

AUTORES
AUTHORS

Kiára MENDONÇA

Aluna de Graduação em Engenharia Agrônômica da ESALQ/USP. Bolsista de Iniciação Científica da FAPESP

✉ **Angelo Pedro JACOMINO**

Engº Agrº, Prof. Dr., Dep. Produção Vegetal, ESALQ/USP
C.P. 9 13418-900 Piracicaba, SP. Bolsista do CNPq.
e-mail: jacomino@esalq.usp.br

Thiago Xerfan MELHEM

Aluno de Graduação em Engenharia Agrônômica da ESALQ/USP

Ricardo Alfredo KLUGE

Engº Agrº, Prof. Dr., Dep. Ciências Biológicas, ESALQ/USP
Bolsista do CNPq

RESUMO

O desverdecimento de frutas cítricas em pós-colheita é uma técnica pouco usada no Brasil. O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de concentrações de etileno e tempos de exposição, no desverdecimento da casca e na qualidade interna de Limões 'Siciliano'. As frutas foram tratadas com 0, 3, 6, e 12ppm de etileno, durante 2, 4 e 6 dias a 20°C e 85-95%UR. Quantidades predeterminadas de gás Azetil foram injetadas no interior das câmaras herméticas, contendo os limões. A renovação do ar do interior das câmaras e a reaplicação do etileno foram efetuadas a cada 24 horas. Os frutos foram analisados antes e após a aplicação dos tratamentos, quanto a coloração da casca e características de qualidade. Concentrações de etileno de 3 a 12ppm foram eficientes para promover a mudança da cor da casca de verde para amarela, porém, 12ppm proporcionou cor amarela mais intensa (mais vívida). Quanto maior o tempo de tratamento mais amarelos se tornaram os limões e melhor a qualidade da cor ao final do tratamento. Portanto, o tratamento durante 6 dias é o mais indicado quando se deseja comercialização imediata dos limões. As características de qualidade (teores de acidez e sólidos solúveis), a perda de massa e o rendimento em suco não foram afetadas pelos tratamentos. Não foram encontrados frutos com podridão ao final dos tratamentos.

SUMMARY

Post harvest de-greening of citric fruits is little used in Brazil. The objective of this work was to evaluate the effects of ethylene concentrations and exposure times, on the de-greening of the peel and on the quality of 'Siciliano' lemons. The fruits were treated with 0, 3, 6 and 12ppm of ethylene, for 2, 4 and 6 days at 20°C and 85-95%UR. Pre-determined amounts of Azetil gas were injected inside the hermetic chambers containing the lemons. The air of the chambers was changed every 24 hours followed by renewed application of the ethylene. The fruits were analyzed before and after the treatments, as to the color of the peel and quality characteristics. 3 to 12ppm of ethylene were efficient in promoting the change in color of the peel from green to yellow. However, 12ppm provided a more intense yellow color (more vivid). The longer the exposure time the more yellow the lemons and the better the quality of the color. Therefore, the 6-day treatment is the most recommended for the immediate commercialization of the lemons. The quality characteristics (acidity and soluble solids content), mass loss and the juice yield were not affected by the treatments. No decayed fruits were found at the end of the treatments.

PALAVRAS-CHAVE
KEY WORDS

Citrus limon; Pós-colheita; Cor da casca; Qualidade.
Citrus lemon; Post-harvest; Peel color; Quality.

1. INTRODUÇÃO

A produção mundial de limão verdadeiro (*Citrus limon* B.) é estimada em 4,2 milhões de toneladas, sendo Argentina, Espanha, EUA e Itália os principais países produtores. A Espanha, a Argentina e a Turquia são os principais exportadores (FNP, 2002). No Brasil, a produção de limão verdadeiro é de aproximadamente 70 mil toneladas anuais (FNP 2002), sendo 'Siciliano' a variedade mais importante. Praticamente toda a produção brasileira é destinada à industrialização, porém, a comercialização *in natura* vem despertando o interesse de muitos produtores.

Entretanto, no Brasil, a citricultura concentra-se em áreas de clima tropical. Nestas regiões, as frutas alcançam a plena maturação interna, mas a casca permanece total ou parcialmente verde, tornando-se inaceitáveis para a comercialização *in natura* em mercados consumidores exigentes quanto à coloração (SINCLAIR, 1984; RODRIGUEZ, 1987; CASAS; MALLENT, 1988; ORTOLANI *et al.*, 1991).

Nos países tradicionalmente produtores desta fruta para consumo *in natura* e exportação, o desverdecimento é aplicado para melhorar a qualidade externa, proporcionando o desenvolvimento da coloração típica da variedade. Na Espanha, Estados Unidos, Israel e outros países, esta técnica é bastante utilizada em épocas e/ou regiões onde ocorrem temperaturas altas durante a maturação da fruta (JIMENEZ-CUESTA *et al.*, 1983; KADER; ARPAIA, 1992).

A técnica do desverdecimento dos citros é uma operação de pós-colheita na qual o desaparecimento da clorofila da casca é acelerado pela ação do etileno e são proporcionadas condições para a manifestação dos pigmentos carotenóides, cuja síntese também é aumentada (JIMENEZ-CUESTA *et al.*, 1983).

O efeito do etileno em citros ocorre sobre coloração da epiderme, que passa de verde para amarela ou laranja, como resposta à aplicação do hormônio. O etileno promove aumento na atividade das enzimas clorofilase e oxidases (SHIMOKAWA *et al.*, 1978; YAMAUCHI *et al.*, 1997), responsáveis pela degradação da clorofila e desaparecimento da cor verde, e estimula a carotenogênese, o que promove o aparecimento das cores amarela ou laranja (STEWART; WHEATON, 1972).

Existem vários métodos possíveis de se empregar, tais como, imersão em solução de etephon e exposição das frutas ao etileno, em câmaras herméticas. O etephon (ácido 2-cloroetilfosfônico) é um composto que ao penetrar nos tecidos vegetais se decompõe, liberando etileno. Sua aplicação é prática, porém, o custo do produto, normalmente é elevado (MAZZUZ, 1996). O desverdecimento em câmaras tem sido o método mais recomendado. A eficiência deste método é dependente da espécie, variedade, região produtora, concentração de etileno na câmara, temperatura e tempo de tratamento (JIMENEZ-CUESTA *et al.*, 1983; KNEE *et al.*, 1988; MAZZUZ, 1996). Quanto à concentração de etileno, a faixa entre 1 e 10ppm é a mais recomendada nas diferentes variedades cítricas (MAZZUZ, 1996). Concentrações acima de 10ppm não são indicadas por JIMENEZ-CUESTA *et al.* (1983), pois não aumentam a eficiência do processo e podem ser

prejudiciais às frutas. O tempo de exposição ao etileno varia com a variedade, sendo que o mínimo necessário é de 24 horas e o limite superior não deve exceder 120 horas (MAZZUZ, 1996). A temperatura durante o tratamento deve estar entre 18 e 25°C, o que favorece a degradação da clorofila e a síntese de carotenóides (MAZZUZ, 1996). Segundo JIMENEZ-CUESTA *et al.* (1983), temperaturas acima de 28°C, não são indicadas, pois podem provocar manchas e sabores estranhos nas frutas. Além disso, a umidade relativa do ar deve ficar entre 85 e 95%.

Sendo assim, este trabalho objetiva avaliar os efeitos de concentrações de etileno e tempos de exposição, no desverdecimento da casca e na qualidade interna de limões 'Siciliano'.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Limões 'Siciliano' foram colhidos em pomar comercial no município de Mogi-Mirim-SP, em maio de 2001. No mesmo dia da colheita, os frutos foram levados ao Laboratório de Pós-colheita do Departamento de Produção Vegetal da ESALO-USP, em Piracicaba-SP. Utilizaram-se frutos sem defeitos, com massa de 150 ± 20g e no estágio de maturação que corresponde à quebra da cor verde-escura (*color break*). Os frutos foram lavados com esponja macia e detergente neutro, imersos em solução fungicida de Thiabendazole 8g.L⁻¹ (Tecto 600-SC) e submetidos à aplicação manual de cera à base de polietileno (Citrossol A), na proporção de 1litro de cera por tonelada de fruta.

Os tratamentos consistiram de quatro concentrações de etileno (0, 3, 6, e 12ppm) e três tempos de exposição (2, 4 e 6 dias). A fonte de etileno utilizada foi o gás Azetil (5% etileno e 95% nitrogênio). Para aplicação dos tratamentos utilizaram-se caixas herméticas com capacidade para 200 litros, dotadas de ventiladores em seu interior para garantir a circulação de ar. Quantidades predeterminadas de gás Azetil foram injetadas no interior das caixas, contendo os limões, com auxílio de seringas. A concentração de CO₂ foi monitorada no interior das câmaras, utilizando-se analisador de gases marca Dansensor, modelo Check Mate. A renovação do ar do interior das câmaras e a reaplicação do etileno foram efetuadas a cada 24 horas. Todos os procedimentos foram efetuados no interior de uma câmara de refrigeração, de modo que a temperatura do ambiente e da polpa dos frutos fosse mantida a 20 ± 1°C.

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, em esquema fatorial 4 x 3 (quatro concentrações de etileno e três tempos de exposição), com quatro repetições de seis frutos, para cada tratamento.

Os frutos foram analisados antes e após a aplicação dos tratamentos, quanto a: a) cor da casca: foram tomadas duas leituras e lados opostos, na região equatorial, de cada fruto, utilizando-se colorímetro Minolta CR-300. Os resultados foram expressos em ângulo de cor e cromaticidade da cor; b) perda de massa: determinada pela diferença entre a massa inicial e a massa final dos frutos e os resultados foram expressos em porcentagem; c) teor de sólidos solúveis totais:

determinado em refratômetro digital marca ATAGO, e os resultados expressos em °Brix; d) acidez total titulável: determinada por titulação potenciométrica, com NaOH (0,5 N) até pH 8,10, segundo metodologia indicada pelo INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA INDUSTRIAL (1987). Os resultados foram expressos em percentagem de ácido cítrico; e) percentagem de suco: cada repetição foi pesada e extraído o suco das frutas. A porcentagem de suco foi calculada através da fórmula: % de suco = (MS/MF) x 100, onde MS = massa do suco (g) e MF = massa do fruto (g); f) podridões: ao final dos tratamentos os frutos foram observados quanto à presença de podridões.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e no caso de significância as médias foram comparadas pelo teste Tukey (5%).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O ângulo de cor (h°) é uma medida que vem sendo muito utilizada para expressar a variação da coloração em produtos vegetais (McGUIRE, 1992). O h° assume valor zero para a cor vermelha, 90° para amarela, 180° para verde e 270° para azul. No trabalho em questão, todos os valores de h° situam-se no terceiro quadrante (entre 180 e 90°), uma vez que a cor da casca dos limões evolui de verde para amarela. O valor do h° nos frutos recém-colhidos foi $110,21^\circ$ (verde-claro) e naqueles submetidos ao máximo tempo de exposição e máxima concentração de etileno chegou a $93,55^\circ$ (amarelo).

TABELA 1. Cor da casca de limão 'Siciliano' imediatamente após tratamentos de desverdecimento a 20°C .

| Concentração de Etileno | Tempo de Exposição | | | Média |
|-------------------------|-----------------------------|-----------|----------|----------|
| | 2 dias | 4 dias | 6 dias | |
| | ângulo de cor (h°) | | | |
| 0 ppm | 108,72 aA | 106,01 aB | 104,8 aB | 106,51 a |
| 3 ppm | 103,26 bA | 98,85 bB | 95,57 bC | 99,23 b |
| 6 ppm | 103,45 bA | 97,57 bB | 95,74 bB | 98,92 b |
| 12 ppm | 102,63 bA | 96,81 bB | 93,55 bC | 97,67 b |
| Média | 104,52 A | 99,81 B | 97,41 C | --- |

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%); Coeficiente de Variação = 1,50%; Cor da casca antes dos tratamentos: $h^\circ = 110,21$

Verifica-se, na Tabela 1, que a cor da casca foi influenciada, tanto pela concentração de etileno, quanto pelo tempo de exposição. Os frutos submetidos à aplicação de etileno tornaram-se significativamente mais amarelos que aqueles não expostos a este hormônio, independentemente da sua concentração (3, 6 ou 12ppm). Isto ocorreu em todos os tempos de exposição (2, 4 e 6 dias). Verifica-se, também, que nos frutos que não receberam etileno, a mudança da cor da casca (de 2 para 6 dias) foi menos significativa do que naqueles que estavam sob a ação do etileno. Isto evidencia a importância deste hormônio no processo de desverdecimento do limão 'Siciliano'.

A cromaticidade ou croma (C), expressa a intensidade da cor, ou seja, a saturação em termos de pigmentos desta cor. Valores de croma próximos de zero representam cores neutras (cinzas) e valores próximos a 60, expressam cores vividas. No presente trabalho o valor do croma dos limões variou de 33,61 (frutos recém-colhidos) a 55,02 (frutos expostos à máxima concentração de etileno durante 6 dias) (Tabela 2).

TABELA 2. Cor da casca de limão 'Siciliano' imediatamente após tratamentos de desverdecimento a 20°C .

| Concentração de Etileno | Tempo de Exposição | | | Média |
|-------------------------|--------------------|-----------|-----------|----------|
| | 2 dias | 4 dias | 6 dias | |
| | Chroma (C) | | | |
| 0 ppm | 46,3 aB | 46,45 abB | 50,38 cA | 47,71 b |
| 3 ppm | 47,92 aB | 47,57 aB | 52,34 bcA | 49,28 a |
| 6 ppm | 46,72 aB | 46,12 abB | 53,66 abA | 48,83 ab |
| 12 ppm | 46,22 aB | 44,77 bB | 55,02 aA | 48,67 ab |
| Média | 46,64 B | 46,38 B | 52,85 A | |

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%); Coeficiente de Variação = 2,47%; Cor da casca antes dos tratamentos: C = 33,61

Observa-se, também, nesta tabela, que as concentrações de etileno pouco influenciaram a cromaticidade da cor amarela quando os limões ficaram expostos à ação do etileno durante 2 ou 4 dias. Somente ao final de 6 dias de tratamento os limões tratados com 12ppm de etileno apresentaram coloração mais vívida que aqueles não tratados. Por outro lado, o tempo de tratamento exerceu efeito significativo na intensidade da cor amarela, sendo que os limões tratados por 6 dias apresentaram-se mais amarelos que os demais.

Em frutas não-climáticas, como as cítricas, a aplicação exógena de etileno não antecipa o amadurecimento, mas promove incremento na taxa respiratória das mesmas (ABELES et al., 1992; GOLDSCHMIDT, 1997). O efeito estético mais marcante ocorre sobre coloração da epiderme, que passa de verde para amarela ou laranja, como resposta à aplicação do hormônio. Tem sido aceito que o etileno promove aumento na atividade das enzimas clorofilase e oxidases (SHIMOKAWA et al., 1978; YAMAUCHI et al., 1997), responsável pela degradação da clorofila e desaparecimento da cor verde, e estimula a carotenogênese, o que promove o aparecimento das cores amarela ou laranja (STEWART; WHEATON, 1972). Alguns autores argumentam que a aplicação do etileno também conduz à decomposição das giberelinas, responsáveis pela manutenção da coloração verde da fruta (GOLDSCHMIDT; GALILI, 1974; SCHECHTER et al., 1989).

Os tratamentos não interferiram na acidez total dos limões. Os frutos recém-colhidos apresentaram 6,31% de ácido cítrico e após os tratamentos foram encontrados valores entre 6,34 e 6,73 % (Tabela 3). Do mesmo modo, não observou-se interferência nos teores de sólidos solúveis totais. Nos frutos recém-colhidos detectaram-se 6,92°Brix e após os tratamentos valores entre 6,84 e 7,18°Brix (Tabela 4). Também ARTÉS et al. (1999), verificaram que o desverdecimento não interferiu na qualidade de limões, pomelos e laranjas e justificam tal

comportamento pelo fato dos cítricos serem frutos não-climáticos. No caso de limões este comportamento é benéfico, pois os altos teores de acidez são desejáveis.

TABELA 3. Acidez total titulável de limão 'Siciliano' imediatamente após tratamentos de desverdecimento a 20°C.

| Concentração de Etileno | Tempo de Exposição | | | Média |
|-------------------------|---------------------------|--------|--------|--------|
| | 2 dias | 4 dias | 6 dias | |
| | Teor de ácido cítrico (%) | | | |
| 0 ppm | 6,46 | 6,58 | 6,53 | 6,53 a |
| 3 ppm | 6,41 | 6,39 | 6,61 | 6,47 a |
| 6 ppm | 6,62 | 6,34 | 6,39 | 6,48 a |
| 12 ppm | 6,63 | 6,53 | 6,73 | 6,63 a |
| Média | 6,53 A | 6,49 A | 6,57 A | |

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%); Coeficiente de Variação = 3,09%; Teor de ácido cítrico antes dos tratamentos = 6,31%

TABELA 4. Sólidos solúveis totais de limão 'Siciliano' imediatamente após tratamentos de desverdecimento a 20°C.

| Concentração de Etileno | Tempo de Exposição | | | Média |
|-------------------------|--------------------|--------|--------|--------|
| | 2 dias | 4 dias | 6 dias | |
| | ° Brix | | | |
| 0 ppm | 6,85 | 6,91 | 6,98 | 6,91 a |
| 3 ppm | 6,94 | 6,84 | 6,91 | 6,90 a |
| 6 ppm | 6,96 | 6,94 | 6,99 | 6,96 a |
| 12 ppm | 7,11 | 7,13 | 7,18 | 7,13 a |
| Média | 6,97 A | 6,93 A | 7,01 A | |

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%); Coeficiente de Variação = 3,49%; Teor de sólidos solúveis antes dos tratamentos = 6,92°Brix

A perda de massa aumentou com o tempo de tratamento atingindo valores ao redor de 1%, ao final de 6 dias de tratamento. Já, as concentrações de etileno não interferiram na perda de massa (Tabela 5). O teor de água em frutos varia de 85 a 90% e parte desta água é perdida através da transpiração, que é o principal processo envolvido na perda pós-colheita de matéria fresca. A transpiração ocorre em consequência do déficit de pressão de vapor (DPV), o qual representa a diferença entre a umidade dos tecidos do produto e a umidade do ar circundante (GRIERSON; WARDOWSKI, 1978; CHITARRA; CHITARRA, 1990). O DPV é dependente da temperatura e da umidade relativa do ar. Para umidade relativa do ar constante, a perda de matéria fresca é maior em temperaturas mais altas, enquanto para temperatura constante, a perda de matéria fresca é maior em umidade relativa mais baixa (HARDENBURG et al., 1986). Como a umidade relativa e a temperatura foram iguais para todos os tratamentos, o mais provável é que o aumento na perda de massa seja em função do maior tempo de tratamento.

Do mesmo modo, a pequena diminuição do rendimento em suco (Tabela 6), provavelmente, seja devido à perda de água, a qual ocorre em maior proporção da fração pertencente ao suco da fruta, seja pela casca ou pela região do pedúnculo.

TABELA 5. Perda de massa de limão 'Siciliano' imediatamente após tratamentos de desverdecimento a 20°C.

| Concentração de Etileno | Tempo de Exposição | | | Média |
|-------------------------|--------------------|----------|----------|--------|
| | 2 dias | 4 dias | 6 dias | |
| | Perda de massa (%) | | | |
| 0 ppm | 0,43 aB | 0,53 aB | 1,23 aA | 0,73 a |
| 3 ppm | 0,44 aB | 0,60 aAB | 0,95 abA | 0,66 a |
| 6 ppm | 0,37 aB | 0,50 aB | 1,07 abA | 0,65 a |
| 12 ppm | 0,28 aB | 0,55 aAB | 0,69 bA | 0,51 a |
| Média | 0,38 B | 0,55 B | 0,98 A | |

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%); Coeficiente de Variação = 35,80%.

TABELA 6. Rendimento em suco de limão 'Siciliano' imediatamente após tratamentos de desverdecimento a 20°C.

| Concentração de Etileno | Tempo de Exposição | | | Média |
|-------------------------|------------------------|----------|-----------|---------|
| | 2 dias | 4 dias | 6 dias | |
| | Rendimento em suco (%) | | | |
| 0 ppm | 52,62 aA | 44,19 aB | 47,70 aAB | 48,17 a |
| 3 ppm | 49,05 aA | 50,00 aA | 47,15 aA | 49,80 a |
| 6 ppm | 52,23 aA | 47,73 aA | 47,57 aA | 48,12 a |
| 12 ppm | 50,06 aA | 48,49 aA | 50,34 aA | 49,63 a |
| Média | 50,99 A | 47,60 B | 48,19 B | |

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%); Coeficiente de Variação = 6,58%; Rendimento em suco antes dos tratamentos = 49,61%

Da análise geral dos resultados observa-se que o desverdecimento de limões 'Siciliano' colhidos no estádio de quebra da cor verde, foi efetuado com sucesso em câmara regulada para 20°C e 85-95%UR. Concentrações de etileno de 3 a 12ppm foram eficientes para promover a mudança da cor da casca de verde para amarela, porém 12ppm proporcionaram cor amarela mais intensa (mais vívida). Quanto maior o tempo de tratamento, mais amarelos se tornaram os limões e melhor a qualidade da cor ao final do tratamento. Portanto, o tratamento durante 6 dias é o mais indicado, quando se deseja a comercialização imediata dos limões. As características de qualidade não foram afetadas pelos tratamentos de desverdecimento empregados. Não foram encontrados frutos com podridão ao final dos tratamentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARTÉZ, F.; MARÍN, J.C.; PORRAS, I.; MARTÍNEZ, J.A. Evolución de la calidad del limón, pomelo y naranja durante la desverdecimiento. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, Sonora, v.2, n.1, p.71-79, 1999.
- ABELES, F.B.; MORGAN, P.W.; SALTVEIT, M.E. **Ethylene in plant biology**. 2 ed. San Diego: Academic Press, Inc., 1992. 414p.
- CASAS, A.; MALLET, D. El color de los frutos cítricos. I. Generalidades. II. Factores que influyen en el color. Influencia de la especie, de la variedad y de la temperatura **Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos**, Valencia, v.28, n.2, p.185-202, 1988.

- CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. *Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio*. Lavras: ESAL/FAEPE, 1990. 320p.
- FNP CONSULTORIA, COMÉRCIO. **Agrianual 2002**: anuário estatístico da agricultura brasileira. São Paulo, 2002. 535p.
- GOLDSCHMIDT, E.E. Ripening of Citrus and other non-climateric fruits: effects of ethylene and other plant hormones. **In**: 8th INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON PLANT BIOREGULATORS IN FRUIT PRODUCTION, Valência, 1997. **Abstract**. Valência: I.S.H.S, 1997. p.s-14.
- GOLDSCHMIDT, E.E.; GALILI, D. The fate endogenous gibberellins and applied rediactive gibberellin A₃ during natural and ethylene-induced senescence in *Citrus* peel. **Plant and Cell Physiology**, Tokyo, v.15, n.3, p.485-491, 1974.
- GRIERSON, W.; WARDOWSKI, W. F. Relative humidity effects on the postharvest life in fruits and vegetables. **HortScience**, v.13, n.5, p. 22-26, 1978.
- HARDENBURG, R.E.; WATADA, A.E.; WANG, C.Y. **The commercial storage of fruits, vegetables, and florist, and nursery stocks**. Washington:USDA, 1986. 130p. (USDA. Agriculture Handbook, 66)
- INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA INDUSTRIAL. **Identidad y calidad de los alimentos frutihortícolas**. Mendonza: INTI, 1987. v.2, 209p.
- JIMENEZ-CUESTA, M.; CUQUERELLA CAYUELA, J.; MARTINEZ-JAVEGA, J.M. **Teoria y practica de la desverdizacion de los cítricos**. Madrid: INIA, 1983. 22p. (INIA. Hoja Técnica, 46)
- KADER; A.A.; ARPAIA, M.L. Postharvest handling system: subtropical fruits. **In**: KADER, A.A. (Ed.) **Postharvest technology of horticultural crops**. 2 ed. Oakland: University of California, 1992. p.233-240
- KNEE, M.; TSANTILI, E.; HATFIELD, G.S. Promotion and inhibition by ethylene of chlorophyll degradation in orange fruits. **Annals of Applied Biology**, Wellesbourne, v.113, n.1, p.129-135, 1988.
- MAZZUZ, C.F. **Calidad de frutos cítricos**: manual para su gestion desde la recoleccion hasta la expedicion. Barcelona: Ediciones de Horticultura, S.L., 1996. 317p.
- ORTOLANI, A.A.; PEDRO JUNIOR, M.J.; ALFONSI, R.R. Agroclimatologia e o cultivo dos citros. **In**: RODRIGUEZ, O.; VIÉGAS, F.; POMPEU JUNIOR, J.; AMARO, A.A. (Eds.) **Citricultura brasileira**. Campinas: Fundação Cargill, 1991. v.1, p.153-195.
- RODRIGUEZ, O. Ecofisiologia dos citros. **In**: CASTRO, P.R.C.; FERREIRA, S.O.; YAMADA, T. **Ecofisiologia da produção agrícola**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do fosfato, 1987. 249p.
- SCHECHTER, S.; GOLDSCHMIDT, E.E.; GALILI, D. Persistence of [¹⁴C] gibberellin A₃ and [³H] gibberellin A₁ in senescing, ethylene treated citrus and tomate fruit. **Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v.8, n. 3, p.243-253, 1989.
- SHIMOKAWA, K.; SHIMADA, S.; YAEAO, K. Ethylene-enhanced chlorophylate activity during degreening of *Citrus unshiu* Marc. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.8, n.2, p.129-135, 1978.
- SINCLAIR, W.B. **The biochemistry and physiology of the lemon and other citrus fruits**. Oakland: University of California, 1984. 946p.
- STEWART, I.; WHEATON, T.A. Carotenoids in citrus: their accumulation induced by ethylene. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Washington, v.20, n.2, p.448-449, 1972.
- YAMAUCHI, N.; AKIYAMA, Y.; KAKO, S.; HASHINAGA, F. Chlorophyll degradation in Wase satsuma mandarin (*Citrus unshiu* Marc.) fruit with on-tree maturation and ethylene treatment. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.71, n.1/2, p.35-42, 1997