cores de Munsell foi utilizada por não haver uma classificação para limão 'Eureka' semelhante a que foi adotada para a laranja.

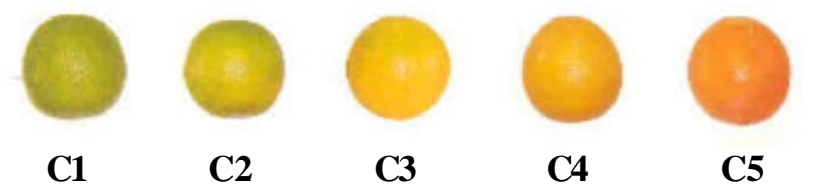


Figura 2. Escala de cores da Norma de Classificação da Laranja 'Pera', coordenada pelo Centro de Horticultura da CEAGESP.



Figura 3. Escala de cores de Munsell

### C) Ocorrência de Doenças

Mensurou-se através da quantidade de frutos apodrecidos, a cada dia de análise no período.

## II. Grupo Parcela

Foram utilizados 10 frutos por tratamento, segundo Palacios (1978), Coelho & Cunha (1982) e Barros (1992); e por dia de avaliação, os quais serão analisados a cada 7 dias de conservação pós-colheita para as seguintes variáveis:

### A) Rendimento de suco

Obteve-se o rendimento de suco, expresso em porcentagem, pela diferença entre o peso total do fruto e o peso da casca. Esta diferença, forneceu o peso do suco, calculando o rendimento por meio da seguinte fórmula:

$$R = \frac{P_s}{P_f} \cdot 100$$

R = rendimento de suco (%);

P<sub>s</sub> = peso do suco (g);

P<sub>f</sub> = peso total do fruto (g).

### B) Firmeza dos frutos

Foi medida nos frutos com casca, na região equatorial, utilizando-se texturômetro Stevens-LFRA Texture Analyser, com ponta de prova - TA 9/1000. A velocidade de penetração será de 2mm/s a uma profundidade de 20mm, com os dados expressos em grama força (g/f).

### C) Teor de sólidos solúveis totais (SST)

O teor de SST foi mensurado através de refratômetro digital marca Atago PR-32, sendo os resultados expressos em graus Brix.

### D) Acidez titulável (AT)

Determinou-se por titulação potenciométrica com hidróxido de sódio 0,10 N e fenoftaleína como indicador, sendo o resultado expresso em porcentagem de ácido cítrico, conforme padronizado pelo Instituto Adolfo Lutz (1977).

### E) Índice de maturação “Ratio” (SST/AT)

Foi determinado por meio da relação entre os teores de sólidos solúveis totais (SST) e a acidez titulável (AT), segundo Tressler & Joslyn (1961), permitindo avaliar a evolução do sabor dos frutos.

### F) pH

Mensurou-se através do suco dos frutos homogeneizado, utilizando-se o potenciômetro da marca Digimed DMPH-2, conforme técnicas recomendadas pelo Instituto Adolfo Lutz (1985).

### G) Índice tecnológico

Para a produção de sucos concentrados, a matéria é qualificada pelo “Índice Tecnológico”, obtido através da fórmula (Chitarra & Chitarra, 1990):

$$I.T. = \frac{B \times S}{100}$$

IT = índice tecnológico

B = % de sólidos solúveis (°Brix)

S = % de suco

Delineamento experimental

Nos dois experimentos, utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, constando de 20 repetições para as análises não destrutivas e 5 repetições para as análises destrutivas, sendo os resultados submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, segundo Gomes (1987).

## 4.RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Primeiro experimento

As Tabelas 1 e 2 mostram a caracterização dos frutos de limão 'Eureka' e de laranja 'Pera' pouco antes de serem submetidos ao tratamento de desverdecimento.

**Tabela 1. Caracterização dos frutos de limão 'Eureka' antes de serem submetidos ao desverdecimento do segundo experimento.**

Tratamento	Coloração	SST	Acidez	pH	% Suco	Firmeza (g/f)
0 horas	2,5gy 6/10	8,3	5,8	2,48	47,45	806
24 horas	2,5gy 6/10	8,7	6,0	2,50	50,12	789
48 horas	2,5gy 6/10	7,9	6,3	2,47	51,18	817
72 horas	2,5gy 6/10	8,4	5,8	2,50	49,85	745
96 horas	2,5gy 6/10	7,7	6,2	2,47	51,13	798

**Tabela 2. Caracterização dos frutos de laranja ‘Pera’ antes de serem submetidos ao desverdecimento do segundo experimento.**

Tratamento	Coloração	SST	Acidez	pH	% Suco	Firmeza (g/f)
0 horas	C1	8,2	0,93	3,01	51,12	748
24 horas	C1	8,3	0,92	3,00	48,13	745
48 horas	C1	8,7	0,84	3,00	47,41	685
72 horas	C1	8,4	0,87	2,98	46,05	715
96 horas	C1	8,3	0,89	3,01	47,45	653

#### **4.1 1. Limão ‘Eureka’**

##### **4.1.1.1. Perda de massa fresca**

Segundo a Tabela 3, verificando cada tempo de exposição ao etileno dentro de seu período de armazenamento, notou-se que em todos os tratamentos houve perda de massa fresca. Essa redução de massa pode ser explicada pelo aumento do metabolismo da fruta apresentando maior respiração e maior transpiração.

Analisando-se cada semana de armazenamento, confrontando as perdas de massa de cada período de exposição, observou-se que os tratamentos (0, 24, 48 e 96 horas) começaram a apresentar diferença a partir da quarta semana, sendo as menores porcentagens de perda de massa evidenciadas nos frutos submetidos a 0, 24 e 48 horas, diferindo significativamente dos tratados por 72 horas, que mantiveram a maior perda de massa até o final do experimento (8 semanas) não diferindo estatisticamente apenas dos frutos expostos por 96 horas.

Os resultados apresentados neste trabalho discordam dos encontrados por Shanmugavelu et al. (1976), que demonstraram menor porcentagem de perda de massa durante o período de amadurecimento nos frutos de limões tratados com etileno; e de Castro et al. (1991), que não verificaram diferenças significativas das perdas médias de massa no desverdecimento com aplicação de etrel e gás etileno, em frutos de Tangor ‘Murcote’. E concordam com Jacomino et al. (2003), que observou que a perda de massa não teve



influência das concentrações de etileno aplicadas, mas teve incremento de acordo com o aumento no período de exposição ao gás.

**Tabela 3. Perda de massa (%) de limões ‘Eureka’ submetidos ao desverdecimento com etileno a 22°C e armazenados a 10°C por 8 semanas.**

Horas de exposição	Semanas de armazenamento						
	2	3	4	5	6	7	8
Controle	0,31 a	0,75 a	1,15 ab	1,53 b	1,85 c	2,19 c	2,52 c
24	0,36 a	0,72 a	1,06 b	1,46 b	1,87 c	2,22 c	2,58 c
48	0,31 a	0,73 a	1,08 b	1,66 b	2,03 bc	2,47 bc	2,84 b
72	0,42 a	0,91 a	1,33 a	1,91 a	2,34 a	2,78 a	2,95 a
96	0,44 a	0,84 a	1,25 ab	1,71 ab	2,12 ab	2,55 ab	2,89 ab

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. CV = 20,32%

#### 4.1.1.2. Coloração da casca

A coloração da casca para todos os frutos evoluiu com o armazenamento, sendo influenciada pelos tratamentos aplicados (Tabela 4). Estes dados condizem com Stewart & Wheaton (1972), que afirmam que a aplicação pós-colheita do etileno em frutas cítricas resultou em aumento dos pigmentos carotenóides, promovendo o aparecimento das cores amarelo e laranja avermelhado. Também conforme Goldschmidt & Galili (1974) o etileno conduz à decomposição das giberelinas, responsáveis pela manutenção da coloração verde da fruta.

Os frutos antes de serem desverdecidos apresentavam coloração esverdeada. Com uma semana de armazenamento os frutos já apresentavam mudança na cor da casca, porém quanto maior o tempo de exposição maior foi a sua evolução ao longo do armazenamento. Essa evolução condiz com o trabalho realizado por Jacomino et al. (2003), o qual observou que frutos de limão ‘Eureka’ tratados com etileno a 6 e 12 ppm durante 6 dias, apresentaram desverdecimento mais rápido, porém com maior ocorrência de doenças.

A degradação de clorofila no tratamento controle foi muito lenta, sendo que ao final do experimento a cor dos frutos apresentava-se verde mais claro. Os frutos tratados com etileno à concentração de 5 ppm apresentaram maior formação de pigmentos amarelados quando comparados ao controle, entretanto com menor intensidade e uniformidade à medida que o tempo de exposição foi diminuído. Dados similares a este foram descritos por Henrique (1999) que ao desverdecer limões ‘Eureka’ também observou que a coloração da casca dos frutos não ocorreu de forma homogênea.

Pode ser observado que nem mesmo o período de 96 horas de exposição foi eficaz, pois o desenvolvimento da cor demorou a aparecer e não atingiu o amarelo desejado comercialmente.

**Tabela 4 . Evolução da coloração da casca de limão ‘Eureka’ (Escala de Munsell) submetidos ao desverdecimento com etileno a 22°C e armazenados a 10°C por 8 semanas.\***

Horas de exposição	Semanas de armazenamento							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Controle	2,5gy 6/10	2,5gy 7/10	2,5gy 7/10	2,5gy 7/10	2,5gy 8/10	2,5gy 8/10	2,5gy 8/10	2,5gy 8/10
24	2,5gy 7/10	2,5gy 7/10	2,5gy 8/10	2,5gy 8/10	2,5gy 8/12	2,5gy 8/12	2,5gy 8/12	10y 7/12
48	2,5gy 8/10	2,5gy 8/10	2,5gy 8/12	2,5gy 8/12	10y 7/12	10y 7/12	8,75y 7/12	10y 8/10
72	10y 7/12	10y 7/12	8,75y 7/12	8,75y 7/12	10y 8/12	10y 8/10	8,75 y 8,5/12	8,75 y 8,5/12
96	8,75y 7/12	10y 8/12	10y 8/12	10y 8/10	10y 8/10	7,5 y 8,5/10	7,5 y 8,5/10	5y 8/10

\* - Dados originais sem análise estatística

Em todo período de armazenamento, onde os frutos foram refrigerados a 10°C e 99 ± 3 % UR não houve a incidência de doenças.

#### 4.1.1.3. Rendimento de Suco

O rendimento de suco, de modo geral, apresentou tendência a aumentar em todos os tratamentos (0, 24, 48 e 96 horas) durante todo o período de armazenamento em razão da diminuição da casca, que teve suas reservas gastas pelo fruto. Na quinta semana de armazenamento, o tratamento controle obteve um aumento em seus valores em relação aos de 24 e 48 horas, havendo diferença significativa entre eles. Essa diferença manteve-se até a sexta semana e a partir de então houve uma elevação na porcentagem de suco de todos os tratamentos, que ao final do tempo de conservação já não diferiam significativamente entre si (Tabela 5).

Singh & Ali (1996) estudando o amadurecimento de frutos pelo uso de etileno verificaram que em limões tratados com 50 ppm de ethephon também ocorreu o aumento do conteúdo de suco de 27 para 32 %.

De acordo com a “Citrus Board Norm”, citada por Oliveira (1973), o rendimento de suco do limão, tanto para mercado interno como externo, deve ser de 40%. Assim pode-se afirmar que os valores obtidos neste experimento são superiores ao exigido e também maiores que os valores caracterizados por Figueiredo (1991) em torno de 35% e por Alves (1986), 38,74%. Jacomino et al. (2003) apresentaram valores de rendimento de suco para limões tratados com etileno numa faixa de 47,70 a 52,50%, que se aproximaram dos obtidos neste trabalho.

**Tabela 5. Rendimento de suco (%) de limões ‘Eureka’ submetidos ao desverdecimento com etileno a 22°C e armazenados a 10°C por 8 semanas.**

		Semanas de armazenamento							
Horas de exposição		1	2	3	4	5	6	7	8
Controle		47,78cA	49,92abcA	50,64abcA	49,14bcA	53,9abcA	53,30abcA	54,36abA	55,52aA
24		48,3abA	49,54abA	45,66bA	49,42abA	46,18bB	47,04abB	52,64aA	51,88abA
48		46,24bcA	48,66abcA	45,02cA	47,78abcA	47,5abcB	49,92abcAB	52,64aA	52,32abA
72		45,92bA	48,04abA	48,6abA	48,44abA	49,62abAB	50,10abAB	50,22abA	53,14aA
96		47,40abA	50,12abA	46,92bA	49,06abA	50,96abAB	50,98abAB	50,00abA	55,49aA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na horizontal e maiúscula na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. CV = 6,60%.

#### 4.1.1.4. Firmeza dos Frutos

Conforme os resultados apresentados na Tabela 6, todos os tratamentos, com exceção dos de 72 e 96 horas, apresentaram um decréscimo na firmeza com o decorrer das semanas de armazenamento, porém pode ser notado que na primeira semana os frutos apresentaram menor firmeza conforme se foi aumentando a exposição ao etileno.

Foi verificado que tanto na primeira, quinta e sexta semana de armazenamento quanto na última, a exposição ao gás fez com que houvesse perda na firmeza dos frutos tratados, mostrando diferença significativa entre o tratamento controle e o de 96 horas de exposição, o que pode ser justificado em decorrência do aumento da taxa respiratória, a qual antecipa as respostas fisiológicas e conduz irreversivelmente à senescência do fruto.

De acordo com Mc Glasson (1970) a maturação pode ser vista como uma manifestação da senescência, na qual ocorrem desorganizações celulares. Menezes & Draetta (1980) afirmaram que durante a maturação ocorre redução da firmeza do fruto, devido ao amolecimento causado pela solubilização progressiva das protopectinas em pectina ou ácido péctico. Os resultados obtidos neste trabalho demonstraram que a firmeza dos frutos foi, em geral, diminuída com o decorrer do armazenamento.

Os resultados deste trabalho condizem com o trabalho de Awad (1993), que observou que a aplicação de etileno reduziu a adstringência e amoleceu a polpa de frutos de banana, diminuindo a firmeza, e discordam com os resultados encontrados por Henrique (1999), que verificou que a testemunha de frutos de limão 'Eureka' tratados com etileno apresentou valores com menor grau de firmeza.

**Tabela 6. Variação média na firmeza (g/f) de limões ‘Eureka’ submetidos ao desverdecimento com etileno a 22°C e armazenados a 10°C por 8 semanas.**

Horas de exposição	Semanas de armazenamento							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Controle	806 aA	689 bA	642 bA	658 bA	678 bA	706 abA	675 bA	707 abA
24h	810 aA	700 bA	696 bA	633 bA	664 bAB	682 bAB	643 bA	695 bAB
48h	738 aAB	697 abA	679 abA	634 bA	659 abAB	666 abAB	650 abA	679 abA
72h	736 aAB	737 aA	652 aA	676 aA	651 aAB	665 aAB	651 aA	678 aAB
96h	651 aB	677 aA	635 aA	592 aA	585 aB	610 aB	632 aA	644 aB

Médias seguidas de mesma letra minúscula na horizontal e maiúscula na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. CV = 7,70%

#### 4.1.1.5. Teor de Sólidos Solúveis Totais (SST)

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 7 pode-se verificar que o teor de sólidos solúveis não foi influenciado pelo desverdecimento em todo o período de armazenamento em nenhum dos tratamentos (0, 24, 48 e 96 horas). Estes resultados são justificados pelo fato de o limão ser uma fruta não climatérica, que apresenta poucas alterações físico-químicas. Resultados similares a estes foram encontrados por Henrique (1999) quando estudou a associação do uso de ethephon e película de fécula de mandioca na conservação pós-colheita de limão ‘Eureka’. Na comparação dos tratamentos em cada semana, houve diferença significativa entre o tratamento de 72 e 96 horas apenas na segunda, todavia a partir da próxima semana esta diferença deixou de existir.

Estes resultados são contraditórios aos obtidos por Carvalho & Nogueira (1979), os quais constataram que durante a maturação pós-colheita de citros processam-se mudanças na composição do suco, havendo aumento no teor de sólidos solúveis totais.

A faixa de sólidos solúveis totais variou de 8,2 a 9,0 °Brix não confirmando a média de 7,03 °Brix descrita por Alves (1986), sendo que Mc Cready (1977) salientou ser o ácido cítrico o responsável por 70-80% dos sólidos solúveis totais em limões.

**Tabela 7. Teor de sólidos solúveis totais (°Brix) de limões ‘Eureka’ submetidos ao desverdecimento com etileno a 22°C e armazenados a 10°C por 8 semanas.**

Horas de exposição	Semanas de armazenamento							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Controle	8,7aA	8,8aAB	8,9aA	9,0aA	8,6aA	8,7aA	8,7aA	8,9aA
24	8,6aA	8,7aAB	8,6aA	8,6aA	8,6aA	8,3aA	8,6aA	8,6aA
48	8,6aA	8,6aAB	8,5aA	8,5aA	8,6aA	8,2aA	8,3aA	8,5aA
72	8,7aA	8,2aB	8,6aA	8,4aA	8,5aA	8,3aA	8,5aA	8,5aA
96	8,8aA	9,0aA	8,6aA	8,6aA	8,6aA	8,5aA	8,9aA	8,8aA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na horizontal e maiúscula na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. CV = 4,44%

#### 4.1.1.6. Acidez Titulável (AT)

Examinando o efeito do tempo de exposição (0, 24, 48 e 96 horas) ao etileno durante cada semana de armazenamento na Tabela 8, observou-se que na semana inicial o tratamento controle apresentou a maior acidez titulável diferindo significativamente dos outros tratamentos. Na quarta semana, os limões submetidos a 96 horas de exposição mostraram-se com maior acidez, diferindo significativamente do tratamento de 72 horas, porém esta diferença se extinguiu nas próximas semanas.

Em relação ao período de armazenamento dos frutos em cada tempo de exposição, de maneira geral, não houve diferença significativa para o teor de acidez titulável, exceto para o tratamento controle, que teve uma queda significativa na segunda, quarta, sétima e oitava semana, e o de 96 horas que teve uma maior redução do teor na última semana em que o experimento foi analisado.

Estes dados podem ser explicados por Coll et al (1992) que afirmam que em frutos não-climatéricos, as mudanças na composição são graduais e não são acompanhadas por aumentos respiratórios causados pela produção de etileno. A maturação das frutas cítricas é considerada relativamente lenta se comparada com a de frutos climatéricos, nos quais ocorre aumento na produção de etileno (Bleinroth, 1973).

A variação da acidez titulável deu-se entre 5,8 a 7,0% de ácido cítrico similar a encontrada por Jacomino et al. (2003) ao desverder frutos de limão, obtendo uma faixa de 6,42 a 6,94 % de ácido cítrico.

Contudo, mesmo quando não houve diferença significativa, pôde-se notar que ao final do armazenamento (8 semanas) os valores referentes ao teor de acidez titulável tenderam a diminuir. Estes resultados divergem dos encontrados por Vandercook et al. citado por Castro (1987), onde os limões verdadeiros colhidos no estágio de maturidade e armazenados durante 15 semanas demonstraram aumento significativo da acidez titulável nas últimas 8 semanas.

**Tabela 8. Valores médios de acidez titulável (porcentagem de ácido cítrico) de limões ‘Eureka’ submetidos ao desverdecimento com etileno a 22°C e armazenados a 10°C por 8 semanas.**

Horas de exposição	Semanas de armazenamento							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Controle	7,0aA	6,0bA	6,4abA	6,0bAB	6,2abA	6,2abA	5,8bA	5,8bA
24	6,0aB	6,2aA	6,2aA	6,2aAB	6,2aA	6,0aA	5,8aA	5,8aA
48	5,8aB	6,0aA	6,0aA	6,0aAB	6,0aA	6,0aA	5,8aA	5,8aA
72	6,0aB	6,0aA	6,2aA	5,8aB	5,8aA	6,0aA	6,0aA	5,6aA
96	6,2abB	6,4aA	6,6aA	6,6aA	5,8abA	6,2abA	6,4aA	5,4bA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na horizontal e maiúscula na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. CV = 6,96 %

#### 4.1.1.7. Índice de maturação “Ratio” (SST/AT)

De acordo com a Tabela 9 pôde-se notar que o índice de maturação teve propensão a aumentar definitivamente nas últimas duas semanas de armazenamento em todos os tempos de exposição (0, 24, 48, 72 e 96 horas), porém nos tratamentos controle, 72 e 96 horas os valores se apresentaram com maior variação. Esta situação justifica-se pelo “Ratio” ser diretamente dependente da relação do teor de sólidos solúveis e da acidez titulável que de maneira geral, apesar de gradual, tendeu a diminuir.

Confrontando os tempos de exposição notou-se que o controle diferiu significativamente dos demais tratamentos na primeira e quarta semanas, obtendo a menor e maior média, respectivamente. Na segunda semana apenas o tempo de 72 horas apresentou diferença estatística do controle e também dos frutos tratados com etileno por 48 horas, sendo que nas semanas seguintes já não mais diferiam entre si.

A variação do “Ratio” fixou-se entre 1,26 e 1,59, estando próxima da faixa de 1,30 a 1,50 observada por Royo Tranzo et al. (1980). Já Alves (1986) caracterizou o valor da relação Sólidos solúveis totais/ acidez total titulável em 1,22.

**Tabela 9. Variação média do “Ratio” em limões ‘Eureka’ submetidos ao desverdecimento com etileno a 22°C e armazenados a 10°C por 8 semanas.**

Horas de exposição	Semanas de armazenamento							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Controle	1,26dB	1,53abA	1,43bcA	1,59aA	1,39cdA	1,36cdA	1,49abcA	1,53abA
24	1,41aA	1,42aAB	1,41aA	1,45aB	1,38aA	1,35aA	1,46aA	1,47aA
48	1,46aA	1,39aA	1,41aA	1,37aB	1,43aA	1,37aA	1,46aA	1,46aA
72	1,40bcA	1,31cB	1,42abcA	1,41abcB	1,46abA	1,37bcA	1,37abcA	1,54aA
96	1,39abA	1,42abAB	1,35bA	1,35bB	1,41abA	1,37bA	1,37abA	1,53aA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na horizontal e maiúscula na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. CV = 4,93 %

#### 4.1.1.8. Valores de pH

Examinando os valores de pH (Tabela 10) dentro de cada época de armazenamento, apenas na sexta semana notou-se que o tratamento de 48 horas de exposição ao etileno diferiu significativamente dos demais tratamentos (0, 24 e 96 horas).

Observou-se de maneira geral, que houve propensão a diminuir o valor de pH da terceira à sétima semana de armazenamento para todas as horas de exposição ao gás e inclusive para o tratamento controle, elevando-se novamente na oitava semana. Este fato pode ser explicado através de Matoo et al. (1975), os quais afirmaram que após os frutos estarem maduros ocorre queda na taxa de acidez e conseqüentemente há um aumento do pH, ou seja, os teores de acidez e o pH são inversamente proporcionais.



**Tabela 10. Variação média do pH em limões ‘Eureka’ submetidos ao desverdecimento com etileno a 22°C e armazenados a 10°C por 8 semanas.**

Horas de exposição	Semanas de armazenamento							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Controle	2,50 abA	2,53 aA	2,45 abcA	2,43 abcA	2,35 cA	2,38 bcB	2,40 bcA	2,51 abA
24	2,50 abA	2,48 abcA	2,45 abcdA	2,41 cdA	2,37 dA	2,36 dB	2,41 bcdA	2,52 aA
48	2,50aA	2,48 abA	2,45 abcA	2,39 bcA	2,36 cA	2,48 abA	2,41 abcA	2,51 aA
72	2,49 aA	2,49 aA	2,40 abA	2,38 bA	2,38 bA	2,37 bB	2,39 bA	2,49 aA
96	2,46 aA	2,48 aA	2,41 abA	2,37 bA	2,35 bA	2,36 bB	2,37 bA	2,49 aA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na horizontal e maiúscula na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. CV = 1,83 %

#### 4.1.1.9. Índice Tecnológico (IT)

Na análise de variação do índice tecnológico observou-se que, no geral, ocorreu um incremento dos valores no decorrer das semanas em que os frutos estavam armazenados. Dentre os tratamentos houve diferença significativa nas terceira, quinta e sexta semanas, onde o tratamento controle apresentou as maiores médias (Tabela 11).

Sendo o índice tecnológico uma função direta do produto do rendimento de suco e do teor de sólidos solúveis, o incremento verificado deve-se ao aumento de rendimento de suco ocorrido nos frutos no decorrer do período de 8 semanas.

Pode-se notar que a faixa do índice tecnológico variou de 3,84 a 4,93, sendo que de acordo com Chitarra & Chitarra (1990) o mínimo exigido para a produção de sucos concentrados é de 4,4.

**Tabela 11. Variação média do índice tecnológico em limões ‘Eureka’ submetidos ao desverdecimento com etileno a 22°C e armazenados a 10°C por 8 semanas.**

Horas de exposição	Semanas de armazenamento							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Controle	4,15bA	4,37abA	4,51abA	4,12abA	4,65abA	4,65abA	4,75abA	4,93aA
24	4,16aA	4,32aA	4,92aAB	4,25aA	3,98aB	3,88aB	4,54aA	4,44aA
48	3,97aA	4,18aA	3,84aB	4,04aA	4,08aAB	4,09aAB	4,38aA	4,37aA
72	3,97aA	3,96aA	4,20aAB	4,09aA	4,24aAB	4,15aAB	4,29aA	4,52aA
96	4,16aA	4,49aA	4,04aAB	4,25aA	4,43aAB	4,34aAB	4,43aA	4,41aA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na horizontal e maiúscula na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. CV = 8,37 %

O tempo de exposição ao gás etileno de 96 horas foi escolhido para o segundo experimento com limões ‘Eureka’, uma vez que foi o que obteve melhor resultado no desverdecimento, embora sem atingir o amarelo desejado comercialmente, não diferindo significativamente dos demais tempos de exposição ao gás nas características de perda de massa e rendimento de suco; ao final do experimento diferindo apenas do tratamento controle no aspecto da firmeza dos frutos; e apresentando diferença significativa em relação a outros tempos de exposição nos teores de sólidos solúveis totais, acidez titulável, “Ratio”, pH e índice tecnológico, diferença esta que deixou de existir ao final do experimento.

