

DANIEL NOGUEIRA MARTINS

**DESVERDESCIMENTO DA TANGERINA 'PONCÃ' (*Citrus reticulata*,
Blanco) SOB DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE ETILENO E
TEMPERATURAS**

Tese apresentada à
Universidade Federal de Viçosa,
como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Fitotecnia, para obtenção do
título de "Magister Scientiae".

**VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2003**

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

M386d Martins, Daniel Nogueira, 1976-
2003 Desverdescimento da tangerina `Poncã´ (*Citrus*
etileno *reticulata*, Blanco) sob diferentes concentrações de
e temperaturas / Daniel Nogueira Martins. – Viçosa :
UFV, 2003
57p. : il.

Orientador: Gerival Vieira
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de
Viçosa

1. Tangerina - Maturação - Efeito do etileno. 2. Tange-
rina - Maturação - Efeito da temperatura. 3. Tangerina
- Qualidade. I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 19.ed. 634.304
CDD 20.ed. 634.304

DANIEL NOGUEIRA MARTINS

**DESVERDESCIMENTO DA TANGERINA 'PONCÃ' (*Citrus reticulata*,
Blanco) SOB DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE ETILENO E
TEMPERATURAS**

Tese apresentada à
Universidade Federal de Viçosa,
como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Fitotecnia, para obtenção do título
de “Magister Scientiae”.

APROVADA: 10 de março de 2003.

Prof. Cláudio Horst Bruckner

Prof. Marco Aurélio Pedron e Silva

Prof. Fernando Luiz Finger
Conselheiro

Prof. Paulo Roberto Cecon
Conselheiro

Prof. Gerival Vieira
Orientador

**A DEUS, criador de
todas as coisas e motivo
maior da minha existência.**

**Aos meus pais
Genário e Vanda, dos quais
muito me orgulho pelo
exemplo de luta, dedicação,
simplicidade, humildade e
temor a Deus.**

AGRADECIMENTOS

A DEUS, por ter me dado forças quando mais me senti fraco, por dar-me ânimo quando me abati diante das dificuldades da tese e pelo consolo de poder senti-lo sempre presente nas desventuras e nas alegrias.

À minha família: meus pais Genário e Vanda, minhas irmãs Vanessa, Patrícia e Andréia e minhas tias Ana e Sônia, por se importarem muito comigo e pelo apoio, pela atenção, pelo incentivo e pelo carinho em todos os momentos; e minhas sobrinhas Laura, Bárbara, Nathália e Marcelinha, por existirem e tornarem minha vida mais alegre.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV), em especial ao Departamento de Fitotecnia, pela oportunidade de realização do Curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo auxílio financeiro.

Ao Professor Gerival Vieira, por me conceder a honra de ter sido o seu primeiro orientado, pela valiosa orientação e pelo aprendizado que tirei dela, pelos ensinamentos, pela paciência, pela disponibilidade e, principalmente, pela amizade.

Ao Professor Fernando Luiz Finger, pelos valiosos conselhos e sugestões, que muito contribuíram para o aprimoramento deste trabalho, e por disponibilizar o Laboratório de Pós-Colheita para a realização de parte do experimento.

Ao Professor Paulo Roberto Cecon, por me guiar, com muita paciência e bom humor, pelas complexas trilhas das muitas análises estatísticas.

Ao Professor Paulo César Corrêa, pelos conselhos e sugestões na área de colorimetria.

Aos Professores Marco Aurélio Pedron e Silva e Cláudio Horst Bruckner, por terem aceitado prontamente participar da banca de defesa desta tese, contribuindo significativamente com críticas e sugestões.

Ao produtor Sr. Euríbes, por ceder, com toda boa vontade, os frutos, sem os quais este trabalho não poderia ser executado.

À Virgínia, amiga e colega de jornada acadêmica, pelo companheirismo e pelo precioso auxílio em muitos experimentos.

Aos estagiários André, Douglas e Flávia, pela amizade e importante ajuda durante o período de experimentação.

Ao Professor Affonso Zuin e à Reuryson Figueiras, pelo auxílio, com tanta atenção, presteza e disponibilidade, na edição de fotos e gráficos.

Aos funcionários Geraldo, do Laboratório de Pós-Colheita, e José Sobreira, do Setor de Fruticultura, pelo suporte na montagem dos experimentos e nos trabalhos laboratoriais.

Aos meus amigos Pedro Paulo, Beto, Rodrigo, Alison, Liz e Radical, pelas pequenas, mas valorosas, contribuições durante o longo período de experimento.

Aos meus amigos e companheiros de laboratório Ludmila, Rosilene, Cíntia, Vanessa, Paulo, Josete e Vânia, pelas dicas e trocas de informação e, principalmente, pelos preciosos e divertidos momentos de convivência, que muito contribuíram para um ambiente agradável de trabalho no laboratório.

Às secretárias Mara, da Pós-Graduação, e Carla, da Fruticultura, pela ajuda nas questões burocráticas e na papelada administrativa.

Aos meus amigos da República “Toca dos Lobos” Marinaldo, Samuel, Áquila, Sandro, Galileu e Léo, pela ótima convivência e pelo companheirismo.

Aos meus companheiros e companheiras das horas de estudo; e aos amigos que conquistei no dia-a-dia da sala de aula enquanto estudante de Mestrado, pela agradável convivência.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a concretização deste trabalho.

BIOGRAFIA

DANIEL NOGUEIRA MARTINS, filho de Genário Martins e Vanda Nogueira Martins, nasceu em Ribeirão das Neves, MG, em 8 de dezembro de 1976.

Cursou o primeiro e segundo graus no Colégio Batista Mineiro, em Belo Horizonte, MG.

Em março de 1995, iniciou a graduação na Universidade Federal de Viçosa (UFV), obtendo o título de Engenheiro-Agrônomo em 20 de outubro de 2000.

Nesse mesmo mês e ano, ingressou no Curso de Pós-Graduação, em nível de Mestrado, em Fitotecnia da UFV, submetendo-se à defesa de tese em março de 2003.

ÍNDICE

	Página
RESUMO	viii
ABSTRACT	x
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Importância da citricultura	3
2.2. Tangerinas	3
2.3. Sazonalidade na produção das tangerinas	4
2.3.1. Retardamento da colheita	5
2.3.2. Antecipação da colheita	5
2.3.2.1. Etileno	6
2.3.2.1.1. Degradação da clorofila	6
2.3.2.1.2. Biossíntese de carotenóides	8
2.4. Importância da cor nos frutos cítricos	8
2.5. Desverdecimento	9
2.5.1. Fatores que aceleram o desverdecimento	11
3. MATERIAL E MÉTODOS	14
3.1. Aspectos gerais	14
3.2. Parâmetros de qualidade da casca	15
3.2.1. Análises dos pigmentos	15
3.2.2. Cor da casca	16
3.3. Parâmetros de qualidade interna	17

3.3.1. Extração do suco	17
3.3.2. Sólidos solúveis totais	18
3.3.3. Acidez total titulável	18
3.3.4. Relação SST/ATT	19
3.4. Perda de massa	19
3.5. Delineamento experimental	19
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
4.1. Análise dos pigmentos	20
4.2. Cor da casca	27
4.2.1. Problemas de manchas na casca	33
4.3. Parâmetros de qualidade interna dos frutos	38
4.4. Perda de massa	43
5. CONCLUSÕES	46
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47
APÊNDICE	55

RESUMO

MARTINS, Daniel Nogueira, M. S., Universidade Federal de Viçosa, março de 2003. **Desverdecimento da tangerina `Poncã` (*Citrus reticulata*, Blanco) sob diferentes concentrações de etileno e temperaturas.** Orientador: Gerival Vieira. Conselheiros: Fernando Luiz Finger, Paulo Roberto Cecon e Paulo César Corrêa.

O desverdecimento é uma prática que tem sido amplamente utilizada em diversos países, visando homogeneizar e melhorar a cor dos frutos cítricos destinados ao consumo ao natural. Consiste na exposição dos frutos ao etileno em câmaras que permitem o controle das condições ambientais. O etileno desencadeia uma série de reações enzimáticas que estimulam a troca de pigmentos, com degradação da clorofila e revelação e síntese de carotenóides. O objetivo deste trabalho foi estudar o desverdecimento da tangerina `Poncã` em diferentes temperaturas e doses de etileno. O experimento foi montado segundo o esquema de parcelas subdivididas, tendo na parcela um fatorial 3 x 4 (três temperaturas por quatro concentrações de etileno), sendo 15, 20 e 25 °C e 0, 5, 50 e 100 µL/L, respectivamente, e na subparcela os horários de avaliação às 48, 96 e 144 horas, no delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, sendo o horário inicial (0 hora) considerado como testemunha. Os frutos, com a cor da casca totalmente verde, foram colhidos em pomar comercial da região de Viçosa, MG, sendo, após a colheita, selecionados conforme a homogeneidade de cor e tamanho. Em seguida, foram colocados em baldes de polietileno de alta densidade fechados hermeticamente, fazendo-se, então, as aplicações de etileno por 96 horas; os

balde eram abertos para aeração de 12 em 12 horas. A coleta dos frutos, para análises dos pigmentos, da cor da casca, dos sólidos solúveis totais (SST), da acidez total titulável (ATT) e da perda de massa, foi realizada em intervalos de 48 horas. Calculou-se, também, a relação SST/ATT, sendo os dados submetidos às análises de variância e regressão e ao teste de Dunnett. As diferentes concentrações de etileno propiciaram queda mais acentuada de clorofilas *a* e *b* e, conseqüentemente, de clorofila total no intervalo entre 48 e 96 horas após o início dos tratamentos na temperatura de 25 °C. Já a quantidade de carotenóides apresentou apenas ligeiro decréscimo, não variando com a temperatura. A variação de cor seguiu a tendência observada nos pigmentos, de maneira que as maiores diferenças de cores foram verificadas à medida que aumentaram a temperatura e as concentrações de etileno. Nas concentrações de 50 e 100 µL/L, sob as temperaturas de 20 e 25 °C, houve o aparecimento de manchas na casca dos frutos. Já a perda de massa e os parâmetros de qualidade SST, ATT e relação SST/ATT não sofreram influência significativa das temperaturas de armazenamento ou das doses de etileno. Verificou-se que o desverdecimento constitui uma eficiente técnica para melhoria da qualidade visual da tangerina 'Poncã'. Nas condições do experimento, a concentração de 5 µL/L de etileno e a temperatura de 25 °C propiciaram os melhores resultados de desverdecimento.

ABSTRACT

MARTINS, Daniel Nogueira, M.S., Universidade Federal de Viçosa, March, 2003. **Degreening of tangerine ponkan (*Citrus reticulata* Blanco) submitted to different concentrations of ethylene and temperature.** Adviser: Gerival Vieira. Committee members: Fernando Luiz Finger, Paulo Roberto Cecon e Paulo César Corrêa.

Degreening is an important commercial practice used in several countries to improve and homogenize the skin color on citrus fruits if they are consumed as fresh product. The practice consists in expose the fruits to ethylene in chambers which allow the control of the environmental conditions. The ethylene triggers a series of enzymatic reactions related to changes in pigments composition, as degradation of chlorophyll and synthesis of carotenoids. The goal of this work was to evaluate the degreening processes in tangerine ponkan submitted to different temperatures and doses of ethylene. The experiment was arranged as factorial with subdivided parcels; in the parcel a factorial 3 x 4 was set (3 temperatures by 4 concentrations of ethylene), 15, 20 and 25 °C by 0,5, 50 and 100 µL/L, respectively; and the sub-parcel times of evaluation were 48, 96 and 144 hours set up in random design with four replicas, where time zero (0 hour) was considered the control. The fruits were harvested with complete green skin in a commercial orchard in Viçosa-MG, followed by selection for color and size. After, the fruits were placed in polyethylene buckets and closed, followed by addition of ethylene for 96 hours. The buckets were opened for aeration at every 12 hours and fruits were removed for pigment, skin color, total soluble solids (TSS), total titratable acidity

(TTA) and loss weight analysis at every 48 hours. The ratio TSS/TTA was estimated from the original analysis. The data were submitted to variance analysis, regression analysis and means separated by the Dunnet test. The different concentrations of ethylene induced sharp decrease in chlorophyll *a* and *b* contents, and consequently to total chlorophyll content in the intervals of 48 and 96 hours after the beginning of the treatments at 25 °C. However, for the content of carotenoids only a slight decrease was observed regardless the temperature of storage. The changes in color followed the trend observed for the pigments, in which the largest differences in color were observed as ethylene and temperature were increased. For the concentrations of 50 and 100 µL/L at 20 and 25 °C treatments spots appeared in the skin. Weight loss and the quality attributes as TSS, TAA and ratio TSS/TTA were not affected by the temperature or ethylene dosages. Based on data, the degreening was an efficient technique to improve the visual appearance of the tangerine ponkan. Under this experiment conditions, the concentration of 5 µL/L ethylene and temperature of 25 °C showed the best results.

1. INTRODUÇÃO

As frutas cítricas destinadas ao consumo ao natural, ao contrário daquelas destinadas à indústria para processamento, devem apresentar características qualitativas que atraiam os consumidores. A cor da casca dos frutos cítricos, por exemplo, é um atributo de qualidade de grande importância, levado em consideração pelos consumidores no momento de adquiri-los.

No caso das frutas cítricas, os consumidores associam a cor verde da casca com a imaturidade do fruto. Dessa forma, frutos sem coloração alaranjada ou de coloração desuniforme podem ter menor valor comercial.

A coloração dos frutos cítricos é dependente do teor de clorofila e dos vários pigmentos carotenóides presentes no flavedo (Nascimento e Medina, 1994). A mudança da cor verde para a amarela, laranja ou vermelha é decorrente do processo de degradação da clorofila e da manifestação e síntese de pigmentos carotenóides (Medina e Lima, 1993), fatores esses afetados pelas condições ambientais.

A cor da casca não consiste num índice confiável de maturidade para os frutos cítricos, já que, na maioria das vezes e, principalmente, no caso das variedades precoces, os frutos atingem qualidade interna favorável ao consumo antes de obterem uma pigmentação amarela ou alaranjada. Isso também ocorre nas regiões tropicais, onde as condições climáticas não são favoráveis à boa pigmentação da casca.

A uniformidade na coloração da casca, ou mesmo a mudança de cor, pode ser conseguida artificialmente, com o uso de etileno em condições ambientais controladas. Essa prática é conhecida como desverdecimento e tem

sido amplamente usada em países como Espanha, Estados Unidos, Israel e Japão, onde os consumidores são extremamente exigentes quanto à coloração dos frutos cítricos.

Ahrens e Barmore (1987) afirmaram que o desverdecimento de frutos é função da temperatura e da concentração do etileno, colaborando tais fatores para a revelação dos pigmentos e atuação das enzimas presentes na casca durante o tempo de exposição.

A `Poncã` (*Citrus reticulata*, Blanco) é a tangerina preferida do consumidor brasileiro, entretanto, em algumas regiões, sua produção ocorre em um curto período do ano, gerando excesso de oferta e fazendo com que os preços inevitavelmente caiam, o que desfavorece e desanima o produtor. Dessa forma, a chave do sucesso está em colher parte da safra fora de seu pico.

Uma solução seria a obtenção de novos clones precoces ou tardios, que permitissem alongar o período de produção. Entretanto, isso envolve alterações na fase de crescimento, que são características genéticas difíceis de serem modificadas, principalmente em espécies perenes. Contudo, há a possibilidade de acelerar determinadas fases do desenvolvimento da planta, com a aplicação de reguladores de crescimento. Assim, o uso do etileno surge como alternativa não somente para desverdecer tangerinas em regiões tropicais, onde as temperaturas não permitem a obtenção de cor adequada, mas também para desverdecer tangerinas em regiões como o Sudeste brasileiro, de forma a permitir ao produtor antecipar a colheita, comercializando parte da produção fora do período de safra.

Neste trabalho, objetivou-se estudar o desverdecimento da tangerina `Poncã` em diferentes condições de temperatura e concentrações de etileno.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Importância da citricultura

A citricultura brasileira tem exercido importante papel no desenvolvimento do país. Primeiramente gerando um impacto local, pela injeção de recursos na economia das regiões produtoras e pela grande absorção de mão-de-obra, o que contribui para a fixação do homem no campo (Amaro et al., 2001; Matta, 1989). E, também, propiciando destaque internacional, já que o Brasil se mantém como maior produtor mundial de citros, com uma produção anual de mais de 20 milhões de toneladas (FAO, 2003a).

A laranja tem sido o principal produto da citricultura brasileira, ocupando cerca de 91% da área cultivada com culturas cítricas (Estanislau et al., 2001), sendo a maior parte da produção destinada ao processamento (Boteon, 1999).

2.2. Tangerinas

Entre os frutos cítricos, as tangerinas e seus híbridos destacam-se pelo sabor e paladar agradáveis e pela facilidade de descascar, o que as tornam bastante agradáveis ao consumidor (Informativo Centro de Citricultura, 2002). Por essas características e pela tolerância a algumas importantes doenças cítricas, em comparação com as laranjas doces comerciais (Azevedo, 2001), a área plantada com tangerina tem crescido continuamente nos últimos anos, com um aumento na produção da ordem de 27% nos últimos 12 anos, alcançando, em 2002, 910 milhões de toneladas (FAO, 2003b).

O Estado de São Paulo se destaca como maior produtor de tangerinas, sendo a maior parte dos plantios, cerca de 80%, da variedade `Poncã´ e seu híbrido `Murcote´ (Camargo et al., 2001). Em Minas Gerais, o quarto maior produtor brasileiro dessa fruta (Agrianual, 2003), destaca-se a região sul do estado, onde o plantio de `Poncã´ ocupa uma área de aproximadamente 4.200 ha e uma população estimada em mais de 1,5 milhão de plantas (Souza e Lobato, 2001).

2.3. Sazonalidade na produção de tangerinas

A maioria das tangerinas apresenta curto período de safra (Pio, 1993). No caso da `Poncã´, a colheita no Sudeste se concentra nos meses frios do ano (maio e junho), gerando excesso de produção em uma mesma época e, conseqüentemente, queda no preço, o que desestimula o produtor (Agrianual, 2000).

Há, portanto, necessidade de se ampliar o período de produção da tangerina `Poncã´, seja com o uso de variedades e, ou, clones mais precoces ou tardios, seja ampliando o seu período de colheita.

O melhoramento genético seria uma das alternativas para a obtenção de novos cultivares. Entretanto, a elevada heterozigose das plantas cítricas, a complexidade de seus mecanismos genéticos, a poliembrionia das sementes da maioria das espécies e variedades e a forte juvenilidade das plantas oriundas de sementes dificultam a obtenção de bons resultados (Koller, 1994). Tais limitações tornam o processo longo, sendo necessário, em média, 30 anos para o desenvolvimento de uma nova variedade (Bespalhok Filho et al., 2001). Soma-se a isso o tempo para difusão da nova variedade, além de um trabalho de “marketing” para que ela seja aceita pelos consumidores.

De acordo com Liegeois et al. (1995), o uso adequado de reguladores de crescimento surge como outra alternativa, de curto prazo, para ampliar o tempo de colheita.

2.3.1. Retardamento da colheita

O retardamento da colheita usando reguladores de crescimento tem sido muito estudado com diversos grupos de citros, como laranja (Coggins JR. e Hield, 1968), lima ácida (Mizobutsi et al., 2000), pomelo (Porat et al., 2001) e tangerina (Nagar, 1993). De acordo com Castro (1998), a conservação do fruto em campo só pode ter êxito com o seu tratamento prévio com ácido giberélico (GA_3), para retardar a senescência e a coloração, e com o ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4D), para evitar a sua queda, ou com a aplicação de ambas as substâncias conjuntamente.

No caso da tangerina 'Poncã', Barros e Rodrigues (1994) conseguiram retardar a mudança de cor e aumentar o tamanho dos frutos tratando as plantas com 20 $\mu\text{L/L}$ de GA_3 . Marur et al. (1999) retardaram a colheita em três semanas com doses entre 20 e 60 $\mu\text{L/L}$ de GA_3 , sem haver diferenças entre estas, observando também que o uso desse produto foi mais eficiente quando aplicado no início da mudança de cor. Barros e Rodrigues (1993) verificaram que o GA_3 associado com 2,4D foi mais eficaz na retenção da cor dos frutos do que quando aplicado isoladamente.

O GA_3 , entretanto, não altera a evolução da maturação interna dos frutos (Castro et al., 2001). Assim, à medida que avança o processo de maturação das tangerinas na planta, eleva-se o teor de açúcares e diminui o de ácidos orgânicos, podendo os frutos tornar-se supermaduros e doces (Samsom, 1980), o que os deprecia para o consumo ao natural.

2.3.2. Antecipação da colheita

A antecipação da colheita pode ser conseguida com o uso, em pós-colheita, do etileno, desde que os frutos tenham alcançado o índice adequado de maturação interna (Liegeois et al., 1995). Na Espanha, esse fitorregulador tem sido utilizado para ampliar o período de comercialização das variedades de laranja e tangerina precoces (Sala et al., 1988).

2.3.2.1. Etileno

O etileno é um hidrocarboneto volátil de dois carbonos, inflamável, incolor, 14 vezes mais solúvel em lipídios que na água e tem ampla atividade biológica na concentração de 1 μ /L, sendo consideravelmente estudado como regulador de crescimento de plantas (Abeles, 1992).

O efeito desse fitorregulador nas plantas e em partes delas é bastante variado, tendo implicações no amadurecimento, na abscisão, na senescência, na dormência e no florescimento, entre outras respostas (Kays, 1991). Há indícios de que esse hormônio é produzido em todas as partes vivas das plantas superiores, em níveis que variam com o órgão ou tecido e seus estádios de crescimento e desenvolvimento (Kays, 1991).

A síntese de etileno tem como precursor imediato o ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico (ACC), reação catalisada pela oxidase do ACC. Este é produzido a partir do S-adenosil-L-metionina (SAM) em reação catalisada pela sintase do ACC, como parte do ciclo da metionina (Crozier et al., 2000).

Durante a maturação e senescência, os frutos cítricos exibem, relativamente, baixas taxas de respiração e produção de etileno, sendo classificados, portanto, como não-climatéricos. Entretanto, embora esses frutos careçam de uma produção autocatalítica de etileno, produzindo apenas uma quantidade basal destes, eles são capazes de responder a aplicações exógenas desse fitorregulador (Porat et al., 1999). Essa resposta se dá através da troca de cor da casca dos frutos cítricos, resultado de um aumento na degradação da clorofila e da biossíntese de carotenóides estimulados pelo etileno (Goldschmidt et al., 1993). Esse gás induz à síntese *de novo* da fenilalanina amônia liase, enzima-chave do metabolismo do fenilpropanóide (Riov et al., 1969), e também a uma síntese *de novo* da clorofilase, enzima-chave no processo de degradação da clorofila (Azuma et al., 1999).

2.3.2.1.1. Degradação da clorofila

Os pigmentos de clorofila são os responsáveis pela cor verde nos vegetais, existindo dois tipos de clorofila nas plantas superiores, a saber: *a* e *b*,

diferindo entre si apenas pelos grupamentos ligados ao carbono 7 da porfirina, que na clorofila *a* está ligado a um grupo $-\text{CH}_3$ e, na clorofila *b*, a um grupo $-\text{CHO}$, (Gossauer e Engel, 1996; Hendry et al., 1987). Essa pequena diferença faz com que haja também uma diferença de cor entre os pigmentos, e, embora ambos sejam verdes, a clorofila *a* tende para o azul (verde-azulado), enquanto a clorofila *b* tende para o amarelo (verde-oliva) (Kays, 1991). De acordo Malkin e Niyogi (2000), a clorofila é verde pelo fato de absorver luz em 430 nm (azul) e 680 nm (vermelho) mais efetivamente do que a luz verde, de maneira que a luz verde não absorvida, é refletida, podendo ser vista.

A perda de clorofila dos tecidos está associada à degradação do cloroplasto, com degradação também dos tilacóides e formação de corpos lipídicos (Heaton e Marangoni, 1996). Após esse processo, o cloroplasto rediferencia-se, nas folhas, em gerontoplasto e cromoplasto (Dangl et al., 2000).

Purvis (1980), estudando os efeitos do etileno em frutos cítricos de calamondim (*Citrus madurensis* Lour.), verificou que ocorre desarranjo nas membranas do cloroplasto que ficam dilatadas e irregularmente espaçadas depois de 48 horas de tratamento com etileno. Esse autor acredita que um dos mecanismos primários no processo de mudança de cor com aplicação exógena de etileno seria a ruptura da integridade do cloroplasto.

A degradação da clorofila compreende dois estágios: antes (primeiro estágio) e depois (segundo estágio) da clivagem do anel macrocíclico tetrapirrólico. Os produtos do primeiro estágio são esverdeados, enquanto os do segundo, essencialmente descoloridos (Takamiya et al., 2000).

A primeira etapa do catabolismo da clorofila é a conversão da clorofila em clorofilídeo, reação catalisada pela clorofilase. O outro produto da ação da clorofilase é o fitol, que usualmente se acumula em glóbulos lipídicos dos gerontoplastos. Em seguida, a dequelatase do Mg age retirando o Mg do clorofilídeo, produzindo feoforbídeo. Ambos, clorofilídeo e feoforbídeo, retêm intacta a estrutura de anel da porfirina (fazendo parte do primeiro estágio) e são verdes. Uma etapa crítica da rota de degradação é a abertura do anel (segundo estágio), produzindo uma cadeia linear tetrapirrólica e incolor, sendo a feoforbídeo a oxidase e a redutase do catabólito clorofila vermelha, as enzimas responsáveis por esse processo (Dangl et al., 2000).

2.3.2.1.2. Biossíntese de carotenóides

A síntese de carotenóides é o outro processo que ocorre paralelamente à degradação da clorofila, igualmente importante na mudança de cor dos frutos.

Os carotenóides são um grupo de pigmentos associados com a clorofila nos cloroplastos, sendo também encontrados nos cromoplastos, cuja cor varia de vermelho, laranja e amarelo até marrom. Quimicamente, são classificados como terpenóides, sendo derivados de oito unidades de isoprenos. E são divididos em dois subgrupos, a saber: os carotenos e seus derivados oxigenados, as xantofilas (Kays, 1991).

A biossíntese dos carotenóides se dá pela síntese de fitoeno, precursor de todos os carotenóides, a partir de duas moléculas de geranylgeranyl difosfato, seguindo-se daí uma série de reações, catalisadas por diferentes enzimas, que vão originar diferentes carotenos e xantofilas (Malkin e Niyogi, 2000).

Nos frutos cítricos, a síntese de carotenóides tem sido muito estudada, sendo afetada por fatores como variedade (Wheaton e Stewart, 1973), posição dos frutos na planta (Stewart e Wheaton, 1971), lavagem dos frutos (Jahn, 1975) e temperatura (Stewart e Wheaton, 1971; Wheaton e Stewart, 1973; Medina e Lima, 1993). Há também mudanças qualitativas nos pigmentos ao longo do amadurecimento dos frutos (Farin et al., 1983). Um exemplo disso foi verificado por Stewart e Wheaton (1972), que, tratando a tangerina 'Robinson' [*C. Clementina* Hort. x (*C. paradisi* Macf x *C. tangerina* Hort.)] com etileno, observaram aumento de criptoxantina e β -citaurina nos frutos tratados. Estes últimos atingiram coloração laranja-avermelhada, enquanto nos frutos não-tratados o pigmento predominante foi a violaxantina, resultando em coloração amarela, alcançada mais tardiamente.

2.4. A importância da cor nos frutos cítricos

A cor, que nos frutos cítricos é influenciada pelo tipo e quantidade de pigmentos, é um parâmetro de grande importância para a sua comercialização, pois, para o consumidor, a qualidade do produto está baseada, principalmente,

no sabor, no odor, na textura e na cor, além do aspecto nutricional (Kader, 1999).

O aspecto e a cor de um alimento têm relação psicológica com o apetite, estimulando-o ou não. A cor dos alimentos envolve emoções pessoais, ou seja, de modo geral as cores vermelhas e as tonalidades rósea, laranja e amarela têm maior efeito sobre o indivíduo, pois causam maior estímulo (Birren, 1963).

No caso das frutas cítricas, em especial as tangerinas, os consumidores associam a cor verde da casca com a imaturidade do fruto (Awad et al., 1974). Assim, a ausência da coloração alaranjada, associada ao amadurecimento ou mesmo a uma coloração desuniforme, podem se constituir em pontos de estrangulamento na comercialização desses produtos, sobretudo nos mercados mais exigentes (Domingues et al., 2001; Castro et al., 1991a; Coelho et al., 1981).

Na verdade, embora as transformações de coloração sejam utilizadas como índices de maturidade para alguns frutos (Kader, 1999), no caso das frutas cítricas não se constituem em índice confiável, já que a pigmentação da casca depende basicamente de condições ambientais (Ahrens e Barmore, 1987).

Em regiões de clima temperado, devido às baixas temperaturas, os frutos cítricos alcançam naturalmente a coloração típica. Porém, em regiões tropicais, onde a amplitude térmica é menor, os frutos cítricos atingem a maturação e características internas adequadas para o consumo sem, contudo, apresentar coloração alaranjada (Mota et al., 1997).

Diante desse fato, percebe-se que o uso do etileno para o desverdecimento constitui-se não somente numa alternativa para antecipar a colheita, mas também para uniformizar a coloração e melhorar a qualidade e atratividade visual dos frutos cítricos (Castro et al., 1991b).

2.5. Desverdecimento

O desverdecimento é a técnica de pós-colheita pela qual se acelera artificialmente o desaparecimento da cor verde da casca dos frutos cítricos, manifestando-se a coloração proporcionada pelos pigmentos carotenóides,

com o uso do etileno em condições controladas (Jimenez-Cuesta et al., 1983; Lima, 1993).

Os primeiros estudos com desverdecimento iniciaram-se após a década de 1920 nos Estados Unidos, quando foi observado que as frutas embarcadas nos trens dotados de estufas de querosene perdiam a cor verde durante o transporte (Davies e Albrigo, 1994).

Na atualidade, segundo Nascimento e Medina (1994), o desverdecimento dos frutos cítricos constitui uma prática rotineira, podendo-se utilizar o gás etileno ou um produto químico que libere esse fitorregulador, tal como o ethephon (ácido 2-cloroetil fosfônico). Este composto é apresentado na forma líquida, tornando-se desnecessário o emprego de câmaras especiais ou recipientes herméticos, como no caso do gás etileno. Ele se degrada abaixo da superfície da casca da fruta, liberando o etileno (Castro et al., 1991a).

Ressalta-se que, embora os estudos com ethephon tenham se iniciado há bastante tempo, dando bons resultados em termos de desverdecimento (Furchs e Cohen, 1969; Reig et al., 1975), trata-se de um ácido e, em algumas espécies de plantas, parte dele é convertida em substâncias não-voláteis (Abeles, 1992). Em países onde o desverdecimento é empregado comercialmente, como na Espanha (Mazzuz, 1996; Aznar, 1998) e nos Estados Unidos (NAPIAP, 1999), não se tem notícia do uso do ethephon. No Brasil, esse produto não tem registro para aplicação pós-colheita em nenhuma cultura (ANVISA, 2003).

Outros métodos de desverdecimento, como o uso de estufas de petróleo, do carbureto de cálcio (Albert et al., 1979) e da queima de querosene (Cohen, 1981), foram testados. Entretanto, esses autores verificaram que a maior eficiência e a qualidade no desverdecimento foram obtidas com a aplicação direta do etileno em câmaras de maturação.

De acordo com Grierson et al. (1986), os efeitos fisiológicos do etileno e o papel deste no desverdecimento são bem-compreendidos, de modo que as pesquisas e as práticas comerciais têm se concentrado em alcançar condições de temperatura, umidade, circulação de ar e ventilação, nas quais o etileno é mais eficiente e determinar a forma mais eficaz e econômica de prover tais condições.

As condições de desverdecimento estudadas e propostas têm divergido bastante, e, segundo Davies e Albrigo (1994), temperatura, concentrações de etileno, umidade relativa e condições temporais para o desverdecimento variam com a situação geográfica, o tipo de fruta e a etapa de desenvolvimento de cor em que se encontra.

2.5.1. Fatores que aceleram o desverdecimento

Os principais fatores responsáveis pela aceleração do processo de desverdecimento são: a concentração de etileno e a temperatura (Jimenez-Cuesta et al., 1983).

A importância da temperatura é percebida no processo de desverdecimento natural dos frutos, no ambiente, o qual é induzido por temperaturas médias inferiores a 12,5 ou 13 °C (Nogueira, 1979; Grierson et al., 1986).

Nesse sentido, Cooper et al. (1969), estudando injúria por frio em pós-colheita de frutos cítricos, verificaram que, nos frutos maduros de pomelo 'Redblush' e de laranja 'Pineapple' mantidos na árvore, temperaturas noturnas e diurnas de 5 e 20 °C, respectivamente, propiciaram maior liberação de etileno e obtenção de coloração amarela após 14 dias. Os frutos das plantas submetidas a 20 e 25 °C e a 15 e 22 °C, temperaturas noturnas e diurnas, respectivamente, mantiveram-se verdes. Esses autores observaram, também, que frutos da tangerina 'Robinson' colhidos verdes mantiveram-se assim por 14 dias à temperatura de 20 °C, entretanto, quando mantidos em temperaturas de 20 e 5 °C por 12 horas cada, iniciavam mudança de cor em 10 dias.

Mais recentemente, Wong et al. (1999) caracterizaram e isolaram genes indutores e repressores de injúria por frio, verificando que desempenham importante papel no acúmulo de ACC durante o período de frio (Injúria) e na produção de etileno, inclusive no período logo depois de cessada a baixa temperatura.

No caso do desverdecimento artificial, a temperatura desempenha papel diferente, já que o etileno é aplicado artificialmente. Nesse caso, a temperatura afeta as reações enzimáticas que ocorrem na casca dos frutos, havendo temperaturas ótimas que implicam máximas velocidades das reações. Assim, a

temperatura ótima para a degradação da clorofila está ao redor de 28 °C e para a síntese de carotenóides, de 18 °C, enquanto para a respiração e outros processos não-desejáveis ela se situa próxima a 40 °C, que é a temperatura em que a degradação da clorofila é paralisada (Jimenez-Cuesta et al., 1983).

Knee et al. (1988), estudando a degradação da clorofila em cultivares de laranja 'Washington Navel', verificaram que a de 25 °C propiciou maior degradação de clorofila e em menor tempo que a temperatura de 15 °C, em praticamente todas as concentrações de etileno aplicadas.

Stewart e Wheaton (1971), estudando a acumulação de carotenóides em frutos de diferentes variedades de citros durante o desverdecimento, observaram que a 29,4 °C ocorreu inibição do acúmulo de β -citraurina, carotenóide de coloração avermelhada, e que nessa temperatura a coloração do fruto não teve avanços significativos. Esse comportamento foi confirmado por Wheaton e Stewart (1973), que também verificaram que os melhores resultados em termos de formação de carotenóides e de coloração dos frutos foram obtidos entre 15 e 25 °C.

As recomendações de concentrações de etileno a serem aplicadas também variam consideravelmente. Por exemplo, Conti et al. (1977) afirmaram que as concentrações de etileno para o desverdecimento devem ficar entre 20 e 200 $\mu\text{L/L}$, sendo a concentração ótima de 50 $\mu\text{L/L}$, o que também foi recomendado por Naday (1958). Já para Grierson et al. (1986), concentrações eficientes de etileno para o desverdecimento variam entre 1 e 1.000 $\mu\text{L/L}$, enquanto Davies e Albrigo (1994) afirmaram que, pelo fato de o etileno se constituir em um regulador de crescimento, são necessárias doses de pequena concentração, entre 1 e 10 $\mu\text{L/L}$, para um eficiente desverdecimento.

A concentração de etileno mais efetiva depende da variedade que se deseja desverdecer, provavelmente devido a diferentes resistências de difusão de gases nos frutos (Kitagawa et al., 1978) e da interação entre a temperatura e a concentração de etileno. Essa interação deve resultar do aumento da solubilidade do etileno a baixas temperaturas (Wheaton e Stewart, 1973).

Nesse sentido, Jahn (1973) testou o desverdecimento de diferentes espécies cítricas em concentrações entre 1 e 50 $\mu\text{L/L}$, a 16, 21, 27 e 29 °C. Para tangerina 'Robinson' e pomelo 'Marsh', ele observou que na temperatura

de 21 °C houve pequena resposta ao aumento da concentração de etileno acima de 1 µL/L, na mudança de cor e degradação de clorofila. Já a 29 °C verificou-se que houve diferença de resposta entre 1 e 5 µL/L, mas não entre 5, 10 e 50 µL/L, nos parâmetros analisados. Para lima ácida 'Bears', esse autor notou que o limite de resposta para degradação de clorofila foi de 10 µL/L, tanto para 16 °C quanto para 27 °C. Contudo, a 27 °C a degradação da clorofila foi mais rápida, enquanto a coloração final, embora evoluindo mais lentamente, foi melhor a 16 °C.

Wheaton e Stewart (1973), estudando o desverdecimento em diversas espécies cítricas em temperaturas de 15, 20, 25 e 30 °C e concentrações de etileno entre 1 e 10 µL/L, verificaram que a melhor coloração dos frutos foi obtida com baixas temperaturas; as concentrações ótimas de etileno decresceram com o decréscimo da temperatura, de maneira que para 15 °C as melhores respostas se deram em 0,1 e 1 µL/L e, para 30 °C, em 10 µL/L de etileno.

Ahrens e Barmore (1987) também observaram que, à medida que diminui a temperatura, obtêm-se respostas de desverdecimento em concentrações menores de etileno. Entretanto, os índices ótimos de desverdecimento se deram na maior temperatura, a saber: 29,4 °C com a concentração de 250 µL/L para pomelo 'Marsh' e tangerina 'Robinson' e de 100 µL/L para laranja 'Hamlin'.

Ladaniya (2000) não observou diferenças entre as concentrações de 5, 25, 50 e 100 µL/L de etileno, na formação de cor e desverdecimento da tangerina 'Nagpur' na temperatura de 27-29 °C, em dois estágios de colheita dos frutos: 50% da casca verde e 25% da casca verde.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Aspectos gerais

Os frutos maduros de tangerina 'Poncã' (*Citrus reticulata*, Blanco) foram colhidos entre 19\04\2002 e 20\05\2002, em um pomar comercial na região de Viçosa, de plantas com cerca de três anos de idade. Foram colhidos frutos com a casca totalmente verde, sendo, em seguida, levados para o Laboratório de Pós-Colheita do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, onde passaram por lavagem com água para retirada de poeira e resíduos do campo e, então, secados ao ambiente. Posteriormente, os frutos foram classificados e padronizados quanto à uniformidade de cor e tamanho, descartando-se os frutos defeituosos, manchados e de tamanhos inadequados, ou seja, com peso inferior a 150 g e superior a 210 g.

O experimento foi montado cerca de 24 horas após a colheita dos frutos. Estes foram colocados em baldes de polietileno de alta densidade, grau alimento, com tampa hermética e capacidade para 20 L, onde foram aplicados os tratamentos. Em cada balde foram colocados 14 frutos, cada um considerado uma amostra. Desses, dois foram marcados para pesagem e dois para avaliação de cor, com a ressalva de que dos demais se retiraram dois frutos em cada tempo de avaliação para as outras análises, a saber: quantificação dos pigmentos da casca, sólidos solúveis totais (SST) e acidez total titulável (ATT). A partir desses dois últimos parâmetros, calculou-se a relação SST/ATT.

Depois de colocados os frutos nos baldes, estes foram selados com fitas adesivas de polipropileno, sendo, então, aplicadas, por meio de seringas plásticas de 1.000 μL com agulhas fixas, as doses de etileno nas concentrações experimentais, a saber: 0, 5, 50 e 100 $\mu\text{L/L}$. O etileno utilizado era P.A. na concentração de 99,9% (v/v), ficando armazenado em um cilindro tipo K. Em seguida, os baldes eram levados para as câmaras de refrigeração com temperatura controlada e variação máxima de 1 $^{\circ}\text{C}$.

Os baldes foram mantidos nas câmaras por 96 horas sob atmosfera com etileno, sendo retirados das câmaras a cada 12 horas, quando eram abertos por 30 minutos para aeração e, em seguida, fechados novamente e submetidos à nova aplicação de etileno. Ao final das 96 horas, os frutos eram retirados dos baldes e mantidos à temperatura ambiente por mais 48 horas (144 horas após o início dos tratamentos), quando era feita a última avaliação.

3.2. Parâmetros de qualidade da casca

3.2.1. Análise de pigmentos

Para extração de pigmentos da casca dos frutos, utilizaram-se o método e o solvente proposto por MacKinney (1941), com as modificações seguintes:

Com o auxílio de um estilete, retiraram-se seis pedaços do flavedo de cada fruto, em pontos equidistantes da região equatorial dos frutos, que foram, então, congelados em nitrogênio líquido e armazenados em congelador a -20°C .

Com os pedaços de flavedo de dois frutos por repetição, obteve-se uma amostra composta, de onde foi retirado 0,5 g, que em seguida foi macerado num almofariz, com o auxílio de uma pitada de areia, em acetona 100%.

O extrato cetônico foi transferido para um funil com papel-filtro, que foi lavado seguidas vezes para extração completa dos pigmentos, sendo transferido para um balão de 50 mL, que teve o volume completado com acetona.

O extrato foi centrifugado a 16.000 xg por cinco minutos, para que ficasse translúcido, e em seguida sua absorvância foi obtida nos comprimentos de ondas de 470, 644,8 e 661,6 nm para obtenção dos teores de clorofila *a*, *b*,

total e de carotenóides, conforme as equações propostas por Lichtenthaler (1987):

$$\begin{aligned}Ca &= 11,24A_{661,6} - 2,04A_{644,8} \\Cb &= 20,13A_{644,8} - 4,19A_{661,6} \\Ct &= 7,05A_{661,6} + 18,09A_{644,8} \\Car &= (1000A_{470} - 1,90Ca - 63,14Cb)/214\end{aligned}$$

sendo Ca, Cb, Ct e Car, respectivamente, as concentrações de clorofila *a*, *b*, total e carotenóides em µg/mL do extrato cetônico. Multiplicaram-se esses valores pelo volume total de extrato cetônico no balão volumétrico (50 mL), e dividiu-se pela quantidade de casca, da qual se extraíram os pigmentos (0,5 g), expressando-se os teores de pigmentos em µg/g de casca (matéria fresca).

3.2.2. Cor da casca

A mensuração da cor do fruto foi feita por meio de um colorímetro, que mede a luz refletida usando um sistema de coordenadas cartesianas *L*, *a*, *b*, das quais se obtêm unidades ou pontos de uniformidade visual aproximada, através de um sólido de cor (Figura 1). O valor *a* corresponde à escala vermelho-verde e varia de -100 a +100, correspondendo aos valores negativos a distintas tonalidades de cor verde e os positivos, às tonalidades vermelhas. Já o parâmetro *b* corresponde à escala amarelo-azul e varia igualmente de -100 a +100, ressaltando-se que os valores negativos correspondem às tonalidades de cor azul e os positivos, às tonalidades de cor amarela. O *L* é uma medida de claridade da cor e varia de 0 (para cor preta) a 100 (para cor branca).

As medidas foram obtidas conforme indicado por Sala et al. (1988), em quatro pontos diametralmente opostos no diâmetro perpendicular da zona equatorial do fruto.

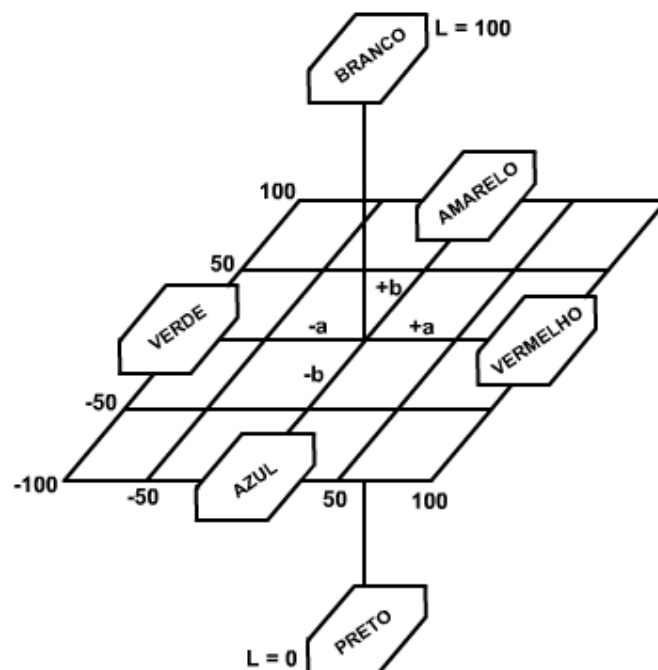


Figura 1 - Sólido de cor com as coordenadas HUNTER L , a , b .

Para quantificar a diferença de cor entre os tratamentos, em relação à testemunha, fez-se uso da diferença global de cor (DC), conforme descrito por Corrêa (1992), dada pela equação:

$$DC = ((\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2)^{0,5}$$

$$\Delta L = L_t - L_0$$

$$\Delta a = a_t - a_0$$

$$\Delta b = b_t - b_0$$

em que L_t , a_t e b_t correspondem, respectivamente, aos valores de L , a e b de um tratamento e L_0 , a_0 e b_0 , aos valores de L , a e b da testemunha.

3.3. Parâmetros de qualidade interna dos frutos

3.3.1. Extração do suco

O suco para análise de SST e ATT foi obtido por extração manual e extraído de cada fruto, sendo amostrados dois frutos por repetição. Após a

extração, o suco era filtrado em peneira de malha fina, armazenado em saco plástico e congelado, para as análises posteriores. Para se proceder às análises, o suco era descongelado ao ambiente e homogeneizado por agitação.

3.3.2. Sólidos solúveis totais (SST)

A determinação do teor de SST foi feita com a utilização de refratômetro de mesa com a sensibilidade de 0,1 grau Brix.

Foi transferida uma gota da amostra do suco para o prisma do refratômetro, fazendo-se a leitura de forma direta no aparelho. Procedeu-se à correção dos graus Brix em relação à temperatura do suco no momento de aplicação da amostra no aparelho, segundo a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (1985).

3.3.3. Acidez total titulável (ATT)

Na determinação da ATT, utilizou-se o método descrito pela AOAC (1998), com as modificações abaixo:

Uma amostra de 10 mL de suco foi transferida para um balão volumétrico, que teve o volume completado para 50 mL com água destilada. Tomou-se desse balão uma alíquota de 30 mL, que foi colocada em um béquer, sendo em seguida acrescentado 0,1 mL de fenolftaleína 1%. Essa solução foi titulada sob agitação, com NaOH 0,1 mol.L⁻¹ previamente padronizado com biftalato de potássio até o ponto de virada de cor, estabelecido entre pH 8,1 e 8,2.

Os resultados foram expressos em % de acidez (g de ácido cítrico anidro/100 mL de suco), de acordo com a fórmula:

$$\% \text{ de acidez} = (V \times F \times D \times N \times P \times 100) / S$$

sendo: V = volume de NaOH 0,1 mol.L⁻¹ gasto na titulação (L);

F = fator de correção do NaOH padronizado;

N = normalidade do NaOH (eq./L);

PE = peso equivalente do ácido cítrico anidro (g/eq.);

D = fator de diluição do suco; e

S = quantidade de suco inicial (mL).

3.3.4. Relação SST /ATT

Esta relação foi obtida pela razão entre os teores de sólidos solúveis totais e acidez total titulável.

3.4. Perda de massa

A perda de massa foi obtida pela pesagem dos frutos em balança analítica, sendo expressa em porcentagem de perda de massa acumulada em relação ao peso inicial dos frutos, sendo avaliada até 192 horas (oito dias) após o início dos tratamentos.

3.5. Delineamento experimental e análise estatística

O experimento foi montado segundo o esquema de parcelas subdivididas, tendo na parcela um esquema fatorial 3 x 4, com três temperaturas (15, 20 e 25 °C) e quatro concentrações de etileno (0, 5, 50, 100 µL/L) e tendo na subparcela os tempos de avaliação (48, 96 e 144 horas), sendo o tempo 0 hora considerado como testemunha. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições.

Os dados foram interpretados por meio de análises de variância (ANOVA) e regressão, em que a escolha dos modelos se baseou na significância dos coeficientes de regressão, utilizando o teste t e adotando o nível de até 5% de probabilidade. Para testar a média do tratamento-padrão (testemunha) com os demais, utilizou-se o teste de Dunnett, adotando o nível de probabilidade de 5%.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Análise dos pigmentos

Ao final do período de avaliação, ou seja, após 144 horas do início dos tratamentos, que foi definido em testes prévios como limite no período de desverdecimento, verificou-se que os tratamentos com etileno exerceram efeito diferenciado sobre os teores de clorofila em relação àquele sem etileno (0 $\mu\text{L/L}$), nas três temperaturas testadas (Figura 2). Já, no tratamento sem etileno, observou-se um incremento no teor da clorofila estimada com o aumento da temperatura; nos tratamentos com concentrações de etileno de 5, 50 e 100 $\mu\text{L/L}$, constatou-se uma diminuição nos teores de clorofila muito semelhante às diferentes concentrações de etileno e proporcional à temperatura. Assim, a temperatura de 25 °C foi a que propiciou maior degradação da clorofila e a de 15 °C, a menor degradação, após 144 horas de início dos tratamentos.

Esses resultados estão de acordo com Jimenez-Cuesta et al. (1983), que afirmaram que maior degradação de clorofila ocorre em temperaturas mais altas, e com Davies e Albrigo (1994), que asseveraram que a 15 °C a degradação de clorofila é muito lenta. Do mesmo modo, Jahn (1973) observou mais rápida degradação de clorofila a 29 °C que a 21 °C, para pomelo 'Marsh' e tangerina 'Robinson'. Entretanto, verificou que 12 dias após a colheita a degradação da clorofila foi similar em ambas às temperaturas. Ao contrário disso, Knee et al. (1988), depois de 15 dias, notaram concentração muito maior de clorofila na casca de frutos de laranja 'Washington Navel' tratados com etileno a 15 °C do que a 25 °C.

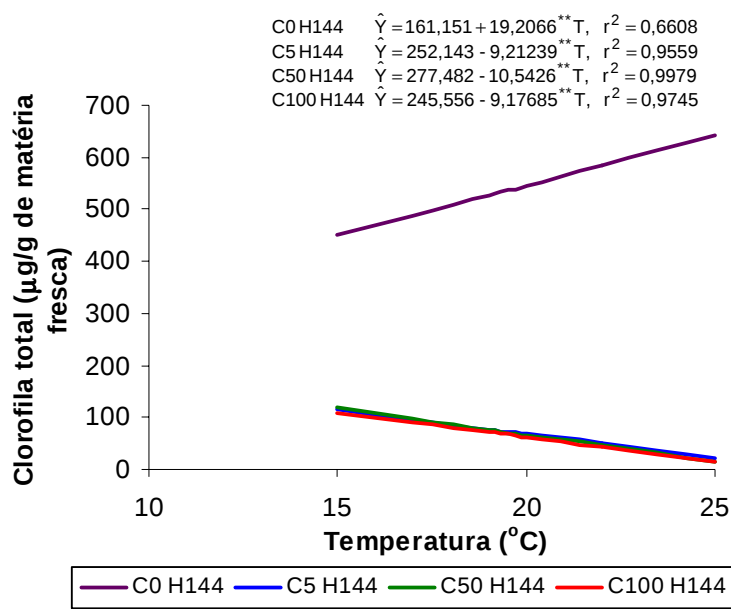


Figura 2 – Estimativa da clorofila total em função da temperatura (T), após 144 horas do início da aplicação do etileno (H144), nas concentrações de etileno de 0, 5, 50 e 100 µL/L, respectivamente C0, C5, C50 e C100.

Os teores de carotenóides no tempo de avaliação final (144 horas) e nas respectivas concentrações de etileno, ao contrário do observado em clorofila total, não variaram em função da temperatura, conforme se verifica pelas médias obtidas (Figura 3). Esses resultados estão em conformidade com os de Stewart e Wheaton (1971), que não constataram diferenças nos teores de criptoxantina e β-citraurina entre as temperaturas de 18,3 e 23,9 °C, entretanto diferem daqueles verificados por Lima (1993) em laranja ‘Pêra’ e ‘Baianinha’, as quais apresentaram maior acúmulo de carotenóides a 15 °C que a 26 °C. Há de se ressaltar, contudo, que essa autora utilizou ethephon e não deixou claro ao final de quantos dias após a aplicação do produto foram obtidos tais resultados.

O efeito das diferentes concentrações de etileno foi analisado após 144 horas do início dos tratamentos, na temperatura de 25 °C, que propiciou a maior degradação de clorofila total (Figura 4). Constatou-se uma queda brusca de clorofila de 681 µg/g na concentração de 0 µL/L para valores entre 27 e 15 µg/g, nas demais concentrações de etileno testadas. Desse modo, percebeu-se que concentrações de etileno acima de 5 µL/L não induziram a maiores

respostas, em termos de degradação da clorofila, resultado parecido com o observado por Jahn (1973) em pomelo `Marsh` e tangerina `Robinson`, nas temperaturas de 21 °C e 29 °C, respectivamente.

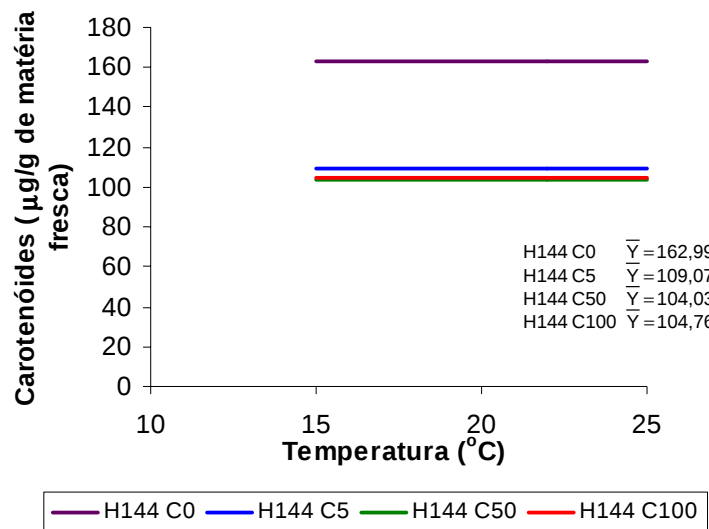


Figura 3 – Estimativa de carotenóides em função da temperatura (T), após 144 horas do início da aplicação de etileno (H144), nas concentrações de etileno de 0, 5, 50 e 100 µL/L, respectivamente C0, C5, C50 e C100.

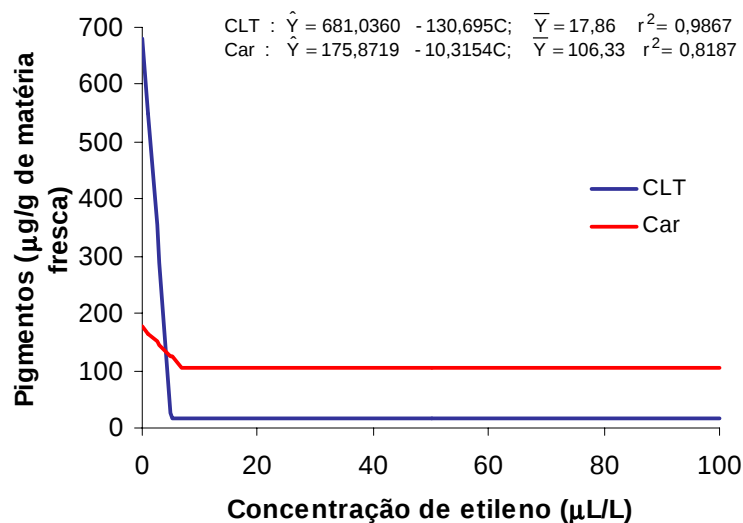


Figura 4 – Estimativa da variação dos pigmentos de clorofila total (CLT) e carotenóides (Car) em função das concentrações de etileno (C), após 144 horas do início da aplicação de etileno, na temperatura de 25 °C.

A influência dos tratamentos com etileno no teor de carotenóides foi semelhante às da clorofila. Entretanto, enquanto esses pigmentos tiveram perda de cerca de 97%, a perda de carotenóides dos frutos tratados com diferentes concentrações de etileno, com relação aos não-tratados (0 $\mu\text{L/L}$), foi por volta de 37%, após 144 horas do início dos tratamentos (Figura 4). Esses resultados foram semelhantes nas temperaturas de 20 °C e 15 °C (Figura 3 e Quadro1) e contrários aos obtidos por Young e Jahn (1972) e Wheaton e Stewart (1973), que trabalharam com diversas variedades cítricas e verificaram aumento no teor de carotenóides em tratamentos com etileno.

A variação no teor dos pigmentos ao longo do tempo de desverdecimento foi também observada na temperatura de 25 °C (Figura 5).

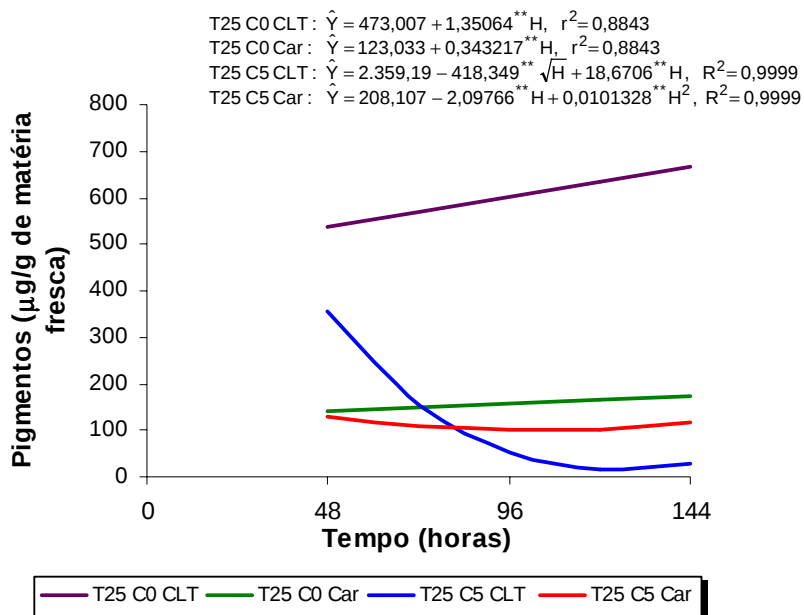


Figura 5 – Estimativa da variação dos pigmentos de clorofila total (CLT) e carotenóides (Car) em função dos tempos de avaliações (H), na temperatura de 25 °C (T25) e nas concentrações de etileno de 0 (C0) e 5 (C5) $\mu\text{L/L}$.

Quadro1 – Médias de carotenóides (µg/g de matéria fresca) dos respectivos tratamentos

Tratamento	Temperatura (°C)	Tempo (horas)	Conc. Etileno (µL/L)	Carotenóides
Testemunha				148,66
1	15	48	0	175,94 ^{ns}
2	15	48	5	161,71 ^{ns}
3	15	48	50	146,76 ^{ns}
4	15	48	100	156,89 ^{ns}
5	15	96	0	157,54 ^{ns}
6	15	96	5	116,82 ^{ns}
7	15	96	50	120,28 ^{ns}
8	15	96	100	123,28 ^{ns}
9	15	144	0	161,25 ^{ns}
10	15	144	5	119,32 ^{ns}
11	15	144	50	113,30*
12	15	144	100	117,08 ^{ns}
13	20	48	0	137,17 ^{ns}
14	20	48	5	106,75*
15	20	48	50	111,57*
16	20	48	100	92,97*
17	20	96	0	146,50 ^{ns}
18	20	96	5	93,43*
19	20	96	50	100,19*
20	20	96	100	86,54*
21	20	144	0	151,84 ^{ns}
22	20	144	5	91,72*
23	20	144	50	95,71*
24	20	144	100	83,97*
25	25	48	0	142,92 ^{ns}
26	25	48	5	130,77 ^{ns}
27	25	48	50	110,24*
28	25	48	100	108,36*
29	25	96	0	149,15 ^{ns}
30	25	96	5	100,12*
31	25	96	50	97,30*
32	25	96	100	103,71*
33	25	144	0	175,87 ^{ns}
34	25	144	5	116,16 ^{ns}
35	25	144	50	103,09*
36	25	144	100	113,23*

* As médias diferem estatisticamente da testemunha, a 5% de probabilidade, pelo teste de Dunnett.

^{ns} As médias não diferem estatisticamente da testemunha, a 5% de probabilidade, pelo teste de Dunnett.

Verificou-se que a maior taxa de degradação da clorofila ocorreu entre 48 e 96 horas, na concentração de etileno de 5 $\mu\text{L/L}$. Comportamento semelhante foi observado por Purvis e Barmore (1981), em calamondim a 27 $^{\circ}\text{C}$ e concentração de etileno de 7,7 $\mu\text{L/L}$.

A queda rápida no teor de clorofila total verificada entre 48 e 96 horas se deveu à degradação dos pigmentos de clorofila *a* e *b* (Figura 6), com peso maior para a quebra de clorofila *a*, que se apresentou no tempo de 48 horas em quantidades muito maiores que a clorofila *b*, diminuindo essa diferença no tempo de 96 horas e praticamente desaparecendo após 144 horas. No amadurecimento natural de *Citrus ponki*, Hsu et al. (1995) verificaram comportamento contrário, com aumento da relação *a/b* à medida que avançaram o amadurecimento e a mudança de cor.

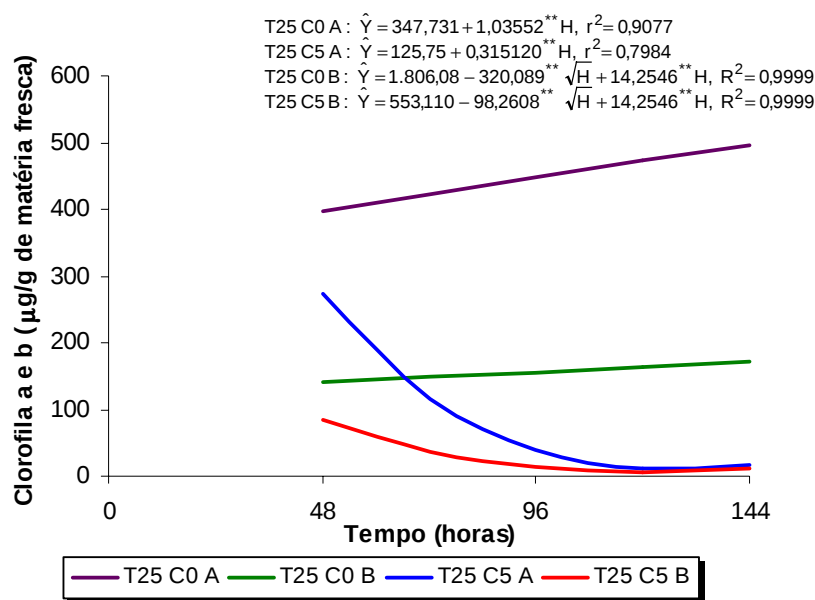


Figura 6 – Estimativa da variação dos pigmentos de clorofila *a* (A) e clorofila *b* (B) em função dos tempos de avaliações (H), na temperatura de 25 $^{\circ}\text{C}$ (T25) e nas concentrações de etileno de 0 e 5 $\mu\text{L/L}$, respectivamente C0 e C5.

No tratamento sem adição de etileno (0 $\mu\text{L/L}$) e temperatura de 25 $^{\circ}\text{C}$, verificou-se aumento no teor de clorofila total ao longo dos tempos avaliados (Figura 5). Contudo, na maioria dos casos os pigmentos dos frutos não-

tratados com etileno tenderam a uma perda lenta e gradual (Jahn, 1973) ou a manter-se constantes (Yamauchi et al., 1997).

Os resultados obtidos se devem, provavelmente, ao fato de não ter sido levado em consideração a maior perda de massa dos frutos, no período subsequente à sua retirada dos baldes, e a manutenção em condições ambientes. Assim, essa perda de massa pode ter causado aumento artificial na concentração absoluta da clorofila total, devido à desidratação da casca.

A variação dos carotenóides ao longo do tempo de desverdecimento, na temperatura de 25 °C, também é demonstrada na Figura 5. Enquanto os carotenóides de frutos não-tratados com etileno (0 µL/L) mostraram pequena variação, confirmada pela não-significância dos contrastes das médias dos tempos de 48, 96 e 144 horas com a testemunha (Quadro 1), na concentração de 5 µL/L se verificou uma diminuição no teor de carotenóides de 130 µg/g, no tempo de 48 horas, para 100 µg/g em 96 horas, elevando-se em seguida para 116 µg/g, no último tempo de avaliação (144 horas).

Essa diminuição dos carotenóides durante o período de mudança de cor ocorreu devido à transformação dos cloroplastos em cromoplastos e, com ela, à degradação das clorofilas e de parte dos carotenóides, principalmente os da série α -ionona, associados ao tecido fotossintético e a uma síntese de novos carotenóides, sobretudo os da série β -ionona. Esse tipo de comportamento foi observado por Farin et al. (1983), ao estudarem a mudança de pigmentos durante o período de amadurecimento em frutos de tangerina 'Michal'. Eles constataram que os teores de carotenóides declinaram, nos frutos em estágio verde, de 143 µg/g para 51 µg/g, no período de mudança de cor, e depois subiram, ao final do amadurecimento, para 174 µg/g.

Provavelmente, o desverdecimento induziu a uma transformação nos plastídios muito mais rápida que em condições de amadurecimento no ambiente. Daí a síntese de carotenóides não ter sido capaz de acompanhar a degradação inicial destes, apresentando queda em relação ao valor total; ressaltando-se que no último tempo analisado (144 horas) houve uma tendência de elevação dos carotenóides.

4.2. Cor da casca

A ação da temperatura na evolução da cor dos frutos ao final do desverdecimento (144 horas) para diferentes concentrações de etileno foi estudada (Figura 7). A claridade ou brilho dos frutos (L) aumentou ligeiramente com a elevação da temperatura, sendo maior em todas as concentrações de etileno a 25 °C que a 15 °C (Figura 7a).

Já a cor verde (a) diminuiu bruscamente à medida que aumentou a temperatura, com a ressalva de que isso ocorreu em maior escala nas maiores concentrações de etileno. Assim, nas concentrações de etileno de 5, 50 e 100 $\mu\text{L/L}$ e na temperatura de 25 °C, toda a cor verde foi perdida, chegando o fruto a alcançar tons alaranjados (a maior que 0), que se mostraram mais intensos nas concentrações maiores. Os frutos do tratamento sem etileno (0 $\mu\text{L/L}$) também apresentaram diminuição na intensidade de cor verde, porém permanecendo o a negativo (Figura 7b). Resultados esses semelhantes aos encontrados por Ladaniya (2000) para a tangerina 'Nagpur', embora tenha usado temperatura de 27-29 °C e os frutos tivessem apenas 50% da casca verde no início do tratamento

A intensidade de cor amarela dos frutos (b) variou muito pouco entre as temperaturas e apenas nas concentrações de etileno de 5 e 50 $\mu\text{L/L}$, enquanto naquelas de 0 e 100 $\mu\text{L/L}$ não houve variações (Figura 7c).

A interação entre os parâmetros L , a e b compõe a diferença global de cor (DC), que se elevou com o aumento da temperatura, nas diferentes concentrações de etileno, alcançando máximo valor na temperatura de 25 °C (Figura 8). Dada a pequena diferença entre as concentrações entre 5 e 100 $\mu\text{L/L}$, percebeu-se que acima de 5 $\mu\text{L/L}$ não há resposta significativa em termos de aumento da DC a 25 °C e após 144 horas de início do tratamento (Figura 9), resultado próximo ao obtido para o efeito das concentrações de etileno nos teores de pigmentos (Figura 4). Esses resultados se assemelham aos encontrados por Ahrens e Barmore (1987), que não obtiveram resposta, em termos de desverdecimento acima de 10 $\mu\text{L/L}$, em pomelo 'Marsh' e tangerina 'Robinson'.

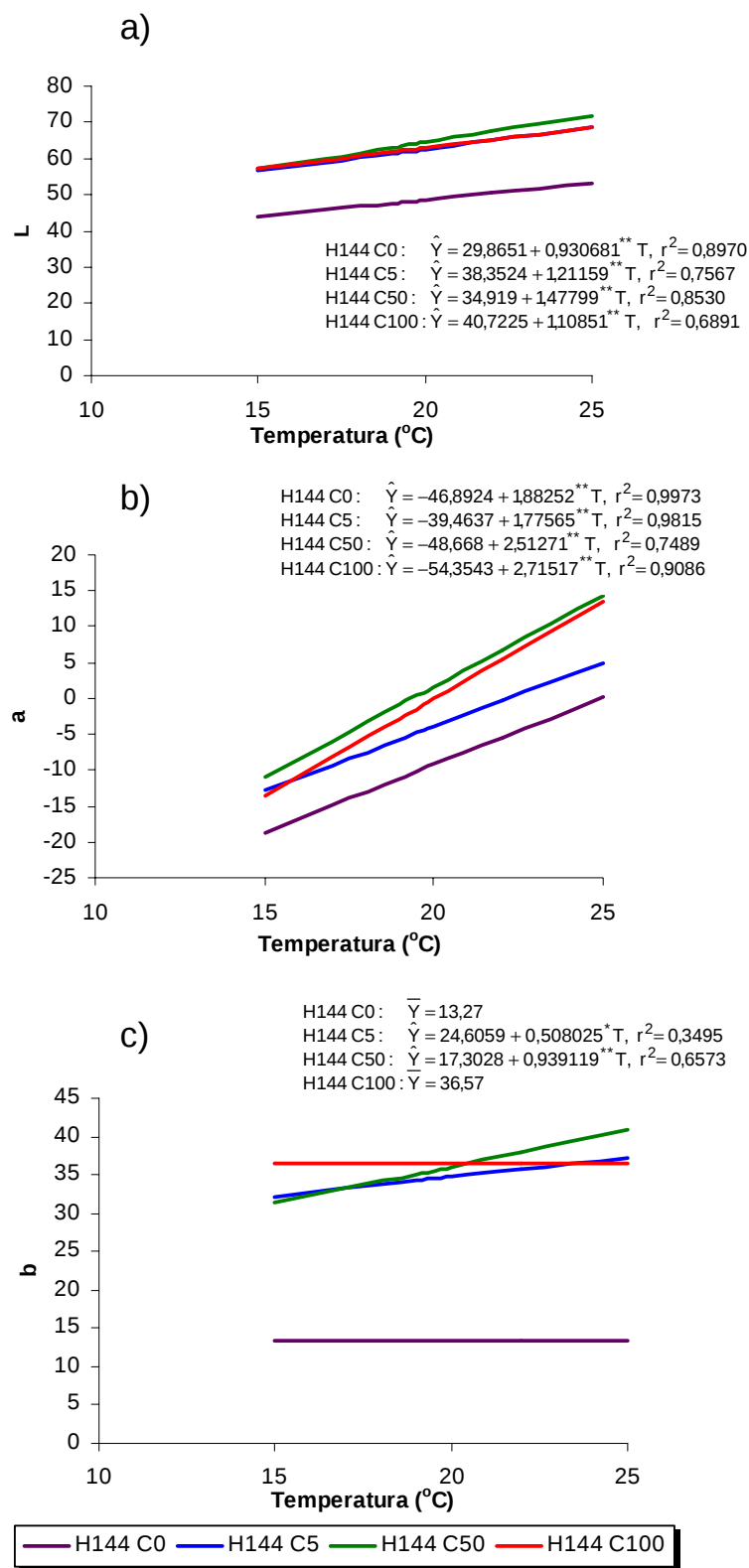


Figura 7 – Variações da cor dos frutos, indicadas pelas estimativas dos parâmetros L^* (a) a^* (b) e b^* (c) em função da temperatura (T), após 144 horas do início da aplicação do etileno (H144) nas concentrações de etileno de 0, 5, 50 e 100 $\mu\text{L/L}$, respectivamente C0, C5, C50 e C100.

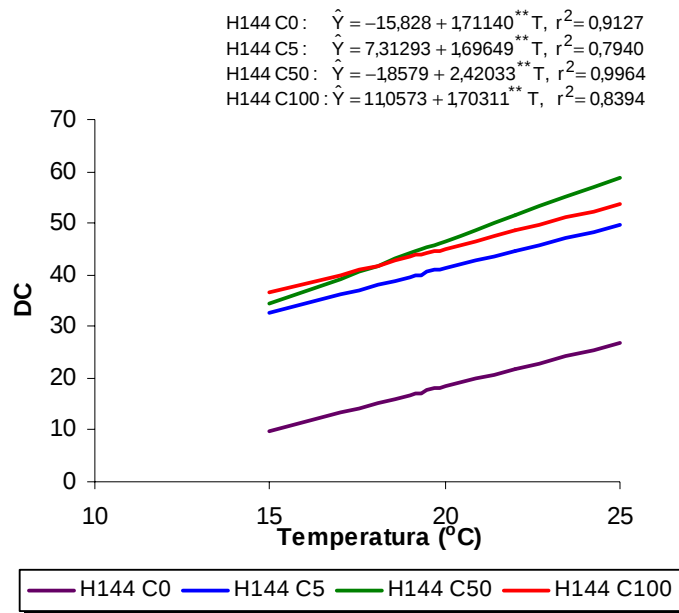


Figura 8 – Estimativa da diferença global de cor (DC), em função da temperatura (T), após 144 horas do início da aplicação do etileno da (H144), nas concentrações de etileno de 0, 5, 50 e 100 $\mu\text{L/L}$, respectivamente C0, C5, C50 e C100.

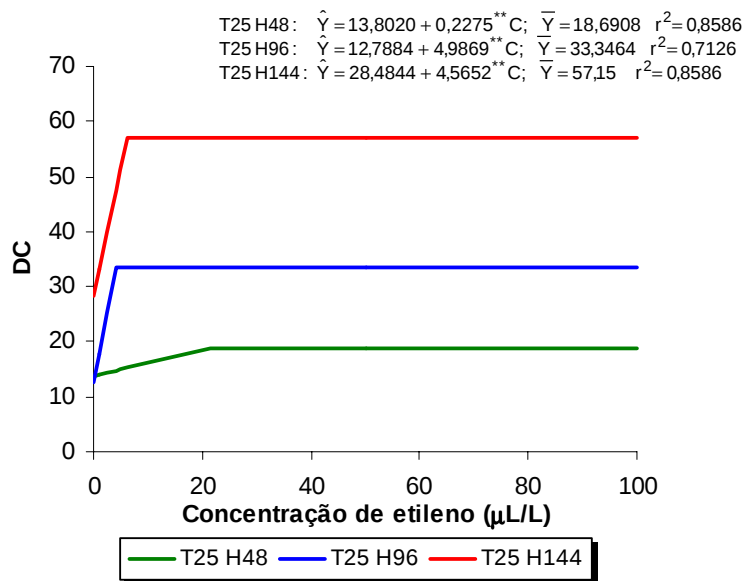


Figura 9 – Estimativa da diferença global de cor (DC), em função das concentrações de etileno (C), após 48, 96 e 144 horas do início da aplicação do etileno, respectivamente H48, H96 e H144, na temperatura de 25 °C (T25).

Pela análise individual dos parâmetros L , a e b feita anteriormente, verificou-se que o parâmetro a foi o que exerceu maior peso na DC em relação à temperatura, no tempo de 144 horas, pois o parâmetro b manteve-se praticamente constante, enquanto o L teve pequena variação.

Na concentração de etileno de 0 $\mu\text{L/L}$, também se observou aumento linear da DC de 15 °C para 25 °C, embora tenha sido bem menor que nas demais concentrações de etileno. Isso indica que o tratamento sem etileno foi o que propiciou a menor troca de cor, permanecendo os frutos ainda verdes nesse tratamento, como se verifica na Figura 12.

No caso da evolução da cor ao longo dos tempos de avaliações para a temperatura de 25 °C (Figura 10), verificou-se que os parâmetros L , a e b aumentaram em todas as concentrações ao longo do tempo, exceto na concentração de 0 $\mu\text{L/L}$ em b (Figura 10c), que se manteve constante. Nos parâmetros L e b (Figuras 10a e 10c), a diferença entre as concentrações de etileno de 5, 50 e 100 $\mu\text{L/L}$ foi pequena, aumentando igualmente de 48 para 144 horas, à medida que também se distanciam do tratamento sem etileno (0 $\mu\text{L/L}$). Já, no parâmetro a (Figura 10b), as concentrações de etileno de 5, 50 e 100 $\mu\text{L/L}$ progrediram linearmente de cores verdes para tons alaranjados (valores positivos), sendo os maiores valores de a alcançados nas concentrações de etileno de 50 e 100 $\mu\text{L/L}$, enquanto no tratamento sem etileno (0 $\mu\text{L/L}$) se manteve ainda verde (a negativo), como demonstrado na Figura 13.

A DC (Figura 11) confirma a maior variação de cor com o aumento do tempo após o início dos tratamentos a 25 °C, ressaltando-se que os tratamentos com etileno diferem significativamente daquele sem etileno (0 $\mu\text{L/L}$), ao final do tempo de desverdecimento. Tais resultados indicam o efeito positivo da temperatura e do etileno no desverdecimento da tangerina 'Poncã'. Entretanto, divergem de Castro et al. (1994), que trabalhando com o mesmo cultivar e testando concentrações de etileno entre 0 e 400 $\mu\text{L/L}$, com períodos de aplicação entre 72 e 120 horas em temperatura ambiente, não observaram efeito significativo do etileno sobre o desverdecimento dos frutos.

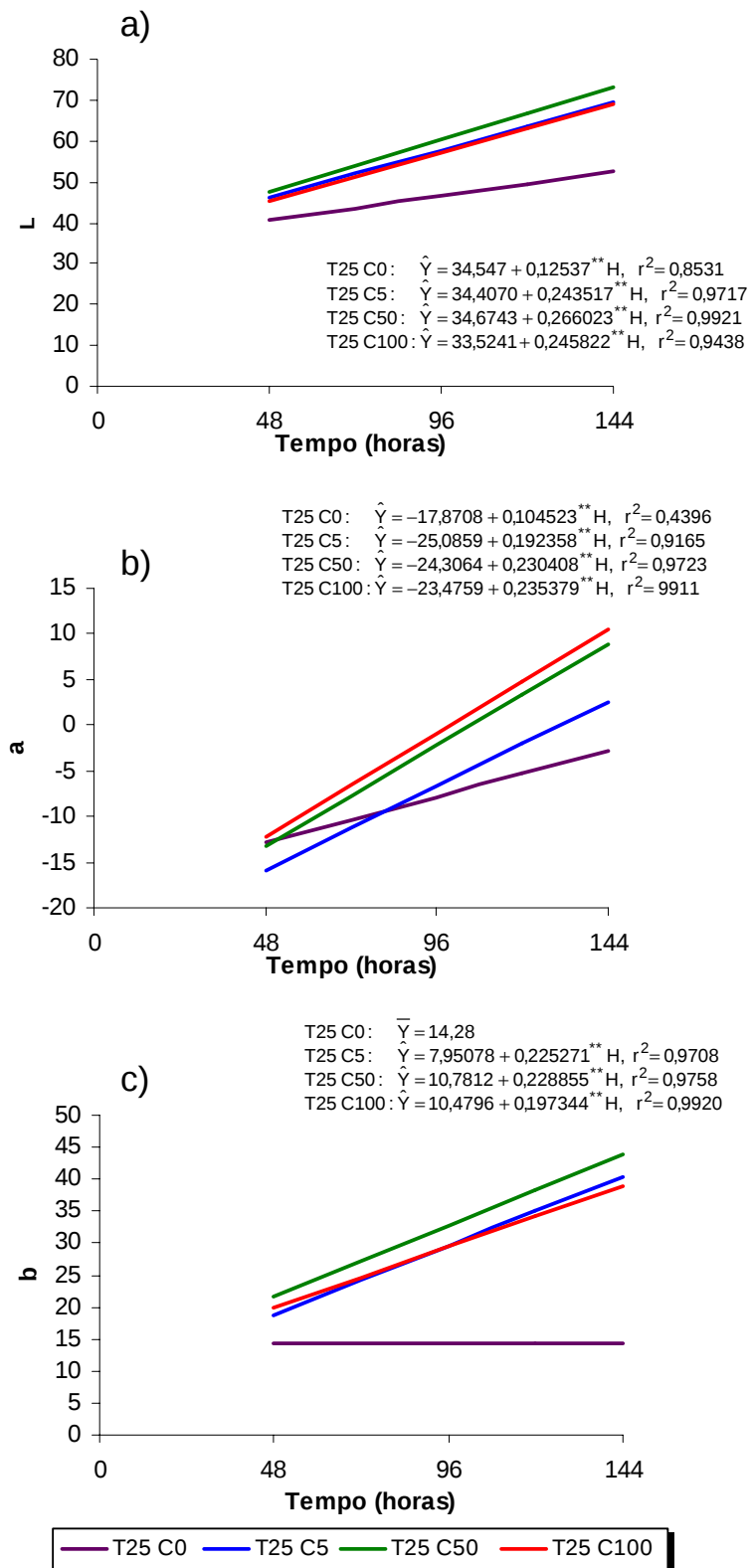


Figura 10 – Variações da cor dos frutos, indicadas pelas estimativas dos parâmetros L (a), a (b) e b (c) em função dos tempos de avaliações (H), na temperatura de 25 °C (T25) e nas concentrações de etileno de 0, 5, 50 e 100 $\mu\text{L/L}$, respectivamente C0, C5, C50 e C100.

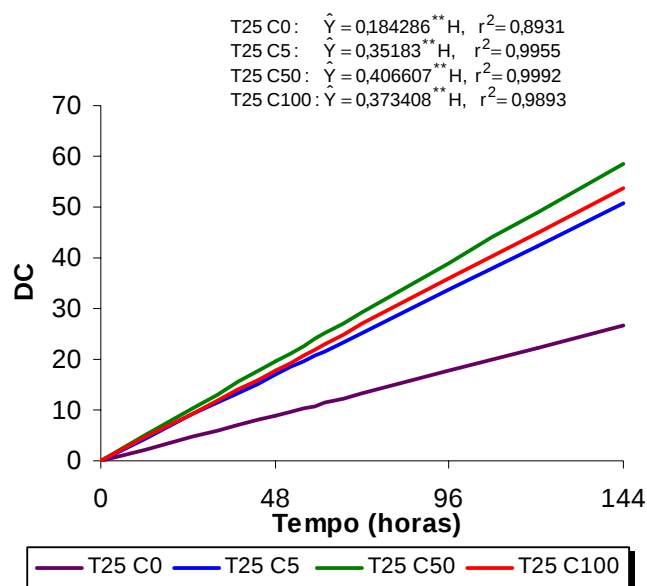


Figura 11 – Estimativa da diferença global de cor (DC), em função dos tempos de avaliações (H), na temperatura de 25 °C (T25) e nas concentrações de etileno de 0, 5, 50 e 100 µL/L, respectivamente C0, C5, C50 e C100.

O desverdecimento, embora tenha sido efetivo, não alcançou a coloração típica da ‘Poncã’ obtida naturalmente com os frutos na planta, que consistiu num alaranjado intenso. Mesmo nas condições de máximo desverdecimento, a cor alcançada foi um amarelo intenso, tendendo para alaranjado (Figuras 12 e 13). Isso provavelmente se deva ao fato de os frutos terem sido colhidos com a cor totalmente verde, pois, de acordo com Sala et al. (1988), quanto mais verdes os frutos e quanto menor a mudança de cor dos frutos colhidos, menor a intensidade de cor alcançada com o desverdecimento.

O fato de os frutos terem sido colhidos mais verdes e com a casca mais rígida propiciou, contudo, baixíssima incidência de podridões pós-colheita; ressaltando que os frutos desverdecidos deixados na bancada do laboratório após o término do experimento, embora sofrendo perda de massa com o passar do tempo, foram descartados sem estarem apodrecidos. Esse comportamento é bastante favorável, já que frutos colhidos na época de safra com a coloração típica alaranjada geralmente apresentam casca mole e “bufado”. Isso consiste em um distúrbio fisiológico que ocorre no final do processo de amadurecimento do fruto, principalmente em tangerinas, devido a

um surto de expansão do exocarpo, que não é acompanhado pela expansão do endocarpo, o que gera separação entre ambos, formando uma bolsa de ar (Davies e Albrigo, 1994). Esse processo ocorre paralelamente à pigmentação natural da casca, eleva as perdas na colheita e no transporte e inviabiliza, inclusive, a exportação da tangerina 'Poncã'. Nesse sentido, o desverdecimento surge como uma alternativa, requerendo, portanto, mais pesquisas para testar tais possibilidades.

4.2.1. Problemas de manchas na casca

Durante o processo de desverdecimento foram detectados distúrbios fisiológicos, relacionados às concentrações de etileno de 50 e 100 $\mu\text{L/L}$. Embora tenham resultado em maiores valores de DC, até ligeiramente melhores que a concentração de 5 $\mu\text{L/L}$, essas concentrações, associadas às temperaturas mais altas (20 °C e 25 °C), propiciaram o aparecimento de lesões ou queimaduras de cor marrom na casca de alguns frutos desses tratamentos (Figura 14). As lesões apareceram como manchas irregulares em diferentes partes dos frutos afetados, sem um padrão de ocorrência definido, e, em alguns casos, evoluíram, tornando todo o fruto de cor marrom e com a casca dura e ressecada. A proporção de frutos afetados e a extensão das manchas foram tanto maiores quanto maiores foram a concentração e a temperatura, com a ressalva de que, na concentração de etileno de 100 $\mu\text{L/L}$ sob 25 °C, apareceu a maior quantidade de frutos lesionados e em maiores áreas destes.

As manchas apareciam após 96 horas de tratamento, somente em frutos muito desverdecidos, aumentando a proporção de frutos afetados e a extensão das manchas por fruto após 144 horas de início dos tratamentos. A precocidade no aparecimento dessas manchas e a sua evolução entre 96 e 144 horas de tratamento também aumentaram proporcionalmente à concentração e à temperatura.

A 15 °C, mesmo após 144 horas e sob a concentração de 100 $\mu\text{L/L}$ de etileno, não se verificou o aparecimento de manchas.

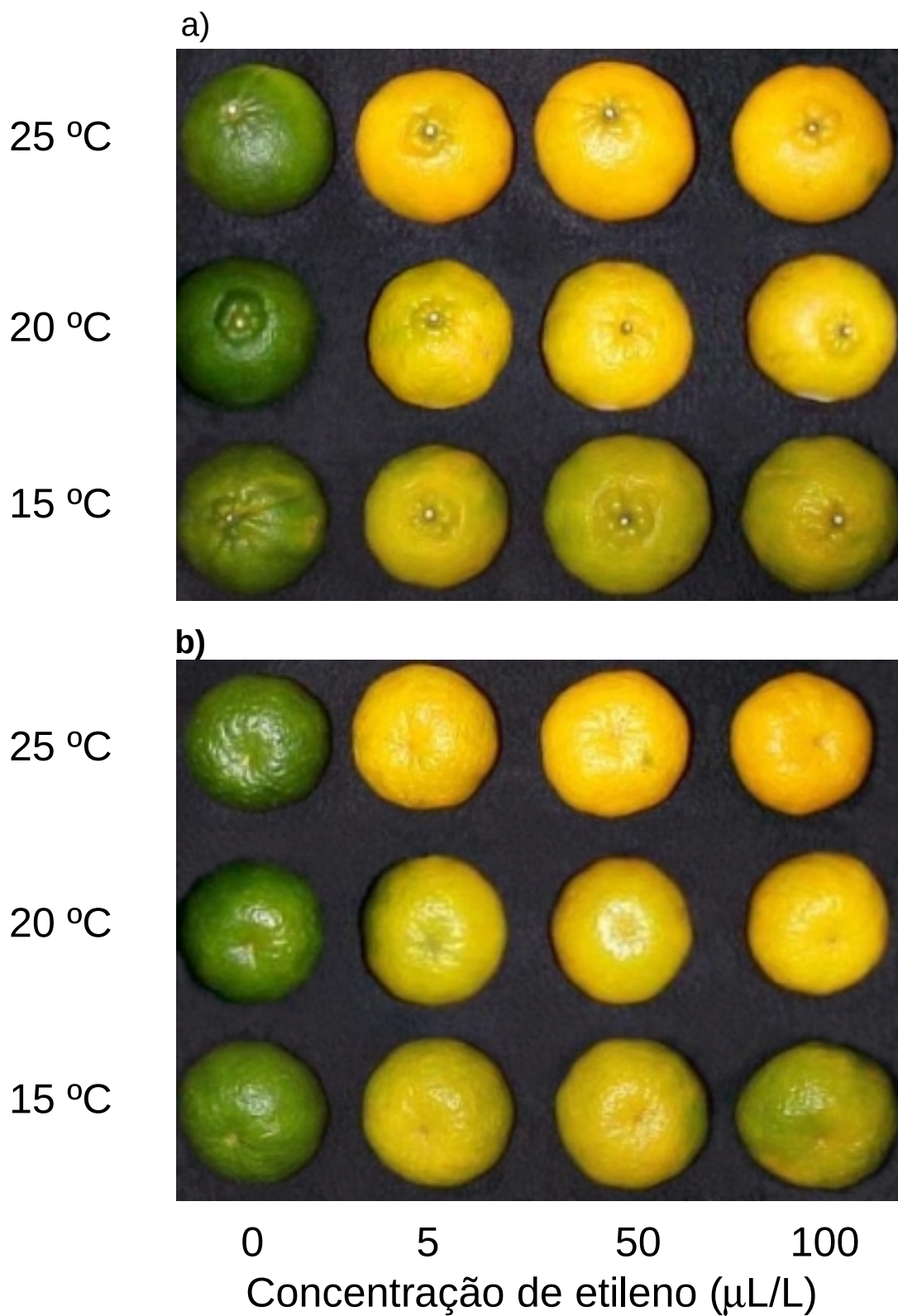


Figura 12 – Coloração no ápice (a) e na base (b) dos frutos, em função das diferentes temperaturas e concentrações de etileno, após 144 horas do início dos tratamentos.

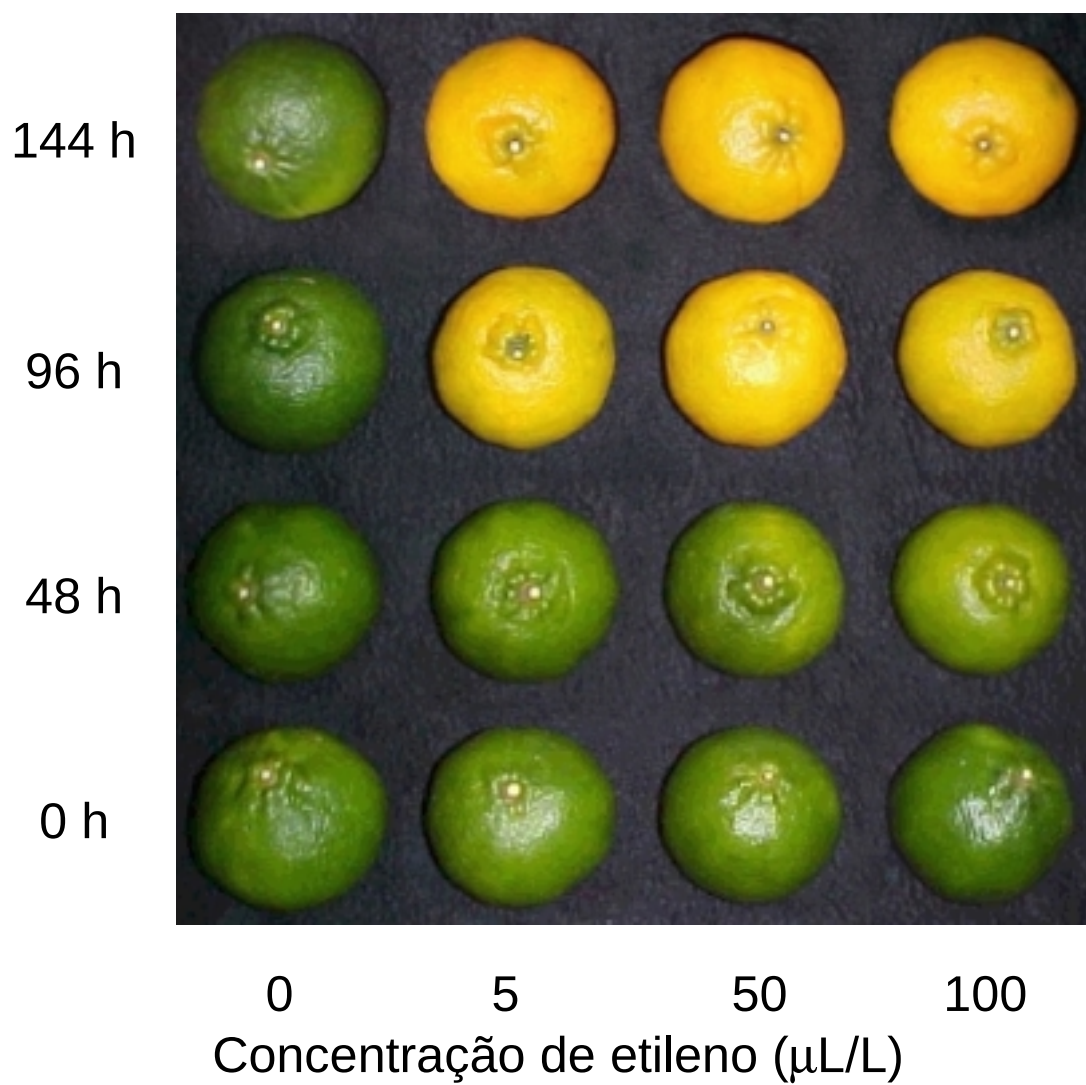


Figura 13 – Coloração dos frutos, em função dos diferentes tempos de avaliações (horas) e concentrações de etileno, na temperatura de 25 °C.

a)



b)



Figura 14 – Manchas na casca dos frutos após 144 horas do início dos tratamentos, em concentrações de etileno de 50 e 100 $\mu\text{L/L}$, nas temperaturas de 20 °C (a) e 25 °C (b).

O aparecimento das manchas na tangerina `Poncã´ se deveu, portanto, à interação de altas temperaturas (20 a 25 ° C) e altas concentrações de etileno (50 a 100 µL/L). De acordo Amat (1988), altas concentrações desse gás podem causar queimaduras, especialmente, em frutos de casca fina, como Clausellinas e Clementinas, ressaltando-se que, em alguns casos, o aparecimento de manchas poderia ocorrer vários dias depois dos tratamentos. Semelhantemente, Pividal (1980) relatou queimaduras em frutos de limão `Eureka´ e tangerina `Dancy´, causadas pela sensibilidade a altas concentrações de etileno (25 a 50 µL/L).

Muitas variedades cítricas, entretanto, parecem não ser afetadas por esse distúrbio fisiológico, pois, em muitos estudos com desverdecimento de citros, utilizaram-se altas concentrações de etileno sob diferentes temperaturas, não havendo relatos de queimaduras ou manchas na casca. Knee et al. (1988) aplicaram, em frutos de laranja `Washington Navel´, concentrações de etileno de até 1.250 µL/L, por vários dias, à temperatura de 25 °C. Ladaniya (2000) utilizou, em frutos de tangerina `Nagpur´, concentrações de até 100 µL/L, na temperatura de 27-29 °C, em 48 horas de tratamento. Ahrens e Barmore (1987) aplicaram, em frutos de três diferentes espécies cítricas, concentrações de etileno de até 250 µL/L, em temperaturas de até 29,4 °C, por 96 horas de tratamento. Em todos esses casos, as concentrações de etileno foram mantidas por um sistema de fluxo contínuo de ar, que não permitiu acúmulo de CO₂ ou decréscimo excessivo nas concentrações de O₂.

Petracek et al. (1998), estudando uma desordem fisiológica de pós-colheita, chamada de "pitting", que ocorre em frutos de uma tangerina híbrida `Fallglo´, verificaram que essa desordem não é causada pela exposição ao etileno, sendo estimulada pelo armazenamento de frutos tratados com cera, a temperaturas acima de 15,5 °C. Nesses frutos, a cera propiciava aumento dos níveis internos de CO₂ e diminuição dos níveis internos de O₂. Entretanto, esses autores não conseguiram estabelecer uma relação satisfatória do efeito da concentração desses gases com o "pitting".

Cohen (1981) expôs frutos de tangerina `Satsuma´ a concentrações de etileno de 500 a 1.000 µL/L por 15 horas, sem troca de ar, à temperatura de 20-25 °C. Cohen (1973), estudando composição atmosférica de gases durante o

desverdecimento de laranja 'Shamouti', verificou concentrações de CO₂ de até 20% em ambiente onde os frutos foram mantidos fechados por 60 horas. Em nenhum desses trabalhos, o referido autor relatou ocorrência de lesões ou queimaduras nos frutos.

Wild (1990) atribuiu as manchas e lesões, consideradas queimas causadas por etileno, ao desenvolvimento de antracnose, por ocasião da quebra de dormência de infecções latentes de *Colletotrichum gloeosporioides*. Segundo esse autor, a concentração de 100 µL/L de etileno estimula o aparecimento de lesões, não havendo aumento da sua incidência em concentrações maiores. Ele recomendou a lavagem dos frutos com escovas (método industrial) e, ou, tratamento com benomyl em pós-colheita, bem como a diminuição das concentrações de etileno como forma de evitar, ou controlar, o aparecimento das lesões.

Essa pode ser uma explicação para o aparecimento das manchas ou lesões nos frutos da tangerina 'Poncã', pois a lavagem dos frutos foi apenas em água corrente, sem o uso de escovas, e não se fez o tratamento antifúngico. Entretanto, a forma de aparecimento das lesões e o fato de estas não avançarem em muitos frutos, permanecendo como pequenas manchas localizadas, são difíceis de serem explicados. Além disso, a maneira como a temperatura e o etileno estariam ligados ao processo permanece uma incógnita, carecendo, portanto, de mais estudos.

4.3. Parâmetros de qualidade interna dos frutos

Os sólidos solúveis totais (SST) e a acidez total titulável (ATT) são tidos como parâmetros de qualidade do suco de frutos cítricos. A razão entre eles, ou seja, a relação SST/ATT, é considerada um índice de colheita, estando também associada à palatabilidade dos frutos (Nogueira, 1984), o que permite obter um intervalo de valores no qual o suco mantém um padrão aceitável ao consumo.

Embora os frutos colhidos para a execução deste trabalho tivessem a casca totalmente verde, eles já continham índices de qualidade suficientes para a colheita, de acordo com as normas de classificação de tangerinas do Programa Brasileiro para a Melhoria dos Padrões Comerciais e Embalagens de

Hortigranjeiros (2000), que recomenda que os frutos de tangerina `Poncã` sejam colhidos com no mínimo 9,0% de SST e relação SST/ATT de 9,5.

Tanto para a ATT quanto para a relação SST/ATT (R), verificou-se efeito significativo somente ao longo do tempo (horas) (Quadro 3).

Quadro 3 – Resumo das análises de variância dos sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT) e relação SST/ATT (R)

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio		
		SST	ATT	R
Temperatura (T)	2	0,67796*	0,00919 ^{ns}	2,1702 ^{ns}
Concentração (C)	3	0,17157 ^{ns}	0,01726 ^{ns}	7,7950 ^{ns}
C x T	6	0,19079 ^{ns}	0,01541 ^{ns}	9,1872 ^{ns}
Erro A	36	0,14898	0,01250	3,9430
Tempo (H)	2	1,20953**	0,04534*	23,8063**
C x H	6	0,45791*	0,005406 ^{ns}	1,5394 ^{ns}
H x T	4	1,36871**	0,01325 ^{ns}	1,8127 ^{ns}
C x H x T	12	0,21558 ^{ns}	0,01779 ^{ns}	6,5701 ^{ns}
Resíduo	72	0,15498	0,01225	4,1825
Média Geral		9,60	0,70	14,04
CV Parcela		4,0995	15,803	14,571
Cv Subparcela		4,0193	15,960	14,148

** e * F significativos a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

^{ns} F não-significativo a 5% de probabilidade.

Já, para os SST, observou-se efeito significativo de temperatura (T), tempo (H) e das interações C x H e H x T (Quadro 3). Desdobrando essas interações, verificou-se que a concentração de etileno de 100 µL/L propiciou um ligeiro aumento ao longo dos períodos de avaliações, enquanto as demais concentrações permaneceram constantes (Figura 15). Já nas temperaturas de 15 °C e 20 °C houve ligeiro aumento nos SST, enquanto na temperatura de 25 °C se percebeu um pequeno decréscimo destes ao longo dos períodos de avaliações (Figura 16). Entretanto, na temperatura de 25 °C (Figura 17) ou na concentração de etileno de 5 µL/L (Figura 18), condições que propiciaram melhor qualidade no desverdecimento, verificou-se que houve pequena variação dos SST. Isso ocorreu apenas na concentração de etileno de 50 µL/L, ao longo dos períodos de avaliações (Figura 17), não havendo variação alguma nas diferentes temperaturas ao longo desses períodos (Figura 18).

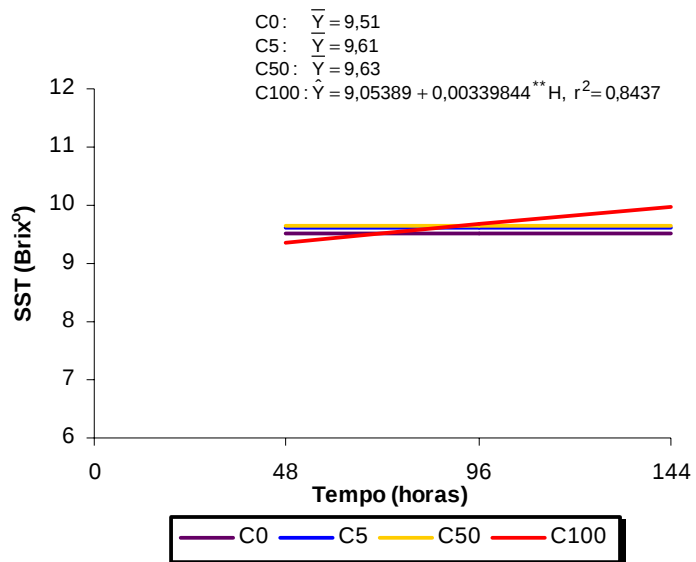


Figura 15 – Estimativa dos sólidos solúveis totais (SST), em função dos períodos de avaliações (H), nas concentrações de etileno de 0, 5, 50 e 100 $\mu\text{L/L}$, respectivamente C0, C5, C50 e C100.

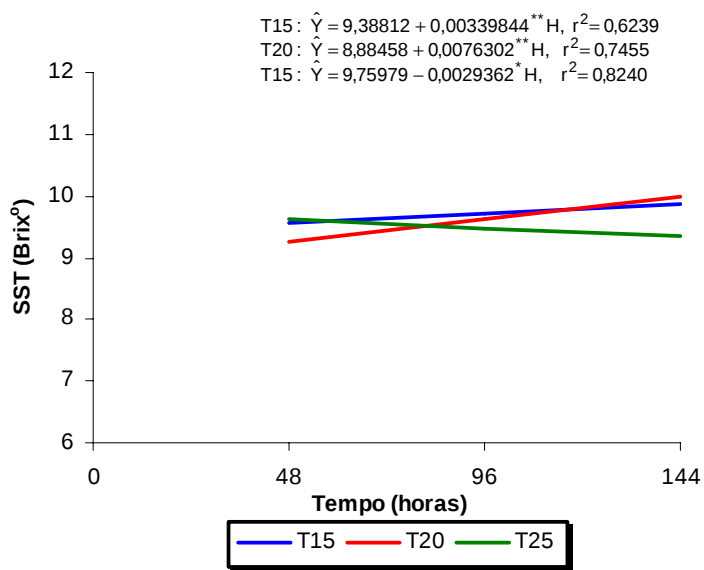


Figura 16 – Estimativa dos sólidos solúveis totais (SST), em função dos períodos de avaliação (H), nas temperaturas de 15, 20 e 25 $^{\circ}\text{C}$, respectivamente T15, T20 e T25.

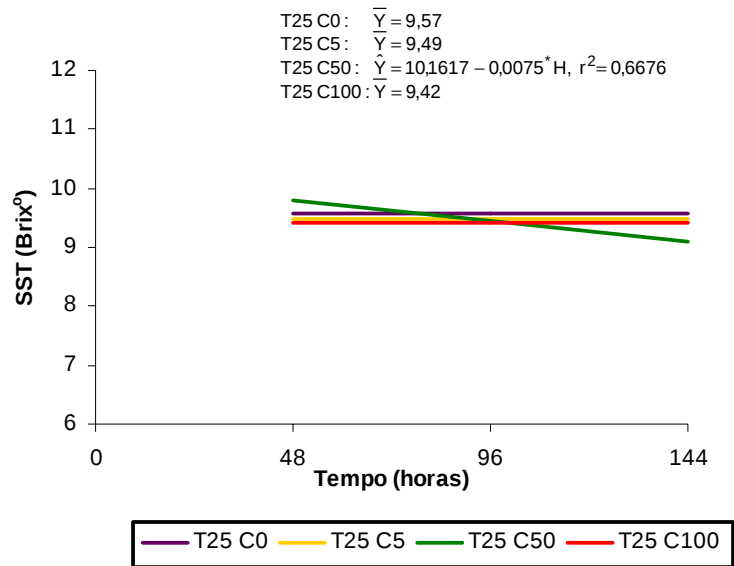


Figura 17 – Estimativa de sólidos solúveis totais (SST) em função dos tempos de avaliações (H), na temperatura de 25 °C (T25) e nas concentrações de etileno de 0, 5, 50 e 100 µL/L, respectivamente C0, C5, C50 e C100.

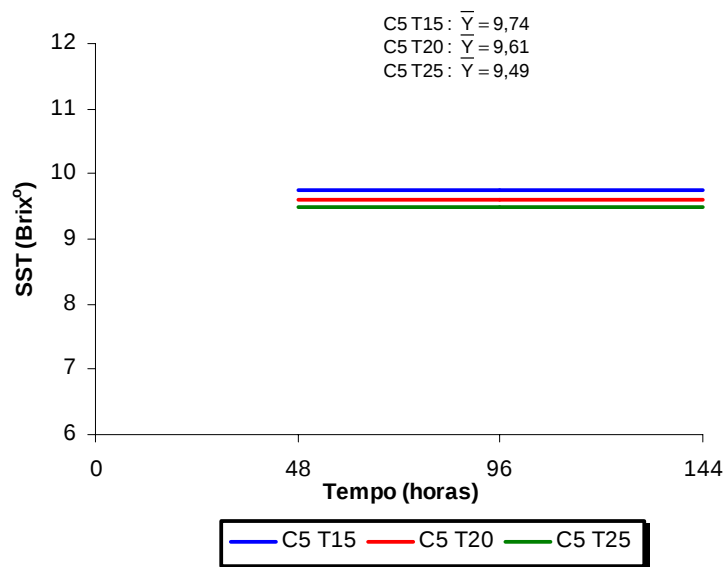


Figura 18 – Estimativa de sólidos solúveis totais (SST) em função dos tempos de avaliações (H), na concentração de etileno de 5 µL/L (C5) e nas temperaturas de 15, 20 e 25 °C, respectivamente, T15, T20 e T25.

Esses resultados indicam que as diferentes concentrações de etileno nas condições de temperatura testadas, sobretudo a 5 $\mu\text{L/L}$ de etileno e 25 °C, não afetaram significativamente SST, ATT e SST/ATT durante o desverdecimento da tangerina 'Poncã'. Resultados semelhantes foram obtidos por Cohen (1981), testando diferentes condições de desverdecimento para a tangerina 'Satsuma'. Entretanto, Ladaniya (2000), estudando o desverdecimento de tangerina 'Nagpur', com concentrações de etileno entre 5 e 100 $\mu\text{L/L}$, observou diminuição da ATT e aumento dos SST nos frutos tratados em comparação com os não-tratados. Coelho et al. (1981), utilizando diferentes concentrações de ethephon para desverdecimento de laranja, não verificaram variação na ATT, nos SST e na relação SST/ATT.

Todos os parâmetros de qualidade (Quadro 3) — SST, ATT e relação SST/ATT — foram, entretanto, significativos para a variável tempo (H), variando, portanto, em função dos períodos de avaliações (Figura 19). Estas, embora pequenas e sem afetar a qualidade de comercialização dos frutos, foram significativas. Assim, de 48 até 144 horas após o início dos tratamentos, ATT abaixou e SST tiveram um ligeiro aumento, de modo a propiciar um incremento na relação SST/ATT de 13,4 para 14,7 (Figura 19). Tal comportamento é semelhante ao descrito para o amadurecimento dos frutos na planta (Koller, 1994), contudo os citros são classificados como não-climatéricos e, portanto, incapazes de continuar o amadurecimento após a colheita (Kader, 1999).

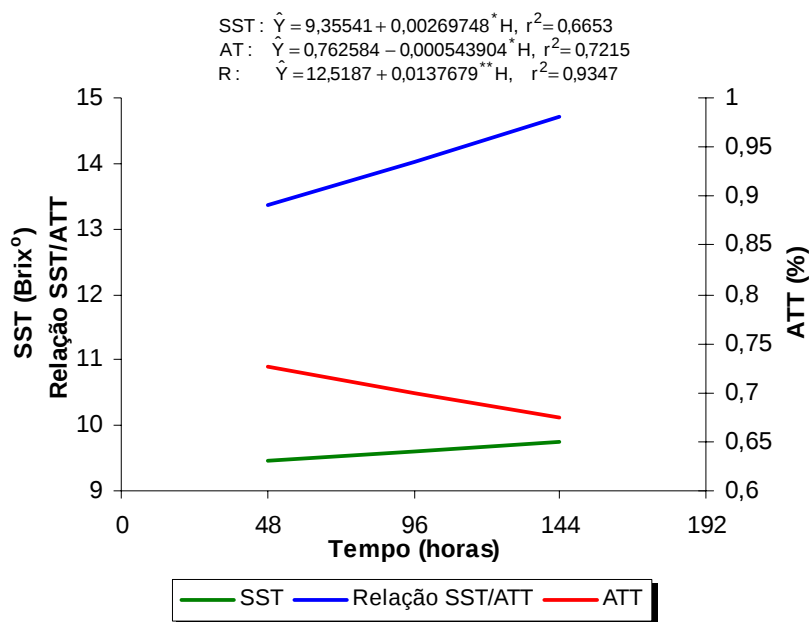


Figura 19 – Estimativa dos teores de sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT) e relação SST/AT, em função dos tempos de avaliações (H).

4.4. Perda de massa

Enquanto os frutos permaneceram nos baldes sob tratamento com etileno, a perda de massa foi mínima (Figura 20). Como os baldes foram hermeticamente vedados, o ambiente foi rapidamente saturado logo após o fechamento dos baldes, e estes permaneciam abertos por apenas 30 minutos a cada 12 horas, tempo insuficiente para gerar perda significativa de massa. Desse modo, até 96 horas do início dos tratamentos a perda de massa acumulada dos frutos foi inferior a 1%, sendo igual em todas as concentrações de etileno. Entretanto, quando os frutos foram colocados no ambiente, a uma temperatura média diária de 26 °C, a taxa de perda de água aumentou substancialmente.

A perda de água diária entre 96 e 192 horas foi de cerca de 1%, estando de acordo com Castro (1989), que afirmou que em frutos mantidos à temperatura elevada, sem tratamento protetor, pode ocorrer perda de peso numa taxa diária de 1 a 2%.

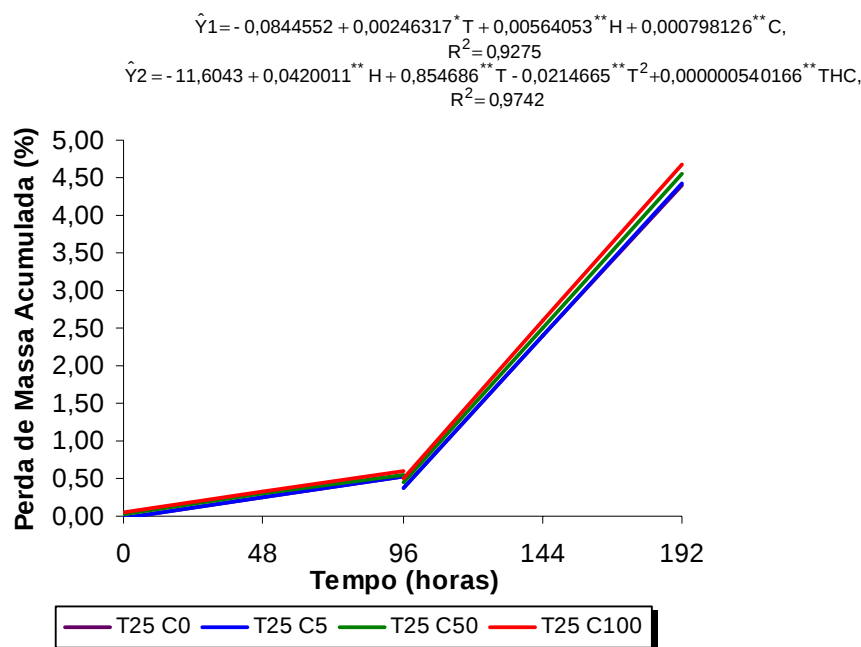


Figura 20 – Estimativa da perda de massa acumulada em função dos tempos de avaliações (H), à temperatura de 25 °C (T25), nas concentrações de etileno de 0, 5, 50 e 100 µL/L, respectivamente C0, C5, C50, C100. $\hat{Y}_1$ e $\hat{Y}_2$ referem-se aos modelos estatísticos para o intervalo de tempo entre 0 e 96 horas e 96 e 192 horas, respectivamente, sendo T, H e C temperaturas, tempos de avaliações e concentrações de etileno, respectivamente.

Observou-se também (Figura 20) que o efeito das diferentes concentrações de etileno na perda de massa dos frutos após estes serem colocados no ambiente foi muito pequeno, variando menos que 0,2% no último período avaliado (192 horas). Resultado semelhante foi obtido por Castro et al. (1991b), que, tratando frutos de tanger 'Murcott' por 72 horas com concentrações de etileno de 1, 5 e 10 µL/L, não encontraram diferenças de perda de massa entre os frutos tratados e os não-tratados (controle), após o desverdecimento e, posteriormente, durante o armazenamento a 5-6 °C por oito semanas.

Castro et al. (1991a) também não verificaram diferença de perda de massa entre frutos de tanger 'Murcott' tratados com 10 µL/L e não-tratados, colocados por duas semanas em temperatura ambiente (simulando um período de comercialização), após cinco semanas de armazenamento a frio. A

porcentagem de massa perdida pelos frutos à temperatura ambiente foi por volta de 9% por semana.

De acordo com Wardlaw (1933), citado por Castro (1989), limas ácidas podem perder entre 12 e 14% do seu peso sem que haja nos frutos sinais de enrugamento. Entretanto, além desse limite, a desidratação gera efeitos marcantes na casca, depreciando a aparência do fruto e reduzindo, sensivelmente, seu valor comercial.

No experimento, a perda de massa acumulada total foi menor que 5% ao final de oito dias do início dos tratamentos, no entanto os frutos pareciam mais flexíveis ao tato, ainda que sem um sintoma visual típico de murchamento.

5. CONCLUSÕES

O resultados deste estudo permitiram as seguintes conclusões:

- O desverdecimento mostrou-se um método eficiente para melhorar a qualidade visual da tangerina `Poncã`, conseqüentemente surgindo como alternativa para a antecipação da colheita de frutos que já tenham alcançado índices de maturidade interna.
- Ao final do desverdecimento, a temperatura de 25 °C propiciou a maior degradação da clorofila e a melhor coloração final dos frutos, nas concentrações de etileno entre 5 e 100 µL/L.
- Concentrações de 50 e 100 µL/L de etileno, nas temperaturas de 20 e 25 °C, propiciaram o desenvolvimento de desordens fisiológicas, com o aparecimento de manchas na casca, depreciando os frutos.
- Não houve resposta, com relação à degradação da clorofila em concentrações de etileno superiores a 5 µL/L.
- Os melhores resultados no desverdecimento da tangerina `Poncã` foram obtidos com a concentração de 5 µL/L, na temperatura de 25 °C.
- O tratamento com etileno não implicou aumento na perda de massa dos frutos durante o período de avaliação experimental.
- O desverdecimento não alterou as características de qualidade interna dos frutos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABELES, F.B.; MORGAN, P. W.; SALTVEIT JR., M.E. **Ethylene in plant biology**. 2nd. ed., San Diego: Academic Press Inc., 1992. 414 p.

AGRIANUAL. **Anuário Estatístico**. São Paulo: FNP – Consultoria e Comércio, 2003. p. 295-332.

AGRIANUAL. **Anuário Estatístico**. São Paulo: FNP – Consultoria e Comércio, 2000. p. 318-330.

AHRENS, M. J.; BARMORE, C. R. Interactive effects of temperature and ethylene concentration on postharvest color development in citrus. **Acta Horticulturae**, n. 201, p. 21-27, 1987.

ALBERT, A.; CUNQUERELLA, J.; SANTOS, J. Estudio de la desverdizacion de frutos citricos. **Anuário del Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias (I.N.I.A.): série tecnología agrícola**, n. 5, p. 185-209, 1979.

AMARO, A. A.; VICENTE, M.C.M.; BAPTISTELLA, C.S.L. Citricultura paulista: tecnologia e mão-de-obra. **Informações Econômicas**, v. 31, n. 5, p. 35-47, 2001.

AMAT, S.R. **Defectos y alteraciones de los frutos cítricos en su comercialización**. Comité de Gestión para la Exportación de Frutos Cítricos. España: Editorial Lit Nicolau, 1988. 15 p.

ANVISA – AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Toxicologia**: monografia de produtos agrotóxicos, Brasília, 2003. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 20 fev. 2003.

AOAC – ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of the Association of Analytical Chemistry**. 16 th. ed. Maryland: AOAC, 1998. 2v.

AWAD, M.; CHURATA-MASCA, M.G.C.; SUZUKAWA, Y. Efeito do ácido 2-cloroetilfosfônico (ethephon) no desverdecimento da tangerina 'Ponkan' (*Citrus reticulata* Blanco). **Revista Ceres**, v. 21, n. 116, p. 280-283, 1974.

AZEVEDO, F. A. **Estudo da influência da polinização nas características do tangor 'Murcott' com ênfase na redução do número de sementes**. Campinas, SP: UNICAMP, 2001. 74 f. (Dissertação de Mestrado).

AZNAR, J.S. Produção de frutos cítricos para exportação na Espanha. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS: tratos culturais, 5., 1998, Bebedouro. **Anais...** Bebedouro, SP: Fundação Cargill, 1998. p. 289-304.

AZUMA, R.; KURATA, H.; MASARU, A.; SHIMOKAWA, K. Degreening of *Citrus unshiu* fruits via ethylene – induced soluble chlorophyllase. **Jornal of the Japanese Society for Horticultural Science**, v. 68, n. 3, p. 558-562, 1999.

BARROS, S. A.; RODRIGUEZ, J.D. Efeito da aplicação pré-colheita do GA₃ e do GA₃ + 2,4-D na maturação de frutos da tangerina poncã. **Laranja**, v. 14, n. 2, p. 611-622, 1993.

BARROS, S. A.; RODRIGUEZ, J.D. Efeitos de fitorreguladores na maturação do fruto da tangerina 'Poncã' (*Citrus reticulata* Blanco). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA: negócio agrícola para o século XXI, 13., 1994, Salvador. **Resumos...** Salvador: SBF, 1994. p. 355-356.

BESPALHOK FILHO, J.C.; KOBAYASHI, A.K.; PEREIRA, L.F.P.; VIEIRA, L.G.E. Laranja transgênica. **Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**, n. 23, p. 62-66, 2001.

BIRREN, F. Color e human appetite. **Food Technology**, v. 17, n. 5, p. 45-47, 1963.

BOTEON, M. Mercado de frutas cítricas de qualidade. SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE FRUTICULTURA, 1., 1999, Botucatu. **Anais...** Botucatu, SP: [s.n.], 1999. p. 9-31.

CAMARGO, A.M.M.P.C.; CASER, D.V.; ANEFALOS, L.C.; OLIVETTE, M.P.A. Previsões e estimativas das safras agrícolas no Estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, v. 31, n. 1, p. 104, 2001.

CASTRO P.R.C. Reguladores vegetais na citricultura tropical. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS: tratos culturais, 5., 1998, Bebedouro. **Anais...** Bebedouro: SP: Fundação Cargill, 1998. p. 463-479.

CASTRO, A.M.; DUTRA, L.F.; TAVARES, M.S.W.; ARAÚJO, P.J. Efeito do etileno no desverdecimento de tangerina Ponkan (*Citrus reticulata*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 13., 1994, Salvador. **Resumos ...** Salvador: [s.n.], 1994. p. 483.

CASTRO, J.V. Tecnologia pós-colheita. **Laranja**, v.10, n.1, p. 251-268, 1989.

CASTRO, J.V. de; FERREIRA, V.L.P.; PIO, R.M. Influência da temperatura no desverdecimento e qualidade do tangor murcote. **Laranja**, v. 12, n. 1, p. 211-224, 1991a.

CASTRO, J.V. de; FERREIRA, V.L.P.; YOTSUYANAGI, K. Aplicação pós-colheita de etileno e de ethrel no desverdecimento de Tangor Murcote. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 13, p. 237-242, 1991b.

CASTRO, P.R.C.; MARINHO, C.S.; PAIVA, R.; MENEGUCCI, J.L.P. Fisiologia da produção dos citros. **Informe Agropecuário**, v. 22, n. 209, p. 26-38, 2001.

COELHO, Y. S.; SANTOS FILHO, H. P.; CALDAS, R. C.; CHIACCHIO, F. P. B. Reguladores de crescimento em citros: efeito do ácido giberélico e do ethephon no desenvolvimento e preservação de frutos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 3, n. 1, p. 18-20, 1981.

COGGINS JR., C.W.; HIELD, H.Z. Plant growth regulators. In: REUTHER, W.; BATCHELOR, L.D.; WEBBER, H.B. (Eds.). **The Citrus Industry**. Berkeley: California Division of Agricultural Sciences; University of California, 1968. v.2, p. 372-389.

COHEN, E. Effects of oxygen, carbon dioxide, ethylene and volatile compounds in the atmosphere on citrus degreening. In: CONGRESO MUNDIAL DE CITRICULTURA, 1., 1973, Murcia. **Anais...** Murcia: [s.n.], 1973. v. 3, p. 297-301.

COHEN, E. Methods of degreening Satsuma mandarin. **Proceedings of the International Society of Citriculture**. [S.l.:s.n.], 1981. v. 2, p. 748-750.

CONTI, A.B.; HAIRAYAMA, H.; MAGALHÃES, J.S.B. Aspectos práticos da classificação e beneficiamento da laranja. In: ENCONTRO NACIONAL DE CITRICULTURA, 14., 1977, Brasília. **Resumos...** Brasília: [s.n.], 1977. 35 p. (Mimeogr.).

COOPER, W.C.; RASMUSSEN, G.K.; WALDON, E.S. Ethylene evolution stimulated by chilling in Citrus and Persea sp. **Plant Physiology**, v. 44, p. 1194-1196, 1969.

CORRÊA, P.C. **Estudo de los indices de madurez y calidad del aguacate tratado por frio mediante ensayos no destructivos**. Viçosa, MG: UFV, Imp. Univ., 1992. 270 f. (Tese de Doutorado).

CROZIER, A.; KAMIYA, Y.; BISHOP, G.; YOKOTA, T. Biosynthesis of hormones and elicitor molecules. In: BUCHANAN, B.; GRUISSEM, W.; JONES, R. (Eds.). **Biochemistry e molecular biology of plants**. Maryland: American Society of Plant Physiologists, 2000. p. 850-929.

DANGL, J.L.; DIETRICH, R.A.; THOMAS, H. Senescence and programmed cell death. In: BUCHANAN, B.; GRUISSEM, W.; JONES, R. (Eds.). **Biochemistry e molecular biology of plants**. Maryland: American Society of Plant Physiologists, 2000. p. 1044-1100.

DAVIES, F.S.; ALBRIGO, L.G. **Citrus**. Wallingford: CAB Internacional, 1994. 283 p.

DOMINGUES, M. C. S.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D. Indução do amadurecimento de frutos cítricos em pós-colheita com a aplicação de ethephon. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, n. 3, p. 555-558, 2001.

ESTANISLAU, M.L.L.; BOTEON, M.; CANÇADO JÚNIOR, F.L.; PAIVA, B.M. Laranjas e sucos: aspectos econômicos. **Informe Agropecuário**, v. 22, n. 209, p. 8-20, 2001.

FAO. **Agriculture production**: citrus production. Rome, 2003. Disponível em: <<http://apps.fao.org>>. Acesso em: 30 jan. 2003a.

FAO. **Agriculture production**: tangerine production. Rome, 2003. Disponível em: <<http://apps.fao.org>>. Acesso em: 30 jan. 2003b.

FARIN, D.; IKAN, R.; GROSS, J. The carotenoid pigments in the juice and flavedo of a mandarin hybrid (*Citrus reticulata*) cv Michal during ripening. **Phytochemistry**, v. 22, n. 2, p. 403-408, 1983.

FURCHS, Y.; COHEN, A. Degreening of citrus fruit with Ethrel (Amchem 66-329). **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 94, n. 6, p. 617-618, 1969.

GOLDSCHMIDT, E.E.; HUBERMAN, M.; GOREN, R. Probing the role of endogenous ethylene in the degreening of citrus fruit with ethylene antagonists. **Plant Growth Regulation**, v.12, p.325-329, 1993.

GOSSAUER, A.; ENGEL, N. Chlorophyll catabolism – Structures, mechanisms, conversions. **Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology**, v. 32, p. 141-151, 1996.

GRIERSON, W.; COHEN, E.; KITAGAWA, H. Degreening. In: WARDOWSKI, W.F.; NAGY, S.; GRIERSON W. (Eds.). **Fresh citrus fruits**. New York: An AVI Book, 1986. p. 253-274.

HEATON, J.W.; MARANGONI, A.G. Chlorophyll degradation in processed foods and senescent plant tissues. **Trends in Food Science e Technology**, v. 7, p. 8-15, 1996.

HENDRY, G.A.F.; HOUGHTON, J.D.; BROWN, S.B. The degradation of chlorophyll – A biological enigma. **The New Phytologist**, v. 107, p. 255-302, 1987.

HSU, J.; LU, Y.; YANG, C. Analysis on pigments in the exocarp of orange fruit. **Taiwania**, v. 40, n. 1, p. 83-90, 1995.

INFORMATIVO CENTRO DE CITRICULTURA. **Qualidade é fundamental no cultivo de tangerinas**. Cordeirópolis, SP: Centro APTA de Citros/IAC, 2002. n. 84, 4 p.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos.** São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1985. v. 1, 533 p.

JAHN, O.L. Effects of washing 'Hamlin' orange on chlorophyll and carotenoid changes during degreening. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 100, n. 5, p. 586-588, 1975.

JAHN, O.L. Ethylene concentrations and temperatures for degreening Florida citrus fruits. In: CONGRESO MUNDIAL DE CITRICULTURA, 1., 1973, Murcia. **Anais...** Murcia: [s.n.], 1973. v. 3, p. 291-295.

JIMENEZ CUESTA, M.; CUQUERELLA CAYUELA, J.; MARTINEZ JAVEGA, J.M. **Teoría y práctica de la desverdización de los cítricos.** Hoja Técnica del Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias (I.N.I.A.). [S.l.:s.n.], 1983. n. 26, 22 p.

KADER, A. A. Fruit maturity, ripening, and quality relationships. In: MICHALCZUK, I. (Ed.). Proceeding of the International Symposium on Effect of Pre- and Post Harvest factors on Storage of Fruit. **Acta Horticulturae**, n. 485, p. 203-208, 1999.

KAYS, S.J. **Postharvest physiology of perishable plant products.** New York: An Avi Book, 1991. 532 p.

KITAGAWA, H.; KAWADA, K.; TARUTANI, T. Effectiveness of ethylene degreening of certain citrus cultivars. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 103, n. 1, p. 113-115, 1978.

KNEE, M.; TSANTILI, E.; HATFIELD, G.S. Promotion and inhibition by ethylene of chlorophyll degradation in orange fruits. **The Annals of Applied Biology**, v.113, p.129-135, 1988.

KOLLER, O.L. **Citricultura: laranja, limão e tangerina.** Porto Alegre: Rigel, 1994. 446 p.

LADANIYA, M. S. Response of 'Nagpur' mandarin to degreening by ethylene trickle method, mechanized wax coating and storage at ambient condition. **Journal of Food Science and Technology**, v. 37, n. 2, p. 103-110, 2000.

LICHTENTHALER, H. K. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. **Methods in Enzymology**, v. 148, n. 22, p. 350-382, 1987.

LIEGEOIS, S.; PONS, J.; JUAN, M.; ALMELA, V.; AGUSTÍ, M. Effets de différents traitements sur l'évolution de la maturation de la mandarine Marisol (*Citrus reticulata* Blanco). **Fruits**, v. 50, n. 2, p. 117-124, 1995.

LIMA, L.F.N. **Desverdescimento pós-colheita de laranjas 'Pera' e 'Baianinha' (*Citrus sinensis*, L. (Osbeck)).** Cruz das Almas, BA: Universidade Federal da Bahia, 1993. 41 f. (Dissertação de Mestrado).

MACKINNEY, G. Absorption of light by chlorophyll solutions. **Journal of Biological Chemistry**, v. 144, p. 315-323, 1941.

MALKIN, R.; NIYOGI, K. Photosynthesis. In: BUCHANAN, B.; GRUISSEM, W.; JONES, R. (Eds.). **Biochemistry e molecular biology of plants**. Maryland: American Society of Plant Physiologists, 2000. p. 568-628.

MARUR, C.J.; STENZEL, N.M.C.; RAMPAZZO, E.F.; SCHOLZ, B.S. Ácido giberélico (GA₃) e maturação de frutos das tangerinas 'mexerica montenegrina' e 'poncã'. **Scientia Agrícola**, v. 56, n. 3, p. 517-521, 1999

MATTA, J.P. Aspectos positivos e negativos da citricultura brasileira. **Laranja**, v. 1, n. 10, p. 147-155, 1989.

MAZZUZ, C. F. **Calidad de frutos citricos**: manual para su gestion desde la recoleccion hasta la expedición. [S.l.]: Ediciones de Horticultura, 1996. 317 p.

MEDINA, V.M.; LIMA, L.F. do N. Biossíntese pós-colheita de pigmentos carotenóides em laranja 'Pera'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 15, n. 2, p. 15-19, 1993.

MIZOBUTSI, G.P.; BORGES, C.A.M.; SIQUEIRA, D.L. Conservação pós-colheita da lima ácida 'Tahiti' (*Citrus latifolia* Tanaka), tratada com ácido giberélico e armazenada em três temperaturas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 22 (Número Especial), p. 42-47, 2000.

MOTA, R.V. da; BASSINELLO, P.Z.; MELOTTO, E.; CASTRO, P.C.R. Desverdecimento e conservação em pós-colheita de frutos de kunquat (*Fortunella margarita*, Swingle) em resposta a tratamentos com ethephon e cera. **Scientia Agrícola**, v. 54, n. 3, p. 241-246, 1997.

NADAY, M.J. Descoloração ou desverdecimento. In: MONTENEGRO, H.W.S. (Ed.). **Curso avançado de citricultura**. Piracicaba, SP: USP/ESALQ, 1958. p. 207-212.

NAGAR, P.K. Effect of plant growth regulators on the natural and ethylene induced pigmentation in Kinnow mandarin peels. **Biologia Plantarum**, v. 35, n. 4, p. 633-636, 1993.

NAPIAP – NATIONAL AGRICULTURAL PESTICIDE IMