

ARMAZENAMENTO REFRIGERADO DE LIMÕES 'SICILIANO' TRATADOS COM ETILENO¹

ANGELO PEDRO JACOMINO², KIÁRA MENDONÇA³, RICARDO ALFREDO KLUGE⁴

RESUMO - O objetivo deste experimento foi avaliar o efeito do tratamento com etileno na conservação refrigerada de limão 'Siciliano'. As frutas foram tratadas com 0; 3; 6 e 12 $\mu\text{L.L}^{-1}$ de etileno durante 2; 4 ou 6 dias a 20°C. Após os tratamentos, os frutos foram armazenados a 10°C e 90% UR durante 35 dias, e avaliados após 21; 28 e 35 dias. O desverdecimento das frutas ocorreu mais rapidamente à medida que a concentração de etileno e o tempo dos tratamentos foram aumentados. Entretanto, tratamento por 6 dias na concentração de 12 $\mu\text{L.L}^{-1}$ causou podridão nas frutas após 35 dias de armazenamento refrigerado. Não houve efeitos dos tratamentos sobre o teor de sólidos solúveis totais, acidez total titulável, perda de matéria fresca e porcentagem de suco. O tratamento mais recomendado é a aplicação de 6 $\mu\text{L.L}^{-1}$ de etileno durante 4 dias.

Termos para indexação: *Citrus lemon*, desverdecimento, coloração, pós-colheita.

COLD STORAGE OF 'SICILIANO' LEMON TREATED WITH ETHYLENE

ABSTRACT - The objective of this experiment was to evaluate the effect of ethylene treatments upon cold storage of 'Siciliano' lemons. Fruit were treated with 0, 3, 6 or 12 $\mu\text{L.L}^{-1}$ of ethylene during 2, 4 or 6 days at 20°C. After treatments, fruit were cold stored at 10°C and 90% RH during 35 days, and evaluated after 21, 28 and 35 days of storage. The degreening was more fasten so far as the ethylene concentration and duration of treatment were increased. However, treatment for 6 days and ethylene concentration of 12 $\mu\text{L.L}^{-1}$ caused decay in fruits after 35 days of cold storage. There was no effect of treatments in the soluble solids content, acidity total titratable, weight loss and juice percentage. Ethylene at 6 $\mu\text{L.L}^{-1}$ during 4 days is the recommendation to degreening of this cultivar.

Index terms: *Citrus lemon*, degreening, colour, post-harvest.

INTRODUÇÃO

A coloração externa é um atributo de qualidade de grande importância e constitui um dos fatores determinantes para a comercialização das frutas cítricas (Mazzuz, 1996). A mudança na coloração da casca das frutas cítricas em geral deve-se à degradação da clorofila e à síntese ou manifestação dos pigmentos do grupo dos carotenóides (Casas & Mallent, 1988a; Baldwin, 1993). Estas alterações são influenciadas por inúmeros fatores, tais como temperatura, espécie e variedade, nutrição, porta-enxerto, posição das frutas na planta, umidade relativa do ar, luminosidade e irrigação (Sinclair, 1984; Casas & Mallent 1988a e 1988b; Goldschmidt, 1988; Agustí & Almela, 1991; Ortolani et al., 1991; Mazzuz, 1996).

O desverdecimento é uma prática necessária para a exportação do limão 'Siciliano', tendo em vista que os consumidores europeus exigem que a fruta se apresente com a casca completamente amarela. Assim, a técnica do desverdecimento tem como objetivo melhorar a coloração externa da fruta, possibilitando o aparecimento da cor típica da variedade. É uma operação de pós-colheita na qual o desaparecimento da clorofila da casca é acelerada e são proporcionadas condições para a manifestação dos pigmentos carotenóides, cuja síntese também é aumentada (Jimenez-Cuesta et al., 1983).

Um dos efeitos mais marcantes da aplicação exógena do etileno em frutas não climatéricas é a elevação na taxa respiratória (Abeles et al., 1992). O efeito prático do etileno em citros ocorre sobre a coloração da epiderme, que passa mais rapidamente de verde para amarela ou laranja, como resposta à aplicação exógena do regulador vegetal. 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. Ao mesmo tempo, o etileno estimula a carotenogênese, o que promove o aparecimento da cor amarela ou laranja (Stewart & Wheaton, 1972) e conduz à decomposição das giberelinas responsáveis pela manutenção da coloração verde da fruta (Goldschmidt & Galili, 1974; Schechter et al., 1989).

A eficiência do desverdecimento realizado depende da espécie, variedade, concentração de etileno aplicada, temperatura e tempo de tratamento (Jimenez-Cuesta et al., 1983; Knee et al., 1988; Mazzuz, 1996). Mazzuz (1996) esclarece que o tempo de desverdecimento sofre influência da varie-

dade, sendo que o mínimo necessário para o tratamento não deve ser inferior a 24 horas, e o máximo não superior a 120 horas. Cita o autor que a temperatura durante o tratamento deve estar entre 18 e 25°C, o que favorece a degradação da clorofila e a síntese de carotenóides.

Quanto à concentração de etileno, valores entre 1 e 10 $\mu\text{L.L}^{-1}$ são os mais indicados para as diferentes variedades cítricas (Mazzuz, 1996). Concentrações acima de 10 $\mu\text{L.L}^{-1}$ não são indicadas por Jimenez-Cuesta et al. (1983), pois não aumentam a eficiência do processo e podem ser prejudiciais às frutas.

O armazenamento refrigerado das frutas após o desverdecimento retarda o desenvolvimento de patógenos causadores de podridões (Chitarra & Chitarra, 1990). Os estudos de conservação pós-colheita de frutas cítricas desverdecidas são importantes, pois podem determinar a durabilidade da fruta durante o transporte a longas distâncias, como no caso de exportação, e proporcionar o prolongamento do período de comercialização.

Pouco se conhece das condições ideais para a execução do desverdecimento do limão 'Siciliano' no Brasil, bem como da capacidade de conservação refrigerada desta fruta após o desverdecimento. A tecnologia, aqui empregada, é semelhante à utilizada em outros países, e os resultados são muitas vezes inconsistentes ou indesejáveis. O objetivo deste trabalho foi determinar os efeitos do desverdecimento na conservação refrigerada de limão 'Siciliano'.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados limões 'Siciliano', adquiridos em pomar comercial no município de Mogi Mirim-SP, cujas coordenadas geográficas são latitude 22 26' 04" S, longitude 46 57' 32" W, e altitude de 640 m. O clima da região é Cwa: tropical de altitude, com inverno seco e verão chuvoso. Após a colheita, as frutas foram imediatamente submetidas a rigorosa seleção, visando a obter um lote uniforme, composto de limões de tamanho médio (150 \pm 10g), sem defeitos, e apresentando estágio de maturação em que a casca se apresenta com quebra de coloração verde-escura, também chamada de "color break" (ângulo de cor $h^\circ=100,21\pm 2$). Em seguida, os frutos foram transportados em caixas de papelão, no mesmo dia da colheita, ao laboratório de pós-colheita do Departamento de Produção Vegetal da USP/ESALQ, em Piracicaba.

¹ (Tabela 131/2002). Recebido: 01/07/2002. Aceito para publicação: 06/03/2003.

² Engº Agrº, Dr., Dep. Produção Vegetal, ESALQ/USP C.P. 9 13418-900 Piracicaba-SP. Bolsista do CNPq. jacomino@esalq.usp.br, fone: (019)3429.4190.

³ Aluna de Graduação em Engenharia Agrônoma da ESALQ/USP. Bolsista de Iniciação Científica da FAPESP. kmendonca@usa.net, fone: (019)3429.4190.

⁴ Engº Agrº, Dr., Dep. Ciências Biológicas, ESALQ/USP. Bolsista do CNPq. E-mail: rakluge@esalq.usp.br, fone: (019)3429.4136.

