

EFEITO DO 2,4-D NA FRIGOCONSERVAÇÃO DE LIMÃO TAHITI
(*Citrus latifolia* Tanaka)

VITOR MANFROI *
OSÓRIO A. LUCCHESI **
RUY I. N. CARVALHO **
JOÃO C. FIORAVANÇO **
RENAR J. BENDER ***

Avaliou-se o comportamento de limões Tahiti tratados com solução comercial de 2,4-D, mantidos sob frigoconservação. O experimento foi conduzido em câmara frigorífica, utilizando 40 frutos por repetição (sendo 10 deles marcados para o controle de peso), armazenados a temperatura de 8°C e Ur entre 80 - 90%. Os tratamentos foram 1) Testemunha; 2) 8.000 ppm de 2,4-D; 3) 10.000 ppm de 2,4-D; 4) 12.000 ppm de 2,4-D. O delineamento experimental foi completamente casualizado com 5 repetições/tratamento. Os resultados obtidos demonstraram que o 2,4-D não surtiu efeito sobre sólidos solúveis totais (SST), Acidez Total (AT), pH e Relação SST/AT; quanto a perda de peso do ponto de vista prático, ao longo do período de armazenagem, não houve diferença entre os tratamentos; o 2,4-D induziu menor degradação das clorofilas a e b; o tempo de armazenagem não deve ultrapassar 5 semanas.

1 INTRODUÇÃO

A produção de limões no Brasil vem aumentando consideravelmente nos últimos anos, não apenas para utilização na forma de suco concentrado, como para exportação de frutos "in natura".

- * Eng. Agr., M. Sc., Escola Agrotécnica Federal Presidente Juscelino Kubitschek, Bento Gonçalves, RS.
** Eng. Agr., M. Sc., Depto. de Horticultura e Silvicultura, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS.
*** Eng. Agr., M. Sc., Professor Assistente do Depto. de Horticultura e Silvicultura, Faculdade de Agronomia, UFRGS.

O chamado limão Tahiti (*Citrus latifolia* Tanaka), que na verdade é uma lima ácida, apresenta grande potencial de cultivo, apesar de alguns problemas de comercialização, já que sua produção é limitada aos meses de dezembro à abril, quando sua cotação é baixa. Na entressafra o preço eleva-se consideravelmente, fazendo com que haja preocupação quanto à sua conservação para obtenção de melhores preços no mercado (FIGUEIREDO, 1980).

Uma das formas de estabilizar tanto a oferta, como o preço de mercado, é a utilização da frigoconservação. Alguns aspectos no que tange à conservação de frutos em câmaras frigoríficas, referem-se à escolha da melhor temperatura a ser utilizada, já que o limão é um produto sensível ao frio excessivo, podendo ocorrer perdas de material estocado e à compreensão da ação de produtos químicos utilizados para melhorar a performance na conservação.

Quanto à temperatura de armazenamento, PANTASTICO et al (1966) usando temperaturas de 0, 4, 10, 16 e 21°C conservaram limão Tahiti durante quatro semanas, verificando que em temperaturas mais baixas houve maior retenção da cor verde da casca, porém com danos causados pelo frio. Já CASTRO (1987) usando temperaturas de 2 e 5°C, constatou a ocorrência de dano fisiológico ao limão tahiti pelo frio. A 8°C foram observadas as menores perdas de peso dos frutos, nenhum sintoma de dano pelo frio foi encontrado em 12 semanas de armazenagem, apesar do período comercial de armazenamento ter ficado em quatro semanas, condicionado pela cor verde da casca.

Conforme GRIERSON & WANDOWSK (1975) a taxa de perda de peso é influenciada pela pressão relativa exercida pelo vapor d'água dentro e fora do fruto, sendo esse efeito afetado principalmente pelo aumento da temperatura.

VANDERCOOK et al (1966) armazenando frutos a 14,4°C e 85% de umidade relativa durante quinze semanas, obtiveram valores de acidez titulável (expressa em meq de ácido cítrico/100 mL de suco), superiores nas últimas oito semanas de armazenamento (106,3 meq) do que nas sete primeiras (99,8 meq). Também EAKS & MASIAS (1965) observaram que a acidez titulável aumentou no suco de frutas de limão Galego, mantido em três temperaturas, ou seja, 5, 7,5 e 10°C.

O limão Tahiti apresenta peculiaridade quanto à manutenção da cor verde da casca, visto que o aparecimento da cor amarela, total ou parcialmente, restringe a comercialização. Estas modificações durante a maturação dos frutos, são acompanhadas pela degradação da clorofila (coloração verde) e o aparecimento de carotenóides (pigmentos amarelos) na casca (CARVALHO & NOGUEIRA, 1979).

Há que se salientar que a temperatura influi na retenção da cor verde da casca do fruto. PANTASTICO et al (1965) conservando limão Tahiti, comprovou que quanto mais baixa a temperatura de armazenamento, mais tempo a cor verde foi mantida.

A ação dos fitohormônios, em várias atividades das células vegetais, é muito conhecida e o retardamento da senescência em frutas já mereceu várias citações. METIVIER (1979) afirma que as giberelinas, por exemplo, atrasam a senescência em frutos de certas espécies de citros, como algumas laranjas, cujo desenvolvimento dos carotenóides amarelos e alaranjados é retardado, enquanto é reduzida a perda das clorofilas a e b na casca. Limões tratados com giberelinas podem permanecer verdes até sete meses a mais que limões não tratados.

VÁLIO (1979) comenta que as auxinas são um dos fatores que regulam a produção de etileno cujos teores aumentam à medida que amadurecem os frutos, influenciando diversos processos durante esse período. No entanto, há processos que são devidos somente às auxinas, nos quais o etileno não tem papel intermediário, entre estes estaria a inibição da abscisão e amadurecimento de frutos, sendo que a abscisão é acelerada quando ocorre decréscimo da quantidade de auxinas. Pode-se então, partindo destas colocações, procurar manter níveis mais altos de auxinas, a fim de manter os frutos em conservação num melhor estado, lançando-se mão de substâncias que apresentem atividade auxínica, como o 2,4-D (Ácido 2,4-Diclorofenoxiacético), uma auxina sintética derivada do ácido fenoxiacético.

Relato de EL-NABAWI et al (1982), que trabalharam com 2,4-D e 2,4,5-T a 500 e 1000 ppm e outros reguladores, dão conta de que todos os tratamentos utilizados reduziram a perda de peso e a porcentagem de frutos descartados após o armazenamento, exceto em alguns casos, entre os quais o 2,4-D na concentração maior.

Trabalho de WILD (1983) demonstrou que limões tratados com guazatina, 2,4-D e benomil, estocados a temperatura ambiente por três meses, foram adequadamente controlados quanto à presença de fungos fitopatogênicos, apesar de que a casca do fruto foi um pouco susceptível a pressão mecânica que levou ao aparecimento de algumas manchas acastanhadas.

WILD & SCOTT (1983) trabalhando com atmosfera controlada (1% CO₂ e 12% O₂, com remoção de etileno), trataram limas com GA + 2,4-D e as estocaram a 10°C, obtendo permanência da casca verde dos frutos por quatro meses.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento de frutos de limão Tahiti tratados com 2,4-D e conservados em câmara frigorífica a temperatura de 8°C.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Estação Experimental Agronômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, no município de Eldorado do Sul (Brasil), utilizando frutos de limão Tahiti (*Citrus latifolia* Tanaka), provenientes de pomar adulto da própria Estação.

Os frutos foram colhidos e posteriormente selecionados visualmente quanto a cor e tamanho. Estes frutos, do tipo exportação, tratados com solução do fungicida Tecto a 0,5%, receberam as seguintes doses de solução comercial de 2,4-D, da empresa DEFENSA:

- 1) testemunha, sem aplicação de 2,4-D;
- 2) 8.000 ppm de 2,4-D;
- 3) 10.000 ppm de 2,4-D;
- 4) 12.000 ppm de 2,4-D.

O delineamento experimental utilizado foi o completamente casualizado, com cinco repetições por tratamento. Cada repetição foi constituída de quarenta frutos colocados em caixa de madeira vazada, formando uma única camada dentro das mesmas. Em cada repetição foram marcados dez frutos para o controle de peso.

Os frutos foram emergidos por três minutos em cada tratamento específico e acondicionados em câmara de frigoconservação, mantida em temperatura média de 8°C e umidade relativa entre 80 e 90%, onde permaneceram por 52 dias.

Semanalmente foi determinado o peso dos dez limões marcados, a fim de se obter a porcentagem de perda de peso durante o armazenamento, sendo retiradas amostras de dois limões por repetição para determinação da clorofila. Quinzenalmente foram retiradas amostras de quatro limões por repetição para determinação da acidez total, pH e sólidos solúveis totais (SST).

A acidez total foi determinada por titulação mediante alíquota de 10 mL de suco, diluída em 100 mL de água destilada, utilizando-se NaOH 1N até pH 8,1, medido com potenciômetro. Os sólidos solúveis totais foram determinados utilizando-se refratômetro de mesa, com regulagem de leitura a 20°C.

Para determinação da clorofila utilizou-se metodologia proposta por JAHN & YOUNG (1976). Foram retirados dez discos de 12 mm de diâmetro e 2 mm de espessura, da região equatorial dos frutos de cada repetição, os quais foram

colocados em 10 mL de solução extratora de acetona 80% v/v, e mantidos sob refrigeração e ao abrigo da luz, em frascos de vidro revestidos por papel alumínio. Após 48 horas foi feita a leitura em espectrofotômetro, nos comprimentos de onda de 645 e 663 nanômetros.

Os teores de clorofila a, b e total foram calculados pelas seguintes fórmulas:

$$\begin{array}{l} \text{Clorofila } a: \quad 12,7 \times (\text{Abs. } 663) - 2,7 \times (\text{Abs. } 645) \\ \text{Clorofila } b: \quad 9,0 \times (\text{Abs. } 645) - 4,7 \times (\text{Abs. } 663) \\ \text{Clorofila total: } \quad \frac{8,0 \times (\text{Abs. } 663) + 20,2 \times (\text{Abs. } 645)}{\text{Área do disco}} \end{array}$$

Para fins de análise, foram considerados os valores de clorofila total e a relação clorofila a/b.

Os dados foram devidamente tabulados e submetidos à análise estatística, utilizando-se o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De maneira geral, o que ocorre em citros armazenados, principalmente em laranjas, é o declínio do conteúdo de ácidos e aumento na concentração de sólidos solúveis totais. O declínio nos ácidos orgânicos está ligado ao uso destes para produção energética e fermentação alcoólica, além da sua translocação para a casca da fruta, que pode servir como substrato para a "síntese de novo" dos açúcares, contribuindo para o aumento dos sólidos solúveis, como comprovaram ECHEVERRIA & VALICH (1989).

No presente experimento, tal fato não ficou evidenciado entre os diferentes tratamentos utilizados, diferindo dos resultados apresentados por VANDERCOOK et al (1966) e EAKS & MASIAS (1965), sendo possível afirmar, para estas condições, que o 2,4-D não provocou diferenças significativas para sólidos solúveis totais (SST) e acidez total, (Tabela 1) o mesmo acontecendo com relação ao pH (Tabela 1) e para a relação sólidos solúveis/acidez total (dados não apresentados). Este resultado é compatível com o apresentado por EAKS (1961) que observou que a variação nos dois principais compostos de reserva (açúcares e ácidos orgânicos), parece ser em parte, específico das espécies, sendo que o mesmo não encontrou diferenças significativas entre limões estocados em baixas temperaturas.

Observa-se pela Tabela 2, que a testemunha apresentou, estatisticamente, maior perda de peso que as demais, e que os menores valores foram encontrados nas concentrações intermediárias, confirmando o relato de EL-NABAWI et al, (1982). No entanto, analisando mais detalhadamente estes dados, observa-se que as diferenças encontradas não são significativas do ponto de vista prático, já que os valores apresentam-se próximos. Tal fato pode ser bem visualizado pelas curvas apresentadas nos diversos tratamentos ao longo das avaliações (Figura 1), as quais se aproximam bastante, denotando a pouca diferença que o 2,4-D imprimiu aos limões armazenados. Isto deve-se, provavelmente, ao fato de que a perda de peso dos frutos ocorre principalmente, pela perda de umidade verificada ao longo das trocas gasosas que se processam entre o meio e a casca dos frutos. O 2,4-D não se mostrou eficiente como barreira às trocas efetuadas, como por exemplo têm-se verificado com o uso de plásticos (BELOTO, 1989) ou de ceras (CASTRO, 1987).

TABELA 1 - CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE FRUTOS DE LIMÃO THAITI, TRATADOS COM DIFERENTES DOSES DE SOLUÇÃO COMERCIAL DE 2,4-D, SOB FRIGOCONSERVAÇÃO A 8°C, DURANTE 52 DIAS, NA EEA-UFRGS (OS VALORES EXPRESSAM A MÉDIA DE 25 DADOS)

TRATAMENTOS	SST	ACIDEZ TOTAL ¹	pH
Testemunha	7,89 a ²	9,46 a	2,36 a
8.000 ppm 2,4 - D	7,96 a	9,48 a	2,34 a
10.000 ppm 2,4 - D	7,86 a	9,58 a	2,34 a
12.000 ppm 2,4 - D	7,91 a	9,41 a	2,38 a

1 - Acidez total expressa em mL gastos de NaOH 1N.

2 - Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

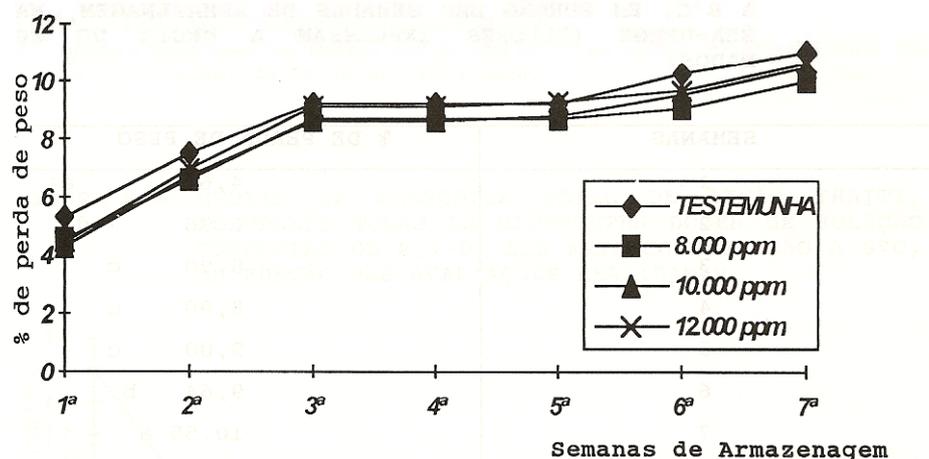
Em relação a média de todos os tratamentos em função do tempo (Tabela 3), têm-se que até a 2ª semana houve grande perda de peso dos frutos (em torno de 7%). Na 3ª semana obteve-se valores próximos a 9%, que assim permaneceram até a 5ª semana, quando novamente perderam umidade de forma mais significativa. Este fato sugere que a 5ª semana seria o ponto máximo de estocagem do limão Tahiti, em relação a perda de peso, que para fins comerciais aceitáveis situa-se em torno dos 10%.

TABELA 2 - PORCENTAGEM DE PERDA DE PESO DE FRUTOS DE LIMÃO THAITI, TRATADOS COM DIFERENTES DOSES DE SOLUÇÃO COMERCIAL DE 2,4-D, SOB FRIGOCONSERVAÇÃO A 8°C, DURANTE 52 DIAS, NA EEA-UFRGS (OS VALORES EXPRESSAM A MÉDIA DE 35 DADOS)

TRATAMENTOS	% DE PERDA DE PESO
Testemunha	8,83 a ¹
8.000 ppm 2,4-D	8,04 c
10.000 ppm 2,4-D	8,16 c
12.000 ppm 2,4-D	8,47 b

1 - Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

FIGURA 1 - MÉDIAS DAS PORCENTAGENS DE PERDA DE PESO DE LIMÃO THAITI, TRATADOS COM DIFERENTES DOSES DE SOLUÇÃO COMERCIAL DE 2,4-D, SOB FRIGOCONSERVAÇÃO A 8°C, AO LONGO DAS SEMANAS DE ARMAZENAGEM



Na média das avaliações, a clorofila total apresentou o maior valor na maior concentração de 2,4-D, ficando em níveis intermediários as concentrações de 10.000 ppm e 12.000 ppm e em valores bem abaixo a testemunha (Tabela 4), demonstrando a efetiva performance do 2,4-D na preservação dos níveis de clorofila.

Em função dos dias de armazenamento, percebe-se grande decréscimo da clorofila total (Figura 2) na média dos tratamentos, desde o momento da colocação na câmara até a 1ª semana (2ª avaliação - cerca de 50% do total do conteúdo de clorofila). Este decréscimo, apesar de se manter ao longo do período de armazenamento, foi bem mais reduzido nas semanas subsequentes, até atingir outro pico de degradação na 7ª avaliação. Em função deste parâmetro, novamente, a 5ª semana seria o ponto máximo de armazenamento, sendo a partir daí a cor dos limões bastante prejudicada. Pode-se supor que, este período de tempo aumentaria utilizando-se atmosfera controlada juntamente com 2,4-D, a exemplo do que foi feito por WILD et al (1983).

A relação clorofila a/b (Tabela 4) mostra que a degradação do conteúdo de clorofila b na testemunha parece ter sido incrementada. O uso de 2,4-D elevou os valores de clorofila total, ocorrendo menor degradação, tanto da clorofila a, como da clorofila b.

TABELA 3 - PORCENTAGEM DE PERDA DE PESO DE FRUTOS DE LIMÃO THAITI, AGRUPANDO TODAS AS DIFERENTES DOSES DE SOLUÇÃO COMERCIAL DE 2,4-D, SOB FRIGOCONSERVAÇÃO A 8°C, EM FUNÇÃO DAS SEMANAS DE ARMAZENAGEM, NA EEA-UFRGS (VALORES EXPRESSAM A MÉDIA DE 20 DADOS)

SEMANAS	% DE PERDA DE PESO
1	4,64 e ¹
2	6,96 d
3	8,90 c
4	8,90 c
5	9,00 c
6	9,64 b
7	10,55 a

1 - Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Outro ponto a ser lembrado é o fato de que ao longo do armazenamento esta relação foi de maneira geral crescente, atingindo seu pico na 6ª semana (Figura 3), quando ocorreu inversão. A clorofila b passou a ser superior a clorofila a, já com teores bem reduzidos de clorofila total (dados não apresentados). O mesmo resultado foi encontrado por

JAHN & YOUNG (1976), confirmando que a clorofila *b* sofre inicialmente degradação mais intensa, elevando substancialmente a relação a/b, ao passo que ao final de algumas semanas, a clorofila *a* é que se degrada de maneira mais acentuada, permitindo a inversão da referida taxa.

TABELA 4 - CLOROFILA TOTAL E RELAÇÃO CLOROFILA A/B DE FRUTOS DE LIMÃO THAITI, TRATADOS COM DIFERENTES DOSES DE SOLUÇÃO COMERCIAL DE 2,4-D, SOB FRIGOCONSERVAÇÃO A 8°C, DURANTE 52 DIAS, NA EEA-UFRGS (OS VALORES EXPRESSAM A MÉDIA DE 40 DADOS)

TRATAMENTOS	CLOROFILA TOTAL ¹	RELAÇÃO a/b
Testemunha	5,42 c ²	3,23 a
8.000 ppm 2,4-D	7,03 b	2,59 b
10.000 ppm 2,4-D	6,74 b	2,72 b
12.000 ppm 2,4-D	7,86 a	2,53 b

1 - Clorofila Total expressa em mg/100 g.

2 - Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

FIGURA 2 - MÉDIAS DE CLOROFILA TOTAL DE LIMÃO THAITI, AGRUPANDO TODAS AS DIFERENTES DOSES DE SOLUÇÃO COMERCIAL DE 2,4-D, SOB FRIGOCONSERVAÇÃO A 8°C, EM FUNÇÃO DAS AVALIAÇÕES REALIZADAS.

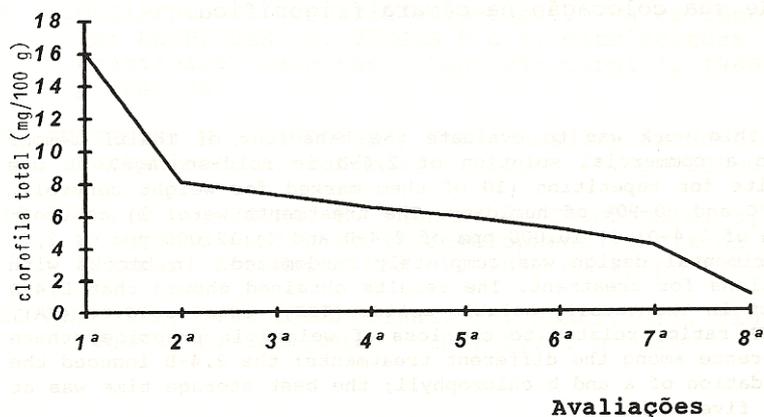
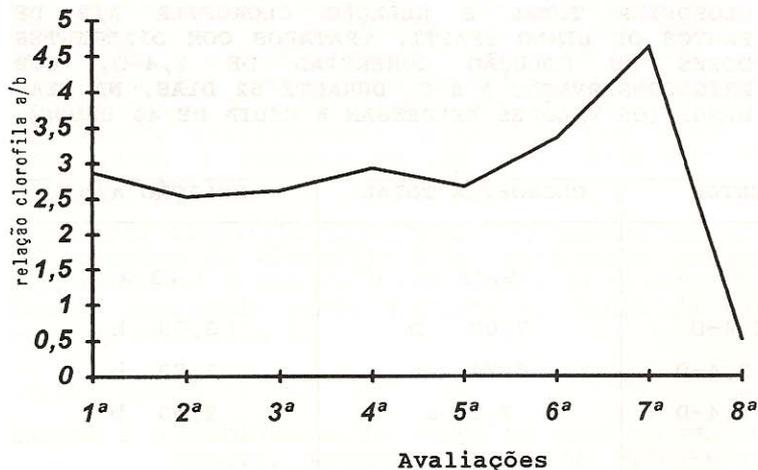


FIGURA 3 - MÉDIAS DE RELAÇÃO CLOROFILA A/B DE LIMÃO THAITI, AGRUPANDO TODAS AS DIFERENTES DOSES DE SOLUÇÃO COMERCIAL DE 2,4-D, SOB FRIGOCONSERVAÇÃO A 8°C, EM FUNÇÃO DAS AVALIAÇÕES REALIZADAS



4 CONCLUSÃO

O 2,4-D não influenciou nas características químicas dos limões Tahiti armazenados, e nem na retenção de umidade dos frutos.

O 2,4-D induziu menor degradação de clorofila, fazendo com que a cor verde dos frutos permanecesse em níveis mais elevados por maior espaço de tempo.

Em nível comercial, o tempo máximo de armazenagem dos limões Tahiti, nas condições apresentadas, foi de 5 semanas a partir de sua colocação na câmara frigorífica.

Abstract

The aim of this work was to evaluate the behaviour of Tahiti lemons treated with a commercial solution of 2,4-D in cold-storage. It was used 40 fruits for repetition (10 of them marked for weight control), stored at 8°C and 80-90% of humidity. The treatments were: 1) control; 2) 8.000 ppm of 2,4-D; 3) 10.000 ppm of 2,4-D and 4) 12.000 ppm of 2,4-D. The experimental design was completely randomized in blocks with five repetitions for treatment. The results obtained showed that 2,4-D had no effect in the totally soluble solids (TSS), total acidity (TA), pH and TSS/TA ratio; related to the loss of weight in practice, there was no difference among the different treatments; the 2,4-D induced the lowest degradation of a and b chlorophyll; the best storage time was at the maximum, five weeks.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 BELOTO, F. A. Efeito de sistemas de embalagem e tratamentos contra moléstias na frigoconservação de tangerinas "Montenegrina" (*Citrus deliciosa* Tenore). Porto Alegre, 1989. 119 p. Dissertação Mestrado, Faculdade de Agronomia da UFRGS.
- 2 CARVALHO, V. D., NOGUEIRA, D.J.P. Qualidade, maturação e colheita dos citros. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 5, n. 52, p. 61-7, 1979.
- 3 CASTRO, J. V. de. Efeito de tratamentos pós-colheita e das condições de armazenamento na qualidade do limão Tahiti (*Citrus Latifolia* Tanaka). Campinas, 1987. 227 p. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia Agrícola da UNICAMP.
- 4 EAKS, I. L. Effect of temperature and holding period on some physical and chemical characteristics of lemon fruits. **J. Food Science**, Chicago, V. 26, n. 6, p. 593-99, 1961.
- 5 EAKS, I. L., MASIAS, E. Chemical and physiological changes in lime fruits during and after storage. **J. Food Science**, Chicago, V. 30, n. 3, p. 509-15, 1965.
- 6 ECHEVERRIA, E., VALICH, J. Enzymes of sugar and acid metabolism in stores "Valência" oranges. **J.Amer. Soc. Hort. Sci.**, Alexandria, v.114, n. 3, p. 445-49, 1989.
- 7 EL-NABAWI, S.M., EL-HAMMADY, A.M, EL-HAMMADY, M.M, MAREI, N.S. NAEIM, W.H. Effect of post-harvest application of 2,4-D, 2,4,5-T, GA, CCC and Alar on the keeping quality of "Valencia" oranges. **Proceedings of the International Soc. of Citricultura**, v.2, n. 705, p. 9, 1982.
- 8 FIGUEIREDO, J. O. Variedades-copa de valor comercial. In: RODRIGUES, O. VIEGAS F.C.P. **Citricultura Brasileira**. Campinas : Fundação Cargill, 1980. p. 243-78.
- 9 GRIERSON, W., WANDOWSKI, W.F. Humidity in Horticultura. **Hortscience**, Alexandria, v. 10, n. 4, p. 356-60, 1975.
- 10 JAHN, O.L., YOUNG, R. Changes in Chlorophyll a,b and the a/b ratio during color development in citrus fruit. **J.Amer. Soc.Hort. Sci**, v. 101, n. 4, p. 416-18, 1976.
- 11 METIVIER, J.R. Giberelinas. In: FERRI, G.F. **Fisiologia Vegetal 2**. São Paulo : EPU, 1979. p. 401

- 12 PANTASTICO, E.B, GRIERSON, W., SOULE, J. Peel injury and rind color of "Persian" limes as affected by harvesting and handling methods. **Proc. of the Florida State Horticultural Society**, v. 79, p. 338-43, 1966.
- 13 VALIO, I.F.M. Auxinas. In: FERRI, M.G. **Fisiologia Vegetal 2**, São Paulo, EPU, 1979. p.39-72.
- 14 VANDERCOOK, C.E., ROLLE, L.A. POSTMAYR, H.L., UTTERBERG, R.A. Lemon Juice composition. V. Effects of some fruit storage and processing variables on the characterization of lemon juice. **J.Food Science**, Chicago, v. 31, p. 58-52, 1966.
- 15 WILD, B.L. Commercial scale lemon storage trial. **Australian Horticultural Research Newsletter**, Hamilton, v.55, p.122-23, 1983.
- 16 WILD, B.L., SCOTT, K.S. Storage of limes. **Australian Horticultural research Newsletter**, Hamilton, v.55, p.123-24, 1983.