#### **4.1.2.Laranja ‘Pera’**

##### **4.1.2.1 Perda de massa fresca**

Ao observar a Tabela 12, que se refere a perda de massa, verificou-se que os tempos de exposição ao etileno começaram a apresentar diferença estatística na quinta semana, tendo o tratamento de 96 horas diferido do controle e do de 24 horas. Da sexta até a última semana de armazenamento essa diferença persistiu, sendo que o tempo de exposição de 96 horas continuou apresentando a maior perda de peso não diferindo apenas do tratamento de

72 horas. Esse resultado pode ter ocorrido em função da aplicação de etileno exógeno, ocorrendo um incremento na taxa respiratória.

Notou-se que em relação a cada tratamento houve perda de massa ao longo do armazenamento, independentemente do tratamento, em função do aumento no metabolismo do fruto.

Os resultados apresentados neste trabalho divergem dos encontrados por Shanmugavelu et al. (1976), que demonstraram menor porcentagem de perda de massa durante o período de amadurecimento nos frutos de limões tratados com etileno.

**Tabela 12. Perda de massa (%) de laranjas ‘Pera’ submetidas ao desverdecimento com etileno a 22°C e armazenados a 10°C por 8 semanas.**

Horas de exposição	Semanas de armazenamento							
	1	2	3	4	5	6	7	8
0	0,45a	0,85a	1,29a	1,59a	1,86b	1,98c	2,19c	2,32bc
24	0,36a	0,79a	1,42a	1,73a	1,69b	2,12bc	2,34c	2,23c
48	0,31a	0,81a	1,36a	1,62a	2,05ab	1,94c	2,42bc	2,56b
72	0,38a	0,89a	1,39a	1,77a	2,12ab	2,32ab	2,65ab	2,87a
96	0,45a	1,10a	1,54a	1,86a	2,38a	2,48a	2,83a	2,97a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. CV = 18,75 %

#### 4.1.2.2. Coloração da casca

A Tabela 13 mostra a evolução da coloração média da casca dos frutos de laranja ‘Pera’ que foram classificadas através da Norma de Classificação da Laranja, coordenada pelo Centro de Horticultura da CEAGESP. Para o tratamento controle não ocorreu mudança na coloração desde a primeira até a última semana de armazenamento. Já para os frutos tratados com etileno (5 ppm) a mudança de coloração ocorreu gradativamente durante as semanas de armazenamento, porém mais rapidamente conforme se aumentou o tempo de exposição ao gás.

Os frutos que ficaram 24 horas em exposição ao etileno apresentaram mudança de “verde” (C1) para “verde-amarelado” (C2) na segunda semana (14 dias) de

armazenamento, porém esta coloração foi mantida até o final. Quando expostos por 48, 72 e 96 horas, os frutos, ao serem retirados da câmara, apresentaram coloração “verde-amarelada” (C2). Para os frutos tratados por 48 horas houve um incremento na coloração apenas na quarta semana, alcançando a coloração “amarela-esverdeada” (C3). Com o desverdecimento por 72 e 96 horas, os frutos alcançaram a coloração “amarela-alaranjada” (C4), porém quando se utilizou o maior tempo de exposição esta coloração foi atingida na terceira semana (21 dias) de armazenamento, anterior ao tratamento com 72 horas que atingiu tal cor apenas na quinta semana (35 dias).

Purvis & Barmore (1981) estudando tangerinas ‘Robinson’ submetidas a concentração de 7 ppm de gás etileno a 27°C e 95% UR, por períodos de 24, 48, 72 e 96 horas, também verificaram que houve aumento na taxa de degradação de clorofila conforme aumentou-se o período de exposição ao etileno.

Petracek & Montalvo (1997) comprovaram que quando aumentou o tempo de exposição ao etileno em tangerinas ‘Fallglo’, provocou-se o desverdecimento dos frutos muito mais rapidamente.

Em todo período de armazenamento, em que os frutos foram refrigerados a 10°C e 95 ± 3 % UR não houve a incidência de doenças.

**Tabela 13 . Evolução da coloração da casca de laranjas ‘Pera’ (Norma de Classificação da Laranja, CEAGESP) submetidas ao desverdecimento com etileno a 22°C e armazenados a 10°C por 8 semanas.\***

Horas de exposição	Semanas de armazenamento							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Controle	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1
24	C1	C2	C2	C2	C2	C2	C2	C2
48	C2	C2	C2	C3	C3	C3	C3	C3
72	C2	C3	C3	C3	C4	C4	C4	C4
96	C2	C3	C4	C4	C4	C4	C4	C4

\*Dados originais sem análise estatística

### 4.1.2.3. Rendimento de suco

Observando o rendimento de suco durante todo o período de armazenamento, constatou-se que para o tratamento que não foi submetido ao desverdecimento não houve diferença significativa entre as semanas. Já para os tratamentos que receberam doses de etileno, houve uma tendência de aumento do teor até o final do tempo de 8 semanas, exceto no de 24 horas, que na quarta semana apresentou um decréscimo diferenciando-se da sétima e oitava semanas, sendo que seu rendimento de suco passou a aumentar o valor a partir da sétima semana (Tabela 14).

Quando os tratamentos foram comparados em cada semana de armazenamento houve diferença significativa entre o tratamento controle e o de 24 horas na quarta semana. Essa diferença não ocorreu nas demais semanas em que os frutos foram analisados.

Henrique (1999) observou que ao analisar a influência da aplicação de etileno em limões ocorreu uma tendência da testemunha proporcionar melhor rendimento ao longo do armazenamento.

O rendimento de suco observado na primeira semana de armazenamento, para todos os tratamentos, esteve abaixo de 52%, valor caracterizado para laranja 'Pera' por Figueiredo (1991).

**Tabela 14. Rendimento de suco (%) de laranjas 'Pera' submetidas ao desverdecimento com etileno a 22°C e armazenados a 10°C por 8 semanas.**

Horas de exposição	Semanas de armazenamento							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Controle	50,22aA	51,42aA	55,90aA	55,84aA	56,7aA	54,56aA	54,66aA	54,82aA
24	49,22abA	52,50abA	52,50abA	45,70bB	52,52abA	51,92abA	55,96aA	57,56aA
48	46,02bA	55,32aA	50,44abA	52,34abAB	51,56abA	52,36abA	52,08abA	55,20aA
72	46,04bA	51,74abA	51,90abA	50,96abAB	51,98abA	52,56aA	55,24aA	55,68aA
96	45,58bA	54,10aA	52,38aA	49,08aAB	52,50aA	52,22aA	52,16aA	55,50aA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na horizontal e maiúscula na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. CV = 9,00 %

#### 4.1.2.4. Firmeza dos frutos

Analisando os dados da Tabela 15 foi observado que a variação média da firmeza não foi influenciada pelos tempos de exposição (0, 24, 48, 72 e 96 horas) ao gás etileno. Mesmo não havendo diferença significativa foi notado que os valores tenderam, no geral, a diminuir até o final do experimento. Na oitava e última semana de armazenamento, a firmeza foi menor de acordo com o aumento do período de exposição ao gás. Estes dados são explicados por Menezes & Draetta (1980), que afirmaram que durante a maturação ocorre redução da firmeza do fruto, devido ao amolecimento causado pela solubilização progressiva das protopectinas em pectina ou ácido pectico.

Mota et al. (1997), estudando o desverdecimento e conservação pós-colheita de frutos de ‘Kunquat’ obtiveram resultados similares aos deste trabalho, pois concluíram que não houve diferença significativa entre a textura dos frutos submetidos aos diferentes tratamentos durante o período de armazenamento.

**Tabela 15. Variação média na firmeza (g/f) de laranjas ‘Pera’ submetidas ao desverdecimento com etileno a 22°C e armazenados a 10°C por 8 semanas.**

Horas de exposição	Semanas de armazenamento							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Controle	761aA	758aA	645aA	729aA	653aA	654aA	629aA	734aA
24	654aA	711aA	666aA	775aA	616aA	624aA	632aA	694aA
48	609aA	637aA	640aA	644aA	640aA	629aA	652aA	689aA
72	722aA	622aA	588aA	624aA	610aA	600aA	567aA	665aA
96	632aA	644aA	635aA	702aA	672aA	713aA	646aA	604aA
CV(%)	14,35							

Médias seguidas de mesma letra minúscula na horizontal e maiúscula na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. CV = 14,35 %

#### 4.1.2.5. Sólidos solúveis totais (SST)

De acordo com a Tabela 16 os resultados de sólidos solúveis para a laranja ‘Pera’ não sofreram influência pelo desverdecimento em todo o período de armazenamento para todos os tratamentos. Isso pode ser explicado pelo fato de que a laranja é

uma fruta não climatérica, não apresentando grandes modificações no teor de sólidos solúveis após ter sido colhida.

Em relação a cada semana de armazenamento, apenas na sétima semana (49 dias) houve diferença significativa entre o controle e o tratamento com 96 horas de exposição, sendo que na próxima semana essa diferença passa a não existir. Entre os tratamentos submetidos ao desverdecimento não houve, em nenhuma semana de armazenamento, quaisquer diferenças.

Por não apresentar diferença entre tratamentos até os 21 dias, pode-se dizer que resultados similares foram encontrados por Coelho et al. (1981), que ao submeter frutos de laranja 'Pera' ao desverdecimento armazenando-as por 21 dias, não obtiveram diferença significativa no teor de sólidos solúveis totais entre os tratamentos; porém, como houve diferença significativa aos 49 dias, estes resultados divergem dos de Castro et al. (1991), os quais verificaram que os efeitos pós-colheita do gás etileno no processo de desverdecimento em frutos de Tangor 'Murcote' armazenados a 20°C e posteriormente em refrigeração por 8 semanas, constataram que não houve diferença significativa dos teores de sólidos solúveis totais.

**Tabela 16. Teor de sólidos solúveis totais (°Brix) de laranjas 'Pera' submetidas ao desverdecimento com etileno a 22°C e armazenados a 10°C por 8 semanas.**

Horas de exposição	Semanas de armazenamento							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Controle	8,6 aA	8,5 aA	9,5 aA	8,8 aA	9,3 aA	8,9 aA	9,5 aA	9,0 aA
24	8,4 aA	9,2 aA	9,0 aA	8,9 aA	8,7 aA	9,1 aA	9,1aAB	9,2 aA
48	8,5 aA	9,5 aA	8,9 aA	9,4 aA	9,0 aA	8,8 aA	9,3 aAB	9,1 aA
72	8,1 aA	9,0 aA	9,0 aA	8,4 aA	9,0 aA	8,8 aA	8,9 aAB	9,1 aA
96	8,4 aA	9,1 aA	9,1aA	9,3 aA	9,4 aA	8,7aA	8,3 aB	9,2 aA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na horizontal e maiúscula na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. CV = 7.89 %

#### 4.1.2.6. Acidez titulável (AT)

Os resultados referentes à Tabela 17 mostram que a variação média de acidez titulável deu-se numa faixa de 0,79 a 0,99 % de ácido cítrico, não ocorrendo diferença

significativa entre todos os tempos de exposição (0, 24, 48, 96 horas) quando comparados em cada semana e também quando foram analisados por seu período de armazenamento.

Coelho et al. (1981) aplicaram ethephon a 500, 1000, 1500 e 2000 ppm em frutos de laranja ‘Pera’ (*Citrus sinensis*, Osbeck), sendo os frutos emergidos na solução por 3 minutos. Apesar do armazenamento ter sido de apenas 7 dias, também foi observado que a acidez titulável não diferiu significativamente entre as diferentes concentrações de ethephon utilizadas.

**Tabela 17. Valores médios de acidez titulável ( porcentagem de ácido cítrico) de laranjas ‘Pera’ submetidas ao desverdecimento com etileno a 22°C e armazenados a 10°C por 8 semanas.**

Horas de exposição	Semanas de armazenamento							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Controle	0,90aA	0,99aA	0,84aA	0,90aA	0,86aA	0,99aA	0,85aA	0,97aA
24	0,92aA	0,79aA	0,78aA	0,88aA	0,79aA	0,82aA	0,79aA	0,83aA
48	0,91aA	0,79aA	0,87aA	0,80aA	0,80aA	0,87aA	0,90aA	0,90aA
72	0,92aA	0,90aA	0,83aA	0,84aA	0,81aA	0,84aA	0,80aA	0,83aA
96	0,98aA	0,87aA	0,89aA	0,97aA	0,93aA	0,97aA	0,85aA	0,85aA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na horizontal e maiúscula na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. CV = 11,60 %

#### 4.1.2.7. Índice de maturação “Ratio” (SST/AT)

Observando os tempos de exposição ao etileno (0, 24, 48 e 96 horas) em laranja ‘Pera’ observou-se que durante todo o período de armazenamento não houve variação nos valores de “Ratio” em nenhum dos tratamentos (Tabela 18) .

Analisando cada semana, ao comparar os tratamentos, foi notado que apenas na segunda semana o tratamento de 48 horas diferiu significativamente do controle, que apresentou a menor média. A partir desta semana os valores médios do índice de maturação não se diferenciaram mais entre nenhum tempo de exposição.



**Tabela 18. Variação média do “Ratio” em laranjas ‘Pera’ submetidas ao desverdecimento com etileno a 22°C e armazenados a 10°C por 8 semanas.**

Horas de exposição	Semanas de armazenamento							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Controle	9,17aA	8,58aB	11,45aA	9,88aA	10,16aA	9,36aA	11,55aA	9,25aA
24	9,34aA	11,58aAB	12,09aA	10,56aA	11,00aA	11,42aA	11,65aA	11,19aA
48	9,37aA	12,20aA	10,28aA	12,06aA	11,23aA	10,30aA	10,63aA	10,42aA
72	8,12aA	10,09aAB	10,97aA	10,89aA	11,28aA	10,56aA	11,24aA	11,07aA
96	8,66aA	10,53aAB	10,26aA	9,67aA	11,41aA	9,03aA	9,73aA	11,49aA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na horizontal e maiúscula na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. CV = 17,02 %

#### 4.1.2.8. Valores de pH

Estudando a Tabela 19, constatou-se que durante o período de armazenamento e dentro de cada período não houve nenhuma diferença significativa entre os tratamentos.

A faixa de variação de pH encontrou-se entre 2,97 e 3,12 não estando de acordo com a faixa de 3,69 – 3,88 descrita por Donadio et al. (1999).

Resultados semelhantes foram observados por Henrique (1999) quando submeteu frutos de limão ‘Eureka’ ao desverdecimento, não encontrando diferenças significativas nos valores de pH.

**Tabela 19 . Variação média do pH em laranjas ‘Pera’ submetidas ao desverdecimento com etileno a 22°C e armazenados a 10°C por 8 semanas.**

Horas de exposição	Semanas de armazenamento							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Controle	3,02aA	3,00aA	3,04Aa	2,99aA	2,97aA	3,00aA	3,01aA	3,07aA
24	3,01aA	3,11aA	3,09aA	3,00aA	3,00aA	3,01aA	3,07aA	3,12aA
48	3,00aA	3,10aA	3,04Aa	3,05aA	3,00aA	2,99aA	2,98aA	3,08aA
72	2,97aA	3,04aA	3,07aA	3,01aA	2,98aA	3,01aA	3,02aA	3,10aA
96	3,01aA	3,03aA	3,10aA	3,02aA	3,01aA	3,02aA	3,03aA	3,09aA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na horizontal e maiúscula na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. CV = 2,61 %

#### 4.1.2.9. Índice Tecnológico

Analisando a variação média do índice tecnológico, na Tabela 20, pôde ser observado que entre os diferentes tempos de exposição (0, 24, 48 e 72 horas) não houve presença de diferença significativa até a sexta semana de armazenamento. Esta diferença ocorreu na sétima semana, onde o tratamento de 96 horas apresentou menor média diferindo significativamente do tratamento controle. Ao final do experimento, na oitava semana de armazenamento, esta diferença deixou de existir.

O índice tecnológico mínimo exigido é de 4,4 (Chitarra&Chitarra, 1990), sendo que apenas a partir da segunda semana é que todos os tratamentos apresentaram valor dentro deste limite.

**Tabela 20. Variação média do índice tecnológico em laranjas ‘Pera’ submetidas ao desverdecimento com etileno a 22°C e armazenados a 10°C por 8 semanas.**

Horas de exposição	Semanas de armazenamento							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Controle	4,32aA	4,36aA	5,29aA	4,93aA	5,31aA	5,14aA	5,52aA	4,91aA
24	4,12aA	4,83aA	4,77aA	4,11aA	4,60aA	4,74aA	5,12aAB	5,28aA
48	3,91bA	5,26aA	4,52abA	4,99abA	4,63abA	4,64abA	4,95abAB	5,04abA
72	3,52bA	4,69abA	4,68abA	4,58abA	4,69abA	4,61abA	4,82aAB	5,10aA
96	3,97bA	4,92abA	4,75abA	4,58abA	4,93abA	4,12bA	4,32abB	5,43aA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na horizontal e maiúscula na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. CV = 14,04 %

O tempo de exposição ao gás etileno de 96 horas foi escolhido para o segundo experimento com laranjas ‘Pera’, uma vez que foi o que obteve melhor resultado no desverdecimento, embora sem atingir o laranja desejado comercialmente. Juntamente com o tempo de exposição de 72 horas, apresentou maior perda de massa ao final do experimento, porém não diferiu significativamente dos demais tempos de exposição ao gás nas características de rendimento de suco, firmeza, acidez titulável, ‘Ratio’ e pH; e apresentou diferença significativa em relação a outros tempos de exposição nos teores de sólidos solúveis totais e índice tecnológico, diferença esta que deixou de existir ao final do experimento.

#### 4.2. Segundo experimento

Para o segundo experimento todos os frutos foram colhidos no mesmo dia e desverdecidos em tempos diferentes, sendo que para T1 3 dias, T2 7 dias, T3 11 dias e T4 15 dias após terem sido colhidos.

As Tabelas 19 e 20 mostram a caracterização dos frutos de limão ‘Eureka’ e de laranja ‘Pera’ pouco antes de serem submetidos ao tratamento de desverdecimento.

**Tabela 21. Caracterização dos frutos de limão ‘Eureka’ antes de serem submetidos ao desverdecimento do segundo experimento.**

Tratamento	Coloração	SST	Acidez	pH	% Suco	Firmeza (g/f)
6 ppm	2,5 GY 7/10	6.8	6,1	2,51	51,51	715
7 ppm	2,5 GY 7/10	7.1	6,3	2,49	52,54	708
10 ppm	2,5 GY 7/10	6.7	6,1	2,53	49,48	698
12 ppm	2,5 GY 7/10	6.9	6,4	2,48	50,17	709

**Tabela 22. Caracterização dos frutos de laranja ‘Pera’ antes de serem submetidos ao desverdecimento do segundo experimento.**

Tratamento	Coloração	SST	Acidez	pH	% Suco	Firmeza (g/f)
10 ppm	C1	8,5	0,92	3,04	64,71	558
7 ppm	C1	8,8	0,94	3,18	59,48	549
12 ppm	C1	8,4	0,87	3,07	62,73	587
6 ppm	C1	8,7	0,98	3,16	63,33	556

## 4.2 1. Limão ‘Eureka’

### 4.2.1.1. Perda de massa fresca

Verificando a porcentagem de perda de massa em cada semana de armazenamento foi observado que não houve diferença significativa entre as concentrações de etileno. Mesmo não havendo diferença estatística notou-se que a concentração de 12 ppm, no geral, apresentou as maiores médias (Tabela 22).

Estes resultados são confirmados por Castro et al. (1991), que verificaram que ao desverdecer frutos de Tangor ‘Murcote’ com ethrel (100, 250, 500, 100 ppm) e gás etileno (1, 5 e 10 ppm), não houve diferença significativa das perdas médias de peso entre os tratamentos.

Jacomino et al. (2003), também observou que a perda de massa não teve influência das concentrações de etileno aplicadas ao desverdecimento de limões 'Eureka'.

Estes resultados contradizem os encontrados por Hammady (1974), o qual verificou no desverdecimento artificial de laranjas 'Washington Navel', submetidas a concentrações de 500, 1000, 2000 e 5000 ppm de ethephon a 20°C, que todos os lotes tiveram perdas de 8 a 10% de peso. A variação na perda de peso deste trabalho deu-se entre 0,53 e 3,04 em todo período de armazenamento.

**Tabela 23. Perda de massa (%) de limões 'Eureka' submetidos ao desverdecimento com etileno a 22°C e armazenados a 10°C por 8 semanas.**

Concentração de etileno (ppm)	Semanas de armazenamento						
	2	3	4	5	6	7	8
6	0,53a	0,88a	1,31a	1,71a	1,97a	2,35a	2,73a
7	0,62a	0,97a	1,42a	1,95a	2,07a	2,48a	2,67a
10	0,64a	0,85a	1,48a	1,82a	2,00a	2,68a	2,93a
12	0,72a	1,10a	1,53a	1,87a	2,24a	2,72a	3,04a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. CV = 15,32%

#### 4.2.1.2. Coloração da casca

A coloração da casca de limões 'Eureka' apresentou evolução na intensidade ao longo do experimento para todos os frutos tratados a diferentes concentrações de etileno (6, 7, 10 e 12 ppm) (Tabela 24).

Esta evolução pode ser explicada através de Chitarra & Chitarra (1990), que afirmaram que o tratamento pós-colheita com etileno é utilizado comercialmente para o desverdecimento de frutos cítricos, uma vez que induz à perda de clorofila pelo aumento da atividade da enzima clorofilase e, no mesmo período, são sintetizados pigmentos na casca e no suco, os quais pertencem ao grupo dos carotenóides (Awad, 1993).

Ao serem colhidos, os frutos apresentavam-se verde claro, sendo que após uma semana de desverdecimento todos os tratamentos (6, 7, 10 e 12 ppm) já haviam desenvolvido coloração amarelada, com pequena diferença na tonalidades. Os tratamentos 6 e

7 adquiriram uma coloração com menor tom em relação às concentrações de 10 e 12 ppm., porém na segunda semana esta diferença não era mais percebida. Na quinta semana o tratamento de 12 ppm atingiu uma coloração mais intensa que a dos outros, que se manteve até a oitava semana. Os frutos tratados à concentração de 10 ppm, na última semana também atingiram a mesma coloração (amarelo médio) que a concentração de 12 ppm. Pôde ser notado que os tratamentos 6 e 7 ppm adquiriram uma coloração desejável para a comercialização mesmo não tendo atingido, ao final do experimento, a coloração amarelo médio.

A estabilização da coloração foi afirmada por Martinez Zuccardi (1995), que relatou que o desenvolvimento da coloração dos frutos continua depois que estes são removidos da câmara de desverdecimento, exceto naqueles que já tenham atingido a saturação de cor.

Neste experimento a coloração adquirida foi uniforme em todo os frutos desde o momento em que foram retirados da câmara, sendo que no armazenamento a coloração apenas foi se intensificando.

Em todo o período de armazenamento sendo os frutos refrigerados a 12°C e 95 ± 3 % UR, ocorreu presença de 10 % de *Penicillium digitatum* no tratamento com concentração de 12 ppm.

**Tabela 24 . Evolução da coloração da casca de limão ‘Eureka’ (Escala de Munsell) submetidos ao desverdecimento com etileno a 22°C e armazenados a 10°C por 8 semanas.\***

Concentração de etileno (ppm)	Semanas de armazenamento							
	1	2	3	4	5	6	7	8
6	2,5y	3,75y	3,75y	3,75y	3,75y	3,75y	3,75y	3,75y
	8,5/12	8/14	8/14	8/14	8/14	8/12	8/12	8/12
7	2,5y	3,75y	3,75y	3,75y	3,75y	3,75y	3,75y	3,75y
	8,5/12	8/14	8/14	8/14	8/14	8/12	8/12	8/12
10	3,75y	3,75y	3,75y	3,75y	3,75y	3,75y	3,75y	2,5y
	8/14	8/14	8/14	8/14	8/12	8/12	8/12	8/12
12	3,75y	3,75y	3,75y	3,75y	2,5y	2,5y	2,5y	2,5y
	8/14	8/14	8/14	8/14	8/12	8/12	8/12	8/12

\* Dados originais sem análise estatística

#### 4.2.1.3. Rendimento de suco

Estudando os dados da Tabela 25 quanto a cada concentração (6, 7, 10 e 12 ppm) em relação ao período de armazenamento, notou-se que apenas para a concentração de 12 ppm não houve mudança na porcentagem de suco, não havendo diferença significativa em todo o período em que os frutos foram armazenados. Para as concentrações de 6, 7 e 10 ppm o rendimento de suco apresentou oscilação em seus valores ao longo das semanas analisadas, porém ao final do experimento mostrou-se com maior valor quando comparado à primeira semana. Estas oscilações podem ter ocorrido por interferência de uma pequena desuniformidade do lote, visualmente imperceptível, na maturação dos frutos no momento da colheita.

Comparando as concentrações de etileno, foi observado que na terceira semana o rendimento de suco referente aos frutos tratados com 7 ppm de etileno obtiveram a menor porcentagem diferindo das demais concentrações. Na quarta semana, o tratamento de 7 ppm continuou apresentando a menor média, porém todos os tratamentos (6, 7, 10 e 12 ppm) apresentaram diferença estatística significativa. Na quinta semana o tratamento de 10 ppm mostrou-se com o maior rendimento, diferindo apenas do tratamento de 7 ppm, que na sexta semana teve seu rendimento elevado passando a apresentar o maior valor em relação aos demais. Nas duas últimas semanas os valores não diferiam entre si.

**Tabela 25. Rendimento de suco (%) de limões ‘Eureka’ submetidos ao desverdecimento com etileno a 22°C e armazenados a 10°C por 8 semanas.**

Concentração de etileno (ppm)	Semanas de armazenamento							
	1	2	3	4	5	6	7	8
6	55,11abA	54,97abA	57,12abA	56,99abB	56,44abAB	59,87aA	54,38bA	55,62abA
7	52,18bA	55,45abA	41,83cB	49,94cC	54,02abB	58,05aA	57,96aA	58,08aA
10	54,32bA	55,96bA	56,62bA	64,54aA	58,56bA	56,49bAB	58,63bA	55,20bA
12	56,39aA	55,05aA	56,38aA	56,79aB	56,18aAB	53,43aB	56,68aA	56,20aA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na horizontal e maiúscula na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. CV = 14,04 %

#### 4.2.1.4. Firmeza dos frutos

Examinando os dados de firmeza dos limões 'Eureka' pôde ser notado que apenas na oitava semana de armazenamento ocorreu diferença estatística entre a concentração de 6 ppm e as concentrações de 7 e 10 ppm, que ao final das semanas de armazenamento apresentavam as menores médias de firmeza (Tabela 26).

Assim como observado até 24 dias neste trabalho que a firmeza não se alterou significativamente, Henrique et al. (1999) também verificou que durante 24 dias de armazenamento os frutos de limão 'Eureka' tratados com diferentes concentrações de ethephon não apresentaram diferença significativa quando analisou-se a firmeza dos frutos.

Quando se analisou cada tratamento, foi observado para todas as concentrações de gás a que os frutos foram submetidos, que a firmeza foi diminuindo com o passar do tempo de conservação (8 semanas). Estes dados condizem com o trabalho de Awad (1993), que observou que a aplicação de etileno reduziu a adstringência e amoleceu a polpa de frutos de banana, diminuindo a firmeza.

**Tabela 26. Variação média na firmeza (g/f) de limões 'Eureka' submetidos ao desverdecimento com etileno a 22°C e armazenados a 10°C por 8 semanas.**

Concentração de etileno (ppm)	Semanas de armazenamento							
	1	2	3	4	5	6	7	8
6	702aA	640abA	616bA	583bcA	581bcA	587bcA	561bcA	520cA
7	711aA	640abA	643abA	619bcA	594bcA	548cdA	483deA	445eB
10	690aA	643abA	639abA	613abA	587bA	575bA	486cA	449cB
12	659aA	629abA	610abcA	595abcA	592abcA	563bcdA	542cdA	481eAB

Médias seguidas de mesma letra minúscula na horizontal e maiúscula na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. CV =7,26 %

#### 4.2.1.5. Teor de sólidos solúveis totais (SST)

De acordo com os dados apresentados na Tabela 27 pôde-se verificar que as concentrações de etileno de 6, 7 e 10 ppm não interferiram no teor de sólidos solúveis totais durante as 8 semanas de armazenamento. Quanto à concentração de 12 ppm houve uma



pequena variação, sendo que na quinta e sexta semanas houve um aumento no teor, o qual diferiu significativamente, apenas, do valor apresentado na primeira semana.

Ao analisar cada semana, não foi encontrada nenhuma diferença estatística entre os tratamentos, podendo-se também inferir que as diferentes concentrações não influenciaram nos teores de sólidos solúveis totais.

Resultados similares a estes foram encontrados por Henrique (1999) quando estudou a associação do uso de ethephon e película de fécula de mandioca na conservação pós-colheita de limão ‘Eureka’, e por Jacomino et al. (2003), os quais submetem os frutos de limão ‘Eureka’ ao desverdecimento e também constataram que o teor de sólidos solúveis totais não sofreu variação em função das diferentes concentrações de etileno.

De modo geral, estes resultados são contraditórios aos obtidos por Carvalho & Nogueira (1979), os quais constataram que durante a maturação pós-colheita de citros processam-se mudanças na composição do suco, havendo aumento no teor de sólidos solúveis totais.

O intervalo de teores encontrados foi de 6,8 a 7,4, estando próximos aos encontrados por Jacomino et al. (2003), que observou a faixa entre 6,91 e 7,30.

**Tabela 27. Teor de sólidos solúveis totais (°Brix) de limões ‘Eureka’ submetidos ao desverdecimento com etileno a 22°C e armazenados a 10°C por 8 semanas.**

Concentração de etileno (ppm)	Semanas de armazenamento							
	1	2	3	4	5	6	7	8
6	6,9aA	7,2aA	7,1aA	7,2aA	7,1aA	7,3aA	7,3aA	7,2aA
7	6,9aA	7,1aA	7,4aA	7,2aA	7,3aA	7,2aA	7,2aA	7,3aA
10	6,9aA	7,3aA	7,3aA	7,4aA	7,3aA	7,3aA	7,3aA	7,2aA
12	6,8bA	7,0abA	7,3abA	7,1abA	7,4aA	7,4aA	7,2abA	7,2abA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na horizontal e maiúscula na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. CV = 4,29 %

#### 4.2.1.6. Acidez titulável (AT)

Estudando a ação das diferentes concentrações de etileno (6, 7, 10 e 12 ppm) em cada semana em que os frutos foram analisados notou-se desde a semana inicial que

nenhum dos tratamentos influenciou nos valores de acidez titulável. Este mesmo comportamento foi encontrado por Jacomino et al. (2003), que afirmou que não houve diferença significativa no teor de acidez quando desverdeceu limões ‘Eureka’.

Em relação ao período de armazenamento dos frutos quanto a cada concentração, houve uma variação da acidez titulável no tratamento de 6 e 10 ppm. Para os frutos tratados à concentração de 6 ppm ocorreu um aumento no valor da acidez na sexta semana, seguido por uma queda, na sétima, que se equiparou com o valor encontrado na primeira semana. Contudo, na última semana a acidez tornou a aumentar não diferindo mais das outras semanas de armazenamento. Já para a concentração de 10 ppm de etileno o comportamento da acidez foi inverso à concentração de 6, pois a acidez apresentou uma queda na quarta semana diferindo significativamente da sexta semana, a qual apresentou a maior média de acidez em todo o período, porém na semana seguinte esta diferença deixou de existir.

Com exceção dos frutos tratados com 6 ppm de etileno, os demais resultados divergem dos encontrados por Vandercook et al. citado por Castro (1987), onde os limões verdadeiros colhidos no estágio de maturidade, armazenados durante 15 semanas, demonstraram aumento significativo da acidez titulável nas últimas 8 semanas.

**Tabela 28. Valores médios de acidez titulável (porcentagem de ácido cítrico) de limões ‘Eureka’ submetidos ao desverdecimento com etileno a 22°C e armazenados a 10°C por 8 semanas.**

Concentração de etileno (ppm)	Semanas de armazenamento							
	1	2	3	4	5	6	7	8
6	6,2bA	6,6abA	6,3abA	6,7abA	6,5abA	6,9aA	6,2bA	6,8abA
7	6,3aA	6,2aA	6,3aA	6,4aA	6,4aA	6,6aA	6,5aA	6,5aA
10	6,4abA	6,4abA	6,3abA	6,3bA	6,7abA	6,9aA	6,4abA	6,6abA
12	6,2aA	6,3aA	6,4aA	6,4aA	6,6aA	6,5aA	6,2aA	6,5aA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na horizontal e maiúscula na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. CV = 5,16 %

#### **4.2.1.7. Índice de Maturação “Ratio” (SST/AT)**

De acordo com a Tabela 29 pôde-se notar que os tratamentos de 7 e 12 ppm não apresentaram diferença significativa ao longo do período de armazenamento. Para os

frutos tratados à concentração de 10 ppm o “Ratio” teve variação, sendo que na quarta, quinta e sétima semanas apresentaram as maiores médias, diferindo significativamente da sexta semana que apresentou o menor valor. Já para o tratamento de 6 ppm houve uma queda do “Ratio” na quarta, sexta e oitava semana, diferindo significativamente da sétima semana, onde o “Ratio” apresentou a maior média.

As oscilações observadas estão relacionadas à variação dos sólidos solúveis totais e da acidez, já que este índice é obtido pela relação entre os dois teores.

Confrontando as diferentes concentrações foi observado que na quarta semana o tratamento de 10 ppm apresentou um índice de 1,18, que diferiu significativamente do de 6 ppm, o qual apresentou um índice de 1,08. Na sexta semana, o tratamento em que os frutos foram submetidos a 12 ppm de gás apresentou a maior média diferindo significativamente dos que foram tratados com 6 e 10 ppm.

Resultados distintos foram encontrados por Coelho et al. (1981) que ao desverdecarem Laranja ‘Pera’ testando diferentes doses de ethephon não encontraram diferença significativa para o índice de maturação.

**Tabela 29. Variação média do “Ratio” em limões ‘Eureka’ submetidos ao desverdecimento com etileno a 22°C e armazenados a 10°C por 8 semanas.**

Concentração de etileno (ppm)	Semanas de armazenamento							
	1	2	3	4	5	6	7	8
6	1,13abA	1,09abA	1,13abA	1,08bB	1,10abA	1,05bB	1,18aA	1,07bA
7	1,11aA	1,13aA	1,18aA	1,13aAB	1,14aA	1,09aAB	1,10aA	1,14aA
10	1,09abA	1,14abA	1,16aA	1,18aA	1,09abA	1,06bB	1,15aA	1,09abA
12	1,10aA	1,11aA	1,15aA	1,12aAB	1,12aA	1,15aA	1,18aA	1,10aA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na horizontal e maiúscula na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. CV = 4,25 %

#### 4.2.1.8. Valores de pH

Examinando os valores de pH dentro de cada época de armazenamento foi verificado que não houve diferença significativa entre as diferentes concentrações (6, 7, 10 e 12 ppm) a que os frutos de limão foram submetidos (Tabela 30).

Henrique (1999) também verificou que os valores de pH não sofreram interferência, não apresentando diferença significativa, quando submeteu frutos de limão 'Eureka' ao desverdecimento, utilizando diferentes dosagens de ethephon.

Em relação a cada concentração notou-se que os tratamentos 7 e 12 ppm não apresentaram diferença significativa por todo o experimento, já quando os frutos foram submetidos à concentração de 6 e 10 ppm oscilaram ao longo do experimento. Essa oscilação pode ser explicada em função do comportamento do teor de acidez que ocorreu nos frutos submetidos a essas concentrações (6 e 10 ppm).

**Tabela 30. Variação média do pH em limões 'Eureka' submetidos ao desverdecimento com etileno a 22°C e armazenados a 10°C por 8 semanas.**

Concentração de etileno (ppm)	1	2	3	4	5	6	7	8
6	2,51abA	2,56abA	2,49bA	2,61aA	2,54abA	2,67aA	2,48bA	2,64aA
7	2,46aA	2,47aA	2,51aA	2,55aA	2,56aA	2,59aA	2,53aA	2,55aA
10	2,53abA	2,51abA	2,49bA	2,50bA	2,65aA	2,68aA	2,54abA	2,56abA
12	2,48aA	2,51aA	2,54aA	2,54aA	2,58aA	2,57aA	2,48aA	2,58aA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na horizontal e maiúscula na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. CV = 2,98 %

#### 4.2.1.9. Índice tecnológico

Foi verificado que na análise de variação do índice tecnológico, no geral, ocorreu uma tendência dos valores se manterem estáveis no decorrer das semanas em que os frutos foram armazenados. Comparando-se o índice entre as concentrações (6, 7, 10 e 12 ppm), apenas na terceira e quarta semana houve diferença significativa, sendo que o tratamento de 12 ppm apresentou a menor média (Tabela 31).

Estes dados são explicados em virtude do índice tecnológico ser função direta do produto do rendimento de suco e do teor de sólidos solúveis, que tiveram tendência a não se modificar ao longo do armazenamento.

De acordo com Chitarra & Chitarra (1990) o índice mínimo exigido para a produção de sucos concentrados é de 4,4, sendo que o encontrado não atingiu o limite exigido.

**Tabela 31. Variação média do índice tecnológico em limões ‘Eureka’ submetidos ao desverdecimento com etileno a 22°C e armazenados a 10°C por 8 semanas.**

Concentração de etileno (ppm)	Semanas de armazenamento							
	1	2	3	4	5	6	7	8
6	3,84aA	3,95aA	4,05aA	4,11aB	4,01aA	4,37aA	3,97aA	3,99aA
7	3,85aA	3,85aA	4,1aA	4,03aB	4,18aA	3,97aA	4,10aA	4,13aA
10	3,79bA	4,09bA	4,16bA	4,78aA	4,27abA	4,14bA	4,29abA	3,95bA
12	3,64bA	3,92abA	3,12cB	3,38cC	3,93abA	4,20aA	4,15abA	4,16abA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na horizontal e maiúscula na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. CV = 6,97 %

A concentração de 6 ppm de gás etileno apresentou resultados satisfatórios com relação ao desverdecimento dos frutos de limões ‘Eureka’ já na primeira semana do segundo experimento, não diferindo significativamente das demais concentrações do gás nas características de perda de massa, rendimento de suco, firmeza, sólidos solúveis totais, acidez titulável, pH e índice tecnológico; e apresentando diferença significativa em relação a outras concentrações de gás no ‘Ratio’, diferença esta que deixou de existir ao final do experimento.

## 4.2.2. Laranja ‘Pera’

### 4.2.2.1. Perda de massa fresca

Analisando a Tabela 32 foi verificado que a variação de perda de massa começou a se diferir na quinta semana, onde o tratamento de 10 ppm apresentou a maior perda não diferindo apenas da concentração de 12 ppm. Na sexta semana o tratamento de 10 ppm continuou apresentando o mesmo resultado, no entanto a partir da sétima semana a maior perda passou a ser referente ao tratamento de 12 ppm apresentando diferença significativa das concentrações de 6 e 7ppm.

Assim pode-se observar que a perda de massa, nas últimas cinco semanas de armazenamento, foi obtida pelas concentrações mais altas (10 e 12 ppm), que provavelmente tiveram as maiores perdas devido a um maior incremento na taxa de respiração dos frutos, pela maior quantidade de etileno aplicado.

Estes resultados divergem dos encontrados por Shanmugavelu et al.(1976), os quais verificaram que durante o período de amadurecimento nos frutos de limões tratados com etileno, estes demonstraram menor porcentagem de perda de massa.

**Tabela 32. Perda de massa (%) de laranjas ‘Pera’ submetidas ao desverdecimento com etileno a 22°C e armazenados a 10°C por 8 semanas.**

Concentração de etileno (ppm)	Semanas de armazenamento						
	2	3	4	5	6	7	8
6	0,39a	0,62a	1,04bc	1,46b	1,68c	1,94b	2,08b
7	0,48a	0,53a	0,98c	1,29b	1,83bc	2,07b	1,98b
10	0,57a	0,71a	1,35a	2,08a	2,18a	2,38ab	2,58ab
12	0,46a	0,64a	1,29ab	1,65ab	2,13ab	2,59a	2,72a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. CV = 13,28%

#### 4.2.2.2. Coloração da casca

A Tabela 33 mostra a evolução da coloração média da casca dos frutos de laranja ‘Pera’ que foram classificadas através da Norma de Classificação da Laranja, coordenada pelo Centro de Horticultura da CEAGESP. Antes de serem desverdecidos, os frutos, apresentavam coloração verde. Logo após o desverdecimento, todos os frutos, independentemente da concentração a que foram submetidos, apresentaram coloração mais atraente, devido a degradação de clorofila e a formação de pigmentos carotenóides promovida pela aplicação exógena de etileno, porém, na primeira semana, os frutos tratados com 10 e 12

ppm apresentaram coloração alaranjada mais intensa., entretanto já na segunda semana esta diferença de coloração entre os tratamentos de 6 e 7 ppm e 10 e 12 ppm não existia mais.

Ao contrario dos resultados referentes à coloração do primeiro experimento, os frutos, deste experimento, apresentaram coloração uniforme em todo o fruto desde que foram retirados da câmara de desverdecimento.

**Tabela 33 . Evolução da coloração da casca de laranjas ‘Pera’ (Norma de Classificação da Laranja, CEAGESP) submetidas ao desverdecimento com etileno a 22°C e armazenados a 10°C por 8 semanas.\***

Concentração de etileno (ppm)	Semanas de armazenamento							
	1	2	3	4	5	6	7	8
6	C4	C5	C5	C5	C5	C5	C5	C5
7	C4	C5	C5	C5	C5	C5	C5	C5
10	C5	C5	C5	C5	C5	C5	C5	C5
12	C5	C5	C5	C5	C5	C5	C5	C5

\* Dados originais sem análise estatística

#### 4.2.2.3. Rendimento de suco

Ao analisar o rendimento de suco foi notado que na comparação das diferentes concentrações o tratamento de 12 ppm apresentou, nas quinta, sexta e sétima semana, a menor porcentagem de rendimento de suco, diferindo dos demais tratamentos. Provavelmente a concentração de 12 ppm pode ter inibido ou diminuído os valores de rendimento de suco das laranja tratadas (Tabela 34).

Ao longo do tempo de armazenamento, apenas o tratamento de 12 ppm apresentou variação, tendo uma diminuição a partir da sexta semana.

**Tabela 34. Rendimento de suco (%) de laranjas ‘Pera’ submetidas ao desverdecimento com etileno a 22°C e armazenados a 10°C por 8 semanas.**

Concentração de etileno (ppm)	Semanas de armazenamento							
	1	2	3	4	5	6	7	8
6	65,47aA	64,40aA	65,32aA	64,23aA	63,43aA	63,62aA	63,18aA	64,21aA
7	65,45aA	65,48aA	64,13aA	65,23aA	63,42aA	62,09aA	63,58aA	64,29aA
10	64,64aA	65,29aA	63,86aA	63,8aA	64,86aA	63,90aA	62,07aA	63,98aA
12	63,76aA	62,37abA	62,97aA	63,77aA	60,35abB	58,05bB	58,77bB	60,09abB

Médias seguidas de mesma letra minúscula na horizontal e maiúscula na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. CV = 3,07 %

#### 4.2.2.4. Firmeza dos frutos

Ao estudar a variação média na firmeza dos frutos de laranja ‘Pera’ foi observado que nas quarta e quinta semanas de armazenamento ocorreu diferença estatística entre a concentração de 12 ppm e as concentrações de 7 e 10 ppm, sendo que nestas duas semanas a firmeza dos frutos tratados a 12 ppm obtiveram as menores médias. Entretanto nas sétima e oitava semanas, os valores de firmeza já não apresentavam diferença significativa entre nenhum tratamento. Estes dados contradizem os de Mota et al. (1997), que estudando o desverdecimento e conservação pós-colheita de frutos de ‘Kunquat’ concluíram que não houve diferença significativa entre a textura dos frutos submetidos aos diferentes tratamentos durante o período de armazenamento (Tabela 35).

Ao considerar cada concentração isoladamente, foi observado que no período de oito semanas apenas os tratamentos de 10 e 12 ppm apresentaram oscilação na firmeza dos frutos, apresentando as menores médias na terceira e quinta semana, respectivamente.



**Tabela 35. Variação média na firmeza (g/f) de laranjas ‘Pera’ submetidas ao desverdecimento com etileno a 22°C e armazenados a 10°C por 8 semanas.**

Concentração de etileno (ppm)	Semanas de armazenamento							
	1	2	3	4	5	6	7	8
6	533aA	522aA	483aA	491aAB	496aAB	496aA	536aA	531aA
7	539aA	503aA	484aA	511aA	509aA	496aA	501aA	499aA
10	502abA	547aA	429bA	541aA	538abA	487abA	494abA	492abA
12	504abA	525aA	496abA	415abB	413bB	505abA	498abA	489abA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na horizontal e maiúscula na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. CV = 11,38 %

#### 4.2.2.5. Teor de sólidos solúveis totais (SST)

Ao analisar os teores de sólidos solúveis totais foi verificado que apenas o tratamento de 12 ppm apresentou variação em seu teor durante todo o período de armazenamento, ocorrendo um incremento dos valores conforme foram passando as semanas (Tabela 36).

Ao comparar as diferentes concentrações em cada época de armazenamento observou-se que em nenhuma semana ocorreu diferença significativa entre as concentrações de 6, 7, 10 e 12 ppm, mostrando que as concentrações não interferiram no teor de sólidos solúveis da laranja ‘Pera’.

Mota et al. (1997) estudando o efeito da aplicação de cera e de níveis de ethephon (250, 500 e 1000 ppm) no desverdecimento e na conservação em pós-colheita de frutos de ‘Kunquat’ também observaram que todos os tratamentos com ethephon promoveram a degradação de clorofila, porém não houve presença de diferença significativa no teor de sólidos solúveis totais entre as concentrações.

Resultados divergentes foram encontrados por Purandare et al. (1992) que constataram que em laranja doce, distribuídas em 4 grades (A, B, C, D) e desverdecidas com ethephon a 500, 1000, 1500 ou 2000 ppm e logo distribuídas em dois lotes para armazenamento em caixas de papelão "airtight" no escuro ou em exposição a luz (temperatura

ambiente), apresentaram o teor de sólidos solúveis aumentado, indiferentemente da grade, do tratamento com ethephon ou do método de armazenamento.

**Tabela 36. Teor de sólidos solúveis totais (°Brix) de laranjas ‘Pera’ submetidas ao desverdecimento com etileno a 22°C e armazenados a 10°C por 8 semanas.**

Concentração de etileno (ppm)	Semanas de armazenamento							
	1	2	3	4	5	6	7	8
6	8,7aA	8,5aA	8,5aA	8,9aA	9,0aA	9,2aA	9,3aA	9,4aA
7	8,7aA	8,8aA	8,6aA	8,8aA	8,9aA	9,5aA	9,5aA	9,5aA
10	8,8aA	8,6aA	8,6aA	8,7aA	8,9aA	9,0aA	9,1aA	9,4aA
12	8,2bA	9,0abA	9,2abA	8,8abA	9,0abA	9,0abA	9,1abA	9,2aA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na horizontal e maiúscula na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. CV = 5,93 %

#### 4.2.2.6. Acidez titulável (AT)

Verificando os dados médios da acidez titulável foi observado que tanto ao comparar as concentrações entre si (6, 7, 10 e 12 ppm), quanto ao analisar o comportamento de cada uma durante todo o período de armazenamento, não houve diferença estatística significativa. Estes resultados podem ser explicados em virtude das frutas cítricas apresentarem pouca variação em seu metabolismo, por serem frutos climatéricos (Tabela 37).

**Tabela 37. Valores médios de acidez titulável ( porcentagem de ácido cítrico) de laranjas ‘Pera’ submetidas ao desverdecimento com etileno a 22°C e armazenados a 10°C por 8 semanas.**

Concentração de etileno (ppm)	Semanas de armazenamento							
	1	2	3	4	5	6	7	8
6	0,87aA	0,93aA	0,85aA	0,89aA	0,92aA	0,79aA	0,82aA	0,85aA
7	0,95aA	0,88aA	0,79aA	0,80aA	0,93aA	0,85aA	0,80aA	0,78aA
10	0,98aA	0,93aA	0,83aA	0,85aA	0,82aA	0,93aA	0,79aA	0,83aA
12	0,92aA	0,89aA	0,79aA	0,93aA	0,92aA	0,78aA	0,78aA	0,79aA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na horizontal e maiúscula na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. CV = 7,89 %

#### 4.2.2.7. Índice de Maturação “Ratio” (SST/AT)

Por ser função direta da Relação do teor de sólidos solúveis totais e da acidez titulável, que neste experimento não apresentaram variação significativa em seus teores (Tabela 36 e 37), é observado que o índice de maturação também não apresentou variação entre as diferentes concentrações de etileno em que os frutos foram expostos e nem dentro do tempo de armazenamento que foram submetidos (Tabela 38).

Os dados encontrados contradizem Carvalho & Nogueira (1979) que afirmam que durante a maturação de frutos cítricos, processam-se mudanças na composição do suco, com o aumento no teor de sólidos solúveis totais e no índice de maturação (“Ratio”).

Resultados similares foram observados por Coelho et al. (1981) que ao aplicar ethephon a 500, 1000, 1500 e 2000 ppm em frutos de laranja ‘Pera’ (*Citrus sinensis*, Osbeck), verificaram que não houve diferença entre os tratamentos quanto a acidez total titulável, sólidos solúveis totais e “Ratio”.

**Tabela 38. Variação média do “Ratio” em laranjas ‘Pera’ submetidas ao desverdecimento com etileno a 22°C e armazenados a 10°C por 8 semanas.**

Concentração de etileno (ppm)	Semanas de armazenamento							
	1	2	3	4	5	6	7	8
6	10,12aA	9,25aA	10,12 aA	9,78aA	9,67aA	11,39aA	11,10aA	11,06aA
7	9,16aA	9,66aA	10,76 aA	11,13aA	9,68aA	10,82aA	11,63aA	12,05aA
10	8,37aA	9,68aA	11,08 aA	10,35aA	10,98aA	9,68aA	11,52aA	11,08aA
12	9,46aA	9,89aA	10,89 aA	9,46aA	9,67aA	12,18aA	12,18aA	12,03aA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na horizontal e maiúscula na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. CV = 27,97 %

#### 4.2.2.8. Valores de pH

Verificando os valores de pH (Tabela 39) dentro de cada semana de armazenamento, notou-se que não houve presença de diferença significativa entre as concentrações de etileno (6, 7, 10 e 12 ppm). Quando foi analisada cada concentração, isoladamente, também foi observado que esta diferença também não existiu. Estes resultados

são explicados em função da acidez titulável que também não apresentou variação, sendo que o pH e a acidez titulável estão intimamente ligados sendo inversamente proporcionais.

Resultados semelhantes ao encontrados neste trabalho também foram observados por Henrique (1999), que ao avaliar diferentes doses de ethephon (0, 1000, 2000 e 3000 mg.L<sup>-1</sup>) e película de fécula de mandioca como recobrimento em pós-colheita de limão 'Eureka' durante 24 dias de armazenamento, notou que os tratamentos utilizados não ocasionaram alterações significativas no pH e acidez titulável.

**Tabela 39. Variação média do pH em laranjas 'Pera' submetidas ao desverdecimento com etileno a 22°C e armazenados a 10°C por 8 semanas.**

Horas de exposição	Semanas de armazenamento							
	1	2	3	4	5	6	7	8
6	3,18aA	3,18aA	3,14abA	3,18aA	3,15abA	3,15aA	3,13aA	3,15aA
7	3,20aA	3,15aA	3,21aA	3,13aA	3,21aA	3,11aA	3,10aA	3,21aA
10	3,28aA	3,17aA	3,12aA	3,17aA	3,13aA	3,18aA	3,12aA	3,12aA
12	3,17aA	3,20aA	3,13aA	3,18aA	3,18aA	3,14aA	3,11aA	3,19aA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na horizontal e maiúscula na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. CV = 7,27 %

#### 4.2.2.9. Índice tecnológico

Examinando os frutos submetidos a cada concentração em seu período de armazenamento pôde ser notado que em nenhuma concentração (6, 7, 10 e 12 ppm) houve diferença significativa, estando os valores do índice tecnológico em todas as semanas dentro do mínimo exigido (4,4) para a comercialização do suco (Tabela 40).

Ao comparar as concentrações notou-se que a partir da sexta semana começou a ocorrer diferença estatística entre os tratamentos, sendo que nesta mesma semana e na oitava, a concentração de 12 ppm diferiu das demais concentrações e na sétima semana, diferiu da concentração de 7 ppm.

Estas variações podem ser explicadas pelo fato de o índice tecnológico estar diretamente relacionado ao teor de sólidos solúveis totais e ao rendimento de suco, sendo que este último também apresentou oscilações em seus resultados (tabela 36).

**Tabela 40. Variação média do índice tecnológico em laranjas ‘Pera’ submetidas ao desverdecimento com etileno a 22°C e armazenados a 10°C por 8 semanas.**

Concentração de etileno (ppm)	Semanas de armazenamento							
	1	2	3	4	5	6	7	8
6	5,71aA	5,47aA	5,60aA	5,72aA	5,72aA	5,85aA	5,88aAB	6,04aA
7	5,65aA	5,76aA	5,52aA	5,74aA	5,64aA	5,88aA	5,99aA	6,11aA
10	5,73aA	5,57aA	5,50aA	5,56aA	5,76aA	5,75aA	5,67aAB	6,02aA
12	5,23aA	5,65aA	5,83aA	5,59aA	5,43aA	5,23aB	5,34aB	5,52aB

Médias seguidas de mesma letra minúscula na horizontal e maiúscula na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. CV = 6,10 %

A concentração de 6 ppm de gás etileno apresentou resultados satisfatórios com relação ao desverdecimento dos frutos de laranja ‘Pera’ já na primeira semana do segundo experimento, não diferindo significativamente das demais concentrações do gás nas características de firmeza, sólidos solúveis totais, acidez titulável, “Ratio” e pH; e apresentando diferença significativa em relação a outras concentrações de gás na perda de massa, diferença esta que deixou de existir ao final do experimento. A concentração de 12 ppm alcançou os piores valores nas características de rendimento de suco e índice tecnológico, ao final do experimento, diferindo significativamente das demais concentrações estudadas.

## 5. CONCLUSÕES

✓ O tempo de exposição de 96 horas foi o que apresentou melhores resultados de desverdecimento dos frutos de limão 'Eureka' e laranja 'Pera', embora não tendo atingido a coloração desejada comercialmente; não interferindo de forma representativa nas características físico-químicas dos frutos durante o período de armazenamento.

✓ A concentração de 6 ppm de gás etileno apresentou resultados satisfatórios com relação ao desverdecimento dos frutos de limão 'Eureka' e laranja 'Pera' já na primeira semana de exposição; sem interferir representativamente nas características físico-químicas dos frutos durante o armazenamento.

## 6. BIBLIOGRAFIA

ABELES, F. B., MORGAN, P. W., SALTVEIT Jr, M. E. Fruit ripening, abscission, and postharvest disorders. In: ABELES, F. B., MORGAN, P. W., SALTVEIT Jr, M. E. **Ethylene in plant biology**. 2 ed. Boston: CRC,1992, cap. 6, p. 182-221.

AGUSTÍ, M.; ALMELA, V. Mejora de calidad del fruto como objetivo prioritario de la citricultura española. **Revista Chapingo** (Série Horticultura), Chapingo, v.4, n.1, p.21-27, 1995.

ALVES, F. L. **Características físicas, químicas e físico-químicas de frutos de cultivares de limão *Citrus limon* (L.) Burm.** Botucatu: FCA, 1986. 201p. (Dissertação de Mestrado).

**ANUÁRIO ESTATÍSTICO DA AGRICULTURA BRASILEIRA.** São Paulo: Camargo Soares, 2002. 435p.

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

AWAD, M., MOREIRA, L. O. G. Efeito do ácido 2 – cloroetilfosfonico (ethephon) no desverdecimento de laranjas das variedades ‘Pera’ e ‘Lima’ ( *Citrus sinensis*, Osbeck). **Revista de Agricultura**, v. 48 (2-3), p. 111-116, 1973.

BARROS, S. A. **Efeitos da Aplicação Pré-colheita de fitorreguladores, no desenvolvimento final e maturação do fruto de tangerina 'Ponkan' (*Citrus reticulata*, Blanco)**. Botucatu: UNESP, 1992. 107p. (Dissertação de Mestrado em Ciências Biológicas).

BATCHELOR, L. D. & BITTERS, W. P. Juice and citric acid content of three California lemon varieties. **Citrus Leaves**, v. 38, p. 8-9, 1954.

BLEINROTH, E. W. Fisiologia da maturação dos frutos. **Circular Técnica**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1973.

CARVALHO, V. D. de, NOGUEIRA, D. J. P. Qualidade, maturação e colheita de citros. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v.5, n. 52, p. 61-67, 1979.

CASELA, D. **Varietà di limone cultivate in Sicilia**. Anali R. Staz. Agrumic., v.2, p.5-10. 1935.

CASTRO, J. V. de. **Efeitos de tratamento pós-colheita e das condições de armazenamento na qualidade do limão Taiti (*Citrus latifolia* Tanaka)**. Campinas: ITAL, 1987, 227p. (Dissertação de mestrado)

CASTRO, J. V., FERREIRA, V. L. P., YOTSUYANAGI, K. Aplicação pós-colheita de etileno e de ethrel no desverdecimento de tangor 'Murcote'. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Cruz das Almas, v. 13, n.1, p.237-242, 1991.

**CENTRO DE PESQUISA AGRÍCOLA**. Cadeia agroindustrial, [on line]. Disponível na Internet via [www.cepea.esalq.usp.br](http://www.cepea.esalq.usp.br). Arquivo capturado em 03 de maio de 2002.

CHITARRA M. I. F., CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/FAEPE, 1990. 293p.



COELHO, Y. S., SANTOS FILHO, H. P., CALDAS, R. C. Reguladores de crescimento em citros: Efeito do ácido giberélico e do ethephon no desenvolvimento e preservação de frutos. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Recife, v.3, p. 18-20, 1981.

COELHO, Y. S., CUNHA, G. A. Critérios de avaliação da maturação e qualidade de frutos, com ênfase para citros e abacaxi. **Circ. Tec. Centro Nac. Pesq. Mandioca e Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 1, p. 1-20, 1982.

COLL, J. B., RODRIGO, G. N., GARCIA, B. S., TAMES, R. S. **Fisiologia Vegetal**. Ed. Peramide, Madrid, 1992, 662 p.

COUEY, H. M. Chilling injury of crops of tropical and subtropical origin. **Journal of the American Society for Horticultural Science**. v.17, n.2, p.162-165, 1982.

DONADIO, L. C., FIGUEIREDO, J. O., PIO, R. M. **Variedades cítricas brasileiras**. Jaboticabal: FUNEP, 1995. 228p.

FIGUEIREDO, J.O. Variedades copa de valor comercial. In: RODRIGUEZ, O.; VIÉGAS, F.; **Citricultura Brasileira**. Campinas: Fundação Cargill, p.243-78,1980.

POMPEU JUNIOR, J.; AMARO, A.A. (Eds.) **Citricultura brasileira**. Campinas: Fundação Cargill, 1991. v.1, p.228-264.

FUCHS, Y., COHEN, A. degreening of citrus fruit with ethrel. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 94, n.6, p. 6178-8, 1969.

GILFILLAN, I. M., STEVENSON, J. A., SAUNT, J. E., STANTON, D. A. Degreening of 'Navel' and 'Torango' oranges with ethrel. In: Internacional Citrus Congress, 6. São Paulo, 1984. **Proceedings....** São Paulo: International Society of Citriculture, v.2, p. 514-517, 1987.

GOLDSCHMIDT, E.E.; GALILI, D. The fate endogenous gibberellins and applied radiative gibberellin A<sub>3</sub> during natural and ethylene-induced senescence in *Citrus* peel. **Plant and Cell Physiology**, Tokyo, v.15, n.3, p.485-491, 1974.

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**: 12<sup>a</sup> ed. Piracicaba: Nobel, 1987.

HAMMADY, A. M., KADER, A. A., HAMMADY, M. Efecto on postharvest application of ethephon on artificial degreening of 'Washington Navel' oranges. **Egyptian Journal of Horticulturae**, v. 1, p. 111-116, 1974.

HEARN, C. J. Degreening color-add and storage of 'Ambersweet' orange fruit. **Proceedings of Florida State Horticultural Society**, v. 103, p. 259-260, 1990.

HENRIQUE, C. M. **Utilização de ethephon e película de fécula de mandioca na conservação pós-colheita de limão siciliano (*Citrus limon*, (Linn) Burn)**. Botucatu: FCA, 1999. 161p. (Dissertação de Mestrado).

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3 ed. São Paulo: IAL, v. 1, 1985. 533p.

JACOMINO, A., P., MENDONÇA, K., KLUGE, R. A. Armazenamento refrigerado de Limões 'Eureka' tratados com etileno. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.25, n.1, p.45-48, 2003.

JAHN, O. L. Degreening citrus fruit postharvest applications of (2 – chloroethyl) phosphonic acid (ethephon). **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 98 (3), p. 230-233, 1973.

JIMENEZ-CUESTA, M.; CUQUERELLA CAYUELA, J.; MARTINEZ-JAVEGA, J.M. **Teoría y práctica de la desverdización de los cítricos**. Madrid: INIA, 1983. 22p. (INIA. Hoja Técnica, 46)

KLUGE, R. A. **Desverde cimento de citros**, [on line]. Disponível na Internet via [www.ciagri.usp.br/~ragluge/desverdecimento.html](http://www.ciagri.usp.br/~ragluge/desverdecimento.html). Arquivo capturado em 15 de junho de 2002.

MARTINEZ ZUCCARDI, A. I. **Effects of degreening on different citrus varieties**.

Zaragoza: Institut Agronomique Mediterranee de Saragosse, 1995. 121p.

MATOO, A. K., MURATA, T., PANTASTICO, E. B., CHACHIN, K., OGATA, K., PHAN, C. T. Chemical changes during ripening and senescence. In: PANTASTICO, E. B. **Postharvest physiology, handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables**. Connecticut: AVI Publishing, cap. 7, p. 272-283, 1975.

Mc CREAD, 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, 1997, p. 74-109, v.1.

Mc GLASSON, W. B. The ethylene factor. In: HULME, A. C. **The biochemistry of fruits and their products**. New York: Academic press, 1970, v.1, p. 475-519, 1970.

MENEZES, V., DRAETTA, J. **Surgar changes in the mango and banana during ripening**. Adv. Fd. Res. V. 30, p. 340-342, 1980.

MOREIRA, S. **Citrus variétés in the old collection**. Campinas, Instituto Agrônomico. Limeira: 1963. 74p.

MOTA, R. V., BASSINELLO, P. Z., MELLOTTTO, E., CASTRO, P. R. C. Desverdecimento e conservação pós-colheita de frutos de Kunquat (*Fortunella margarita*, Swingle) em resposta a tratamentos com ethephon e cera. **Scientia Agricola**. Piracicaba: v. 54 (3), p. 241-246, 1997.

MUNSELL, A. H. **Munsell book of color**. Baltimore: Munsell color, v. 2, 1957.

NASCIMENTO, L. F. MEDINA, V. M. Uso de ethephon no desverdecimento de laranjas 'Pera' e 'Baianinha'. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Cruz da Almas, v. 16, n.3 p.127-140, 1994.

OLIVEIRA, J. S. Critérios de qualidade na apreciação dos citrinos. **Comunicações Inst. Invest. Agron. Moçambique**, v. 82, p. 1-82, 1973.

PALACIOS, J. **Citricultura Moderna**. 1 ed. Buenos Aires: Editorial Hemisférios Sur, 1978. 409p.

PANTASTICO, E. B., CHATTOPADHYAY, T. K., SUBRAMANYAM, H. Storage and commercial storage operations. IN: PANTASTICO, E. B. **Postharvest physiology handling and utilization of tropical fruits and vegetables**. West Port.: AVI, p. 314-338, 1975.

PETRACEK, P.D.; MONTALVO, L. The degreening of 'Fallglo' tangerine. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.122, n.4, p.547-552, 1997

PURANDARE, N. D., KHEDKAR, D. M., SONTAKKE, M. B. Physicochemical changes during degreening in 'Sweet' orange (*Citrus sinensis*, Osbeck). **South Indian Horticulturae**, v. 40 (3), p. 128-132, 1992.

PURVIS, A.C.; BARMORE, C.R. Involvement of ethylene in chlorophyll degradation in peel of citrus fruits. **Plant Physiology**, Rockville, v.68, n.2, p.854-856, 1981.

SALA, J. M., MALLENT, D., PÉREZ ZÚÑIGA, F., CUÑAT, P. **Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos**. Valencia: CSIC, p. 559-567, 1988.

SHANMUGAVELU, K. G., SEVARAJIP, P., VEERANNAH, L., CHITTARAUCHELVAN, R. Effect of Ethephon on the ripening of fruits. **Prog. Hort.**, v.8, p.89-96, 1976.

SINGH, I. S., ALL, W. Ethephon for fruit ripening. **Indian Horticulture Fruit Crops**, october-december, p.7-8, 1996.

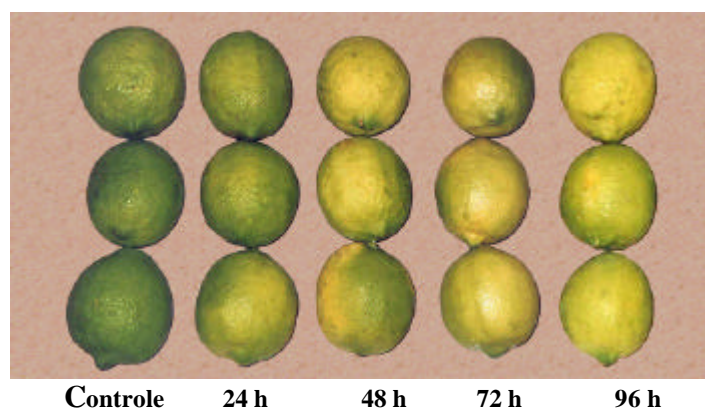
STEWART, I., WHEATON, T. A. Carotenoids in citrus: Their accumulation induced by ethylene. **Journal Agriculture Food Chemistry**. V.20, n.2, p.448-49, 1972.

TRESSLER, D. L., JOSYLIN, M. A. **Fruits and vegetables juice processing technology**. West Port: AVI, 1961. 1028p.

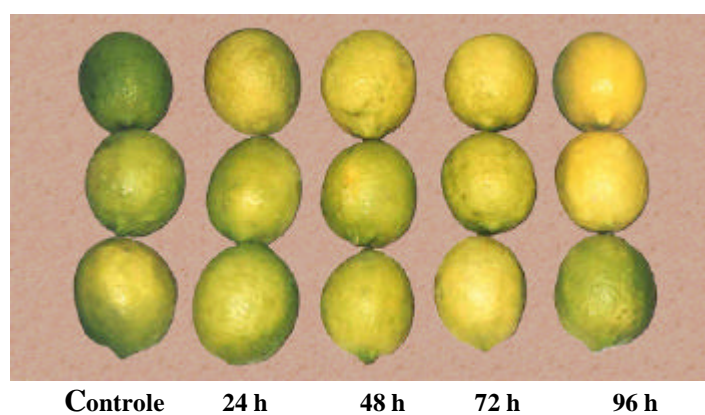
WHEATON, T. A., STEWART, I. Optimum temperature and ethylene concentrations for postharvest development of carotenoid pigments in citrus. **Journal of the American Society for Horticultural Science**. v. 98 (4), p. 337-340, 1973.

YANG, S.F., HOFFMAN, N. E. Ethylene biosynthesis and its regulation in higher plants. **Review of plant physiology**, v. 35, p. 255-289, 1984.

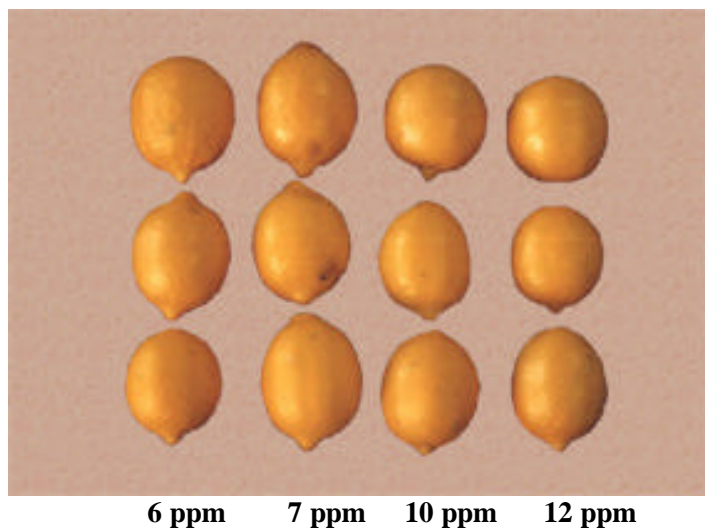
YONG, R., JAHN, O. Ethylene induced carotenoid accumulation in citrus fruits rinds. **Journal of the American Society for Horticultural Science**. St Joseph, 97(2), p. 258-261, 1972.

**APÊNDICE**

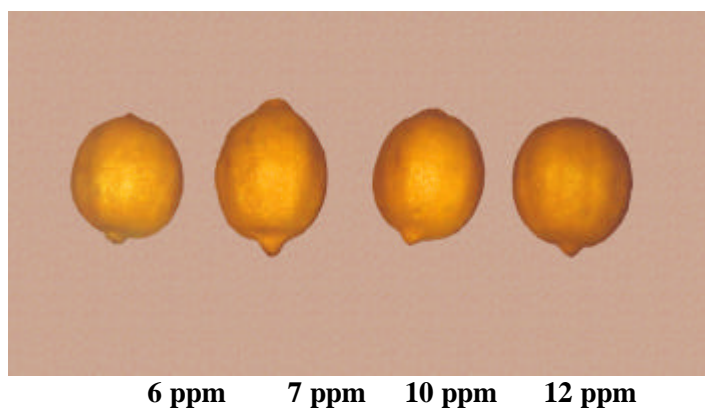
Frutos de limão ‘Siciliano’ submetidos a 0, 24, 48, 72 e 96 horas de desverdecimento, com concentração de 5 ppm, após 7 dias de armazenamento.



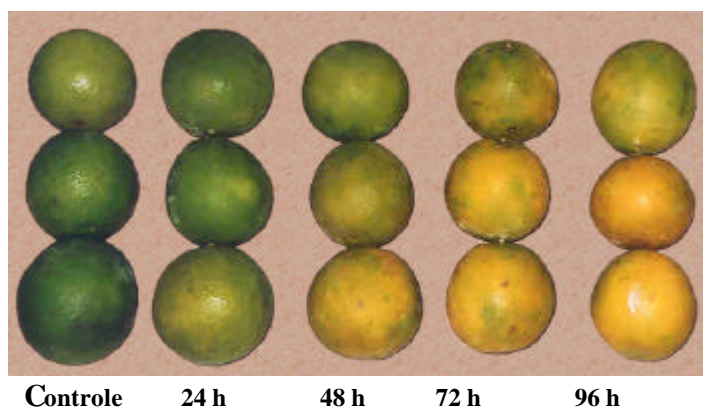
Frutos de limão ‘Siciliano’ submetidos a 0, 24, 48, 72 e 96 horas de desverdecimento, com concentração de 5 ppm, após 21 dias de armazenamento.



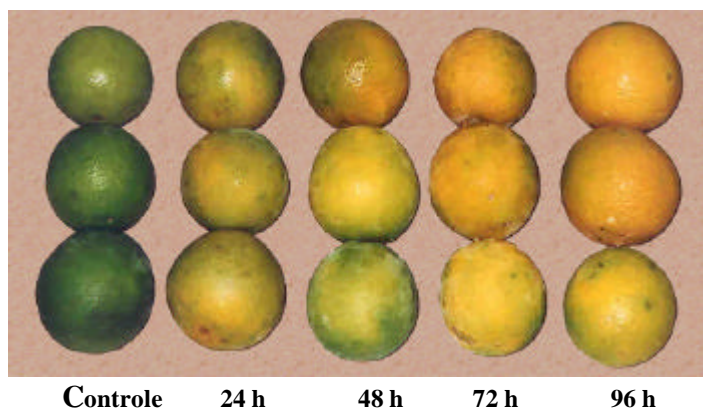
Frutos de limão 'Siciliano' submetidos a 6, 7, 10 e 12 ppm de etileno por 96 horas de desverdecimento, após 21 dias de armazenamento



Frutos de limão 'Siciliano' submetidos a 6, 7, 10 e 12 ppm de etileno por 96 horas de desverdecimento, após 35 dias de armazenamento

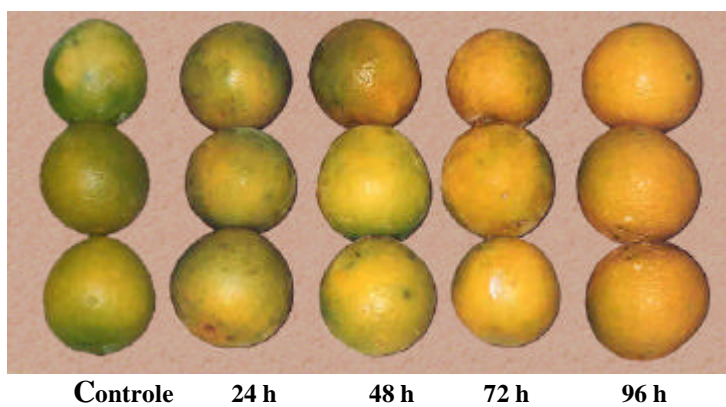


Frutos de laranja 'Pera' submetidos a 0, 24, 48, 72 e 96 horas de desverdecimento, com concentração de 5 ppm, após 7 dias de armazenamento.

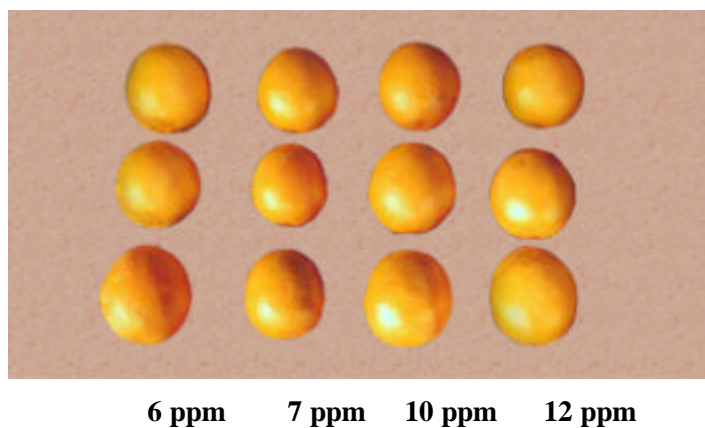


Frutos de laranja 'Pera' submetidos a 0, 24, 48, 72 e 96 horas de desverdecimento, com concentração de 5 ppm, após 14 dias de armazenamento.

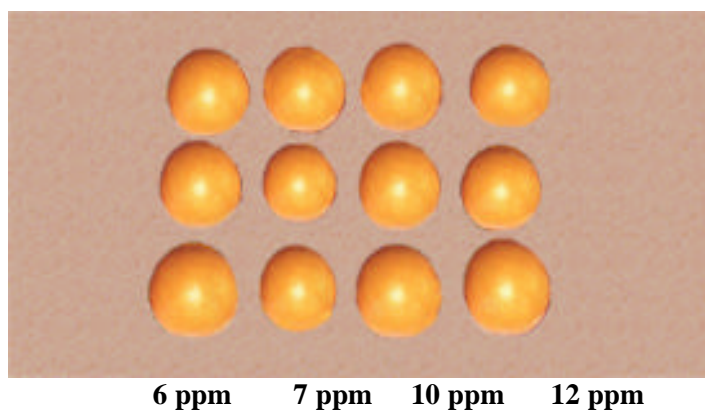




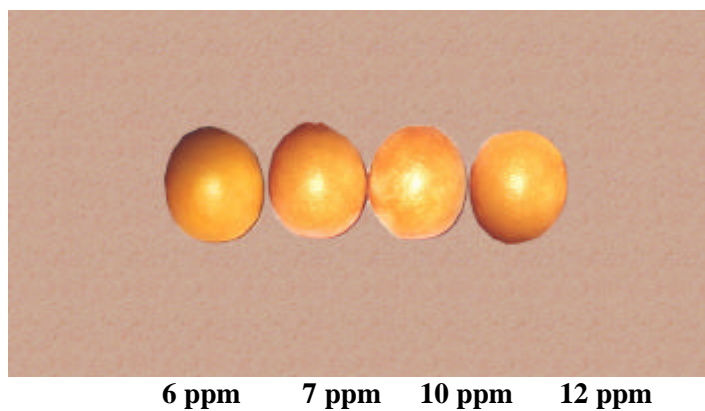
Frutos de laranja 'Pera' submetidos a 0, 24, 48, 72 e 96 horas de desverdecimento, com concentração de 5 ppm, após 28 dias de armazenamento.



Frutos de laranja 'Pera' submetidos a 6, 7, 10 e 12 ppm de etileno por 96 horas de desverdecimento, após 14 dias de armazenamento.



Frutos de laranja 'Pera' submetidos a 6, 7, 10 e 12 ppm de etileno por 96 horas de desverdecimento, após 21 dias de armazenamento.



Frutos de laranja 'Pera' submetidos a 6, 7, 10 e 12 ppm de etileno por 96 horas de desverdecimento, após 35 dias de armazenamento.