Logo após a seleção, foi feita a sanitização das frutas, através de lavagem, utilizando esponja macia e detergente neutro (Essasol), e imersão em solução fúngica com thiabendazole na concentração de 8 g L^{-1} do produto comercial Tecto. As frutas foram colocadas em câmaras para os tratamentos com etileno, onde variaram as concentrações do regulador vegetal e o tempo de tratamentos. As concentrações de etileno utilizadas foram 0; 3; 6 e $12 \mu\text{L.L}^{-1}$, e os tempos de tratamento 2; 4 e 6 dias. O delineamento experimental foi o inteiramente ao acaso, em esquema fatorial 4×3 , sendo com 4 concentrações de etileno e 3 tempos de aplicação. Foram utilizadas 4 repetições de 6 frutas para cada tratamento.

Foram utilizadas câmaras herméticas com capacidade para 180 L, equipadas com mini-ventiladores em seu interior para promover uma circulação homogênea de etileno. As câmaras foram colocadas em ambiente com temperatura controlada e ajustada para 20°C . A fonte de etileno utilizada foi o gás Azetil (5% etileno e 95% nitrogênio). A aplicação foi feita com seringas graduadas, injetando-se o gás Azetil através de septos de silicone existentes nas câmaras, sendo utilizados os seguintes volumes do gás: 11; 22 e 44 mL para gerar as concentrações 3; 6 e $12 \mu\text{L.L}^{-1}$, respectivamente. Uma câmara sem aplicação do gás foi utilizada como controle. A renovação de ar foi feita em todas as câmaras, a cada 24 horas, seguida da reaplicação do etileno até finalizar cada tratamento. Após os tratamentos, as frutas foram armazenadas a 10°C e 90% UR, em câmara de refrigeração com capacidade para 16 m^3 , dotada de controle automático de temperatura e umidade, durante 21; 28 e 35 dias, sendo avaliadas após cada período.

As variáveis avaliadas foram:

a) Coloração da casca: foi utilizado um colorímetro Minolta modelo CR-300, determinando-se os valores de L, a^* e b^* , e calculados o ângulo de cor e o croma, conforme McGuire (1992). Foram realizadas duas leituras em lados opostos, na região equatorial de cada fruta.

b) Perda de massa: foi determinada pela diferença, em porcentagem, entre a massa inicial e a massa verificada imediatamente após os períodos de conservação.

c) Teor de sólidos solúveis totais: foi medido através de um refratômetro digital, sendo os resultados expressos em $^\circ\text{Brix}$.

d) Acidez total titulável: foi determinada por titulação potenciométrica, com NaOH (0,5N) até pH 8,10. Os resultados foram expressos em porcentagem de ácido cítrico.

e) Rendimento em suco: cada repetição foi pesada e extraído o suco das frutas. A porcentagem de suco foi calculada através da fórmula: porcentagem de suco = $(\text{MS}/\text{MF}) \times 100$, onde MS = massa do suco (g) e MF

= massa da fruta (g).

f) Podridões: foi anotado o número de frutas com podridões e calculada a porcentagem de frutas afetadas. Os patógenos incidentes foram identificados por análise morfológica de suas estruturas, em laboratório.

Os resultados foram submetidos à análise de variância (teste F) e a diferença mínima significativa foi determinada. Diferenças entre dois tratamentos maiores que a soma de dois desvios-padrões foram consideradas significativas ($P < 0.05$), de acordo com Steel et al. (1996). Os resultados expressos em porcentagem foram transformados segundo arco-seno $\sqrt{x/100}$, para análise estatística.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios iniciais de ângulo de cor e croma foram $110,21^\circ$ e $33,61$, respectivamente. Segundo McGuire (1992), valores de h° mais distantes de 90° representam frutas mais verdes, ao passo que, quanto mais próximos a 90° , mais amarelas são as frutas. Já o croma define a intensidade da cor, assumindo valores próximos a zero para cores neutras (cinza) e ao redor de 60 para cores vívidas. Assim, maiores valores de croma significaram maior intensidade da coloração amarela.

De maneira geral, a aplicação de etileno foi eficiente em promover um maior desverdecimento da casca das frutas, o que pode ser verificado pelos menores valores do ângulo de cor e maiores valores do croma das frutas armazenadas por 21 e 28 dias (Figura 1). Das concentrações avaliadas, observou-se que já a partir de $3 \mu\text{L.L}^{-1}$ houve uma redução nos valores de h° , sendo esta redução mais rápida à medida que a concentração de etileno foi aumentada. Quanto ao tempo de aplicação, 4 e 6 dias promoveram resultados melhores que 2, porém não diferiram entre si; portanto, é desnecessário aplicar o tratamento por 6 dias. Após 35 dias de armazenamento, as diferenças entre os tratamentos foram menores. De fato, foram observados valores de ângulo de cor muito próximos a 90° e, visualmente, as frutas estavam completamente amarelas. A diferença mais perceptível, neste tempo de armazenamento, pôde ser notada no croma, pois os frutos tratados com etileno apresentavam coloração mais intensa que os não tratados. O etileno é um hormônio vegetal cuja função nas frutas é alterar o comportamento de eventos associados à maturação. No caso de frutos climatéricos, como os citros, sua atuação restringe-se sobre a casca dos frutos, fazendo que a cor verde desapareça mais rapidamente, considerando que o etileno aumenta a atividade da clorofilase, que quebra a molécula de clorofila.

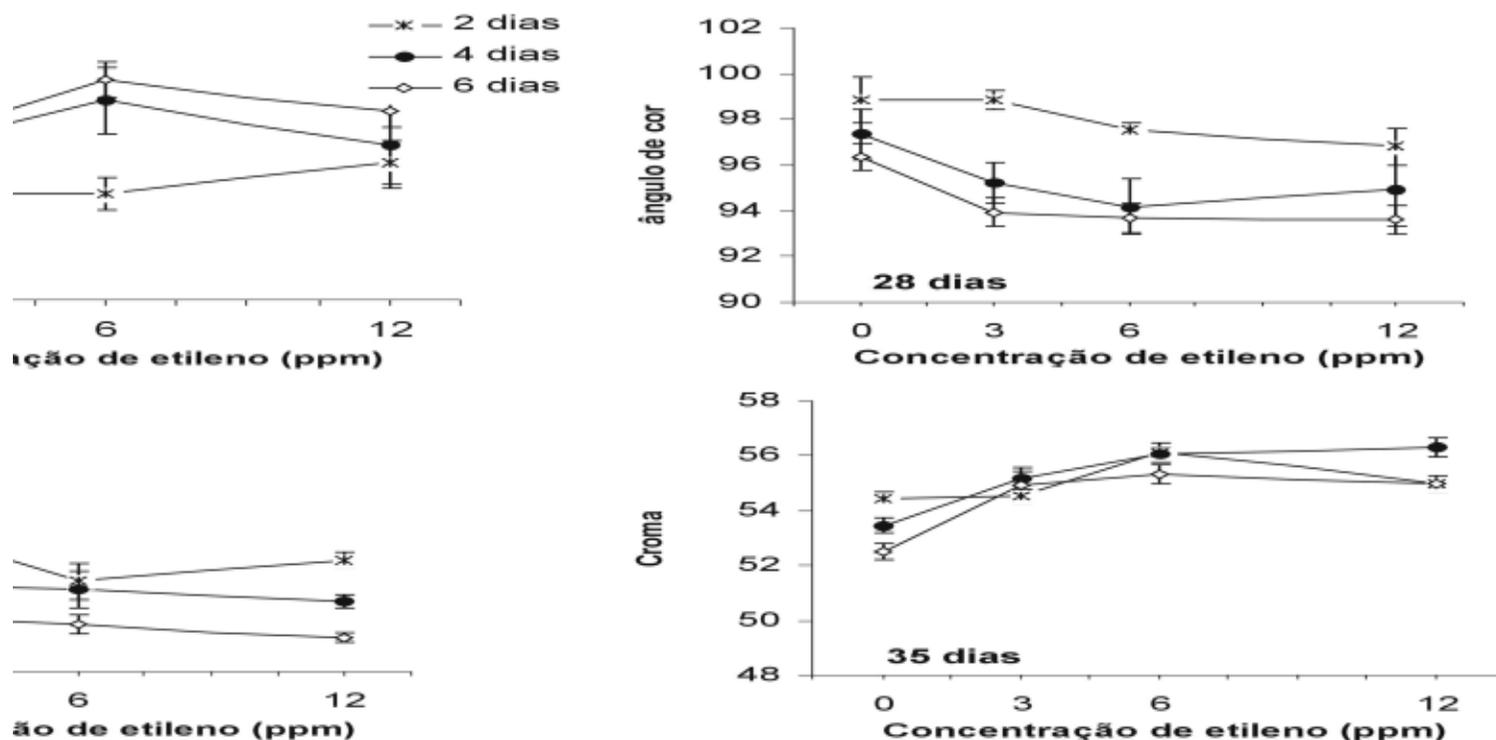


FIGURA 1- Cor da casca (ângulo de cor e croma) de limões 'Siciliano' submetidos a tratamentos de desverdecimento com etileno a 20°C e armazenados a 10°C durante 21; 28 e 35 dias. As barras verticais indicam o desvio-padrão da média.

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 1). O rendimento em suco desta variedade cítrica teve pouca variação durante o experimento, tendo oscilado de 47,70 a 52,50%, sem diferenças entre os tratamentos (Tabela 2).

TABELA 1- Perda de massa de limões ‘Siciliano’ submetidos a tratamentos de desverdecimento com etileno a 20°C e armazenados a 10°C durante 21; 28 e 35 dias¹.

Concentração de etileno (L.L ⁻¹)	Tempo de Exposição			Média
	2 dias	4 dias	6 dias	
----- Perda de massa (%) -----				
21 dias				
0	1,00	1,24	1,53	1,26
3	0,97	1,20	1,44	1,20
6	1,15	1,11	1,51	1,26
12	0,85	1,10	1,42	1,12
Média	0,99 C	1,16 B	1,48 A	
Teste F (etileno) NS; Teste F (tempo) **; Teste F (etileno x tempo) NS, CV=8,5%				
28 dias				
0	1,32	1,38	1,64	1,44
3	1,40	1,40	1,49	1,43
6	1,60	1,69	1,62	1,40
12	1,40	1,35	1,32	1,35
Média	1,43 B	1,46 B	1,57 A	
Teste F (etileno) NS; Teste F (tempo) **; Teste F (etileno x tempo) NS, CV=5,7%				
35 dias				
0	1,68	1,66	1,75	1,70
3	1,42	1,48	1,74	1,55
6	1,58	1,55	1,94	1,69
12	1,38	1,65	1,69	1,57
Média	1,51 B	1,58 B	1,78 A	
Teste F (etileno) NS; Teste F (tempo) **; Teste F (etileno x tempo) NS, CV=7,9%				

¹ Médias seguidas de letra minúscula distinta na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. NS, *, ** = não significativo e significativo a 1 ou 5%, respectivamente, pelo teste F.

TABELA 2- Rendimento em suco de limões ‘Siciliano’ submetidos a tratamentos de desverdecimento com etileno a 20°C e armazenados a 10°C durante 21; 28 e 35 dias.

Concentração de etileno (L.L ⁻¹)	Tempo de Exposição			Média
	2 dias	4 dias	6 dias	
----- % de suco -----				
21 dias				
0	47,27	45,03	45,90	46,06
3	49,55	47,37	45,55	47,49
6	48,71	49,87	51,77	50,11
12	48,49	52,46	50,91	50,62
Média	48,50	48,68	48,53	
Teste F (etileno) NS; Teste F (tempo) NS; Teste F (etileno x tempo) NS, CV=12,7%				
28 dias				
0	46,20	43,71	46,75	45,55
3	48,76	49,75	45,29	47,93
6	47,23	46,27	47,47	46,99
12	48,15	45,82	47,01	46,99
Média	47,58	46,39	46,63	
Teste F (etileno) NS; Teste F (tempo) NS; Teste F (etileno x tempo) NS, CV=9,5%				
35 dias				
0	48,59	47,27	46,75	47,54
3	46,99	46,36	45,29	46,21
6	50,86	48,62	47,47	48,98
12	51,09	49,09	47,01	49,06
Média	49,38	48,59	46,63	
Teste F (etileno) NS; Teste F (tempo) NS; Teste F (etileno x tempo) NS, CV=8,5%				

NS = não significativo pelo teste F.

Não houve diferenças significativas para as variáveis SST e ATT, sendo que o teor de SST variou de 6,91 a 7,30°Brix (Tabela 3) e o de ATT de 6,42 a 6,94% (Tabela 4). O fato de o limão ser uma fruta não climatérica, justifica estes resultados, considerando que este padrão respiratório implica poucas alterações na maioria das características físi-

TABELA 3- Teor de sólidos solúveis totais (°Brix) de limões ‘Siciliano’ submetidos a tratamentos de desverdecimento com etileno a 20°C e armazenados a 10°C durante 21; 28 e 35 dias.

Concentração de etileno (L.L ⁻¹)	Tempo de Exposição			Média
	2 dias	4 dias	6 dias	
----- SST (°Brix) -----				
21 dias				
0	7,20	7,12	6,95	7,09
3	6,95	7,04	7,00	7,00
6	7,20	7,12	6,99	7,10
12	7,30	7,22	7,20	7,24
Média	7,16	7,13	7,13	
Teste F (etileno) NS; Teste F (tempo) NS; Teste F (etileno x tempo) NS, CV=12,5%				
28 dias				
0	7,20	7,19	7,06	7,15
3	7,15	6,99	7,22	7,12
6	7,00	6,99	6,99	6,99
12	6,90	6,92	6,97	6,93
Média	7,06	7,02	7,06	
Teste F (etileno) NS; Teste F (tempo) NS; Teste F (etileno x tempo) NS, CV=6,0%				
35 dias				
0	7,30	7,20	7,20	7,23
3	7,10	7,10	7,01	7,07
6	7,10	7,10	7,06	7,09
12	7,00	7,24	7,17	7,14
Média	7,12	7,16	7,11	
Teste F (etileno) NS; Teste F (tempo) NS; Teste F (etileno x tempo) NS, CV=5,1%				

NS = não significativo pelo teste F.

TABELA 4- Acidez total titulável (% ácido cítrico) de limões ‘Siciliano’ submetidos a tratamentos de desverdecimento com etileno a 20°C e armazenados a 10°C durante 21; 28 e 35 dias.

Concentração de etileno (L.L ⁻¹)	Tempo de Exposição			Média
	2 dias	4 dias	6 dias	
----- ATT (%) -----				
21 dias				
0	6,55	6,61	6,61	6,61
3	6,56	6,62	6,65	6,63
6	6,64	6,48	6,45	6,47
12	6,65	6,58	6,58	6,58
Média	6,60	6,58	6,57	
Teste F (etileno) NS; Teste F (tempo) NS; Teste F (etileno x tempo) NS, CV=6,5%				
28 dias				
0	6,75	6,44	6,62	6,60
3	6,78	6,94	6,56	6,76
6	6,59	6,65	6,45	6,56
12	6,56	6,73	6,49	6,59
Média	6,67	6,69	6,53	
Teste F (etileno) NS; Teste F (tempo) NS; Teste F (etileno x tempo) NS, CV=4,5%				
35 dias				
0	6,69	6,72	6,64	6,68
3	6,69	6,64	6,47	6,60
6	6,78	6,68	6,34	6,68
12	6,43	6,67	6,55	6,55
Média	6,65	6,68	6,50	
Teste F (etileno) NS; Teste F (tempo) NS; Teste F (etileno x tempo) NS, CV=8,5%				

NS = não significativo pelo teste F.

co-químicas das frutas (Brady, 1987).

A elevação nas concentrações de etileno aplicadas, bem como o maior tempo de exposição das frutas ao regulador vegetal, refletiu-se em maior perda da coloração verde da casca, possivelmente em decorrência da aceleração do processo degradativo da clorofila e da síntese de carotenóides, conforme preconizado por vários autores (Stewart & Wheaton, 1972; Shimokawa et al., 1978; Yamauchi et al., 1997).

A vantagem das maiores concentrações de etileno e do maior tempo de exposição das frutas ao regulador vegetal é a rápida queda nos valores de h° , ou seja, um desverdecimento mais rápido que, associado com o aumento dos valores de croma, promovem uma sensível melhoria na qualidade do produto. Entretanto, altas concentrações de etileno, associadas ao tempo longo de exposição, podem predispor as frutas à incidência de podridão, considerando que, após 35 dias de armazenamento, 8% das frutas tratadas com etileno a $12\mu\text{L.L}^{-1}$, durante 6 dias, apresentaram podridão causada por *Penicillium digitatum*. Nos demais períodos e concentrações, não foram verificadas podridões. Além disso, este tratamento longo com etileno pode não ser viável economicamente, considerando a necessidade de rápida comercialização e movimentação da fruta no mercado, principalmente em caso de exportação. Assim, o período de 6 dias de tratamento com etileno não é recomendado.

Portanto, a aplicação de etileno na concentração de $6\mu\text{L.L}^{-1}$, durante 4 dias, mostrou ser o tratamento mais recomendável, por proporcionar ótima qualidade visual dos frutos, sem ocorrência de podridão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABELES, F.B.; MORGAN, P.W.; SALTVEIT, M.E. **Ethylene in plant biology**. 2.ed. San Diego: Academic Press, 1992. 414p.
- AGUSTÍ, M.; ALMELA, V. **Aplicación de fitorreguladores en citricultura**. Barcelona: AEDOS Editorial, 1991. 261p.
- BALDWIN, E.A. Citrus fruit. In: SEYMOUR, G.B.; TAYLOR, J.E.; TUCKER, G.A. **Biochemistry of fruit ripening**. London: Chapman & Hall, 1993. Chapter 8, p.255-271.
- BRADY, C.J. Fruit ripening. **Annual Review of Plant Physiology**, London, v.38, p.155-178, 1987.
- CASAS, A.; MALLENT, 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, 1988a.
- CASAS, A.; MALLENT, D. El color de los frutos cítricos. II. Factores que influyen en el color (continuación). Influencia de la fertilización, del portainjerto y otros. **Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos**, València, v.28, n.3, p.344-356, 1988b.
- CHITARRA, A.B.; CHITARRA, M.I.F. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/FAEPE, 1990. 320p.
- GOLDSCHMIDT, E.E. Regulatory aspects of chloro-chromoplast interconversions in senescing *Citrus* fruit peel. **Israel Journal of Botany**, Jerusalem, v.37, n.2-4, p.123-130, 1988.
- GOLDSCHMIDT, E.E.; GALILI, D. The fate endogenous gibberellins and applied rediaactive gibberellin A_3 during natural and ethylene-induced senescence in *Citrus* peel. **Plant and Cell Physiology**, Tokio, v.15, n.3, p.485-491, 1974.
- JIMENEZ-CUESTA, M.; CUQUERELLACAYUELA, J.; MARTINEZ-JAVEGA, J.M. **Teoria y practica de la desverdizacion de los cítricos**. Madrid: INIA, 1983. 22p. (Hoja Técnica, 46)
- KNEE, M.; TSANTILI, E.; HATFIELD, G.S. Promotion and inhibition by ethylene of chlorophyll degradation in orange fruits. **Annals of Applied Biology**, Cambridge, 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, 1996. 317p.
- McGUIRE, R.G. Reporting of objective color measurements. **HortScience**, Alexandria, v.27, p.1254-1255, 1992.
- 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.
- SCHECHTER, S.; GOLDSCHMIDT, E.E.; GALILI, D. Persistence of (^{14}C) gibberellin A_3 and (^3H) gibberellin A_1 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 chlorophyllase 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.
- STEEL, R.G.D.; TORRIE, J. H.; DICKEY, D.A.. **Principles and procedures of statistics: a Biometrical Approach**. New York: McGraw-Hill, 1996. 666p.
- 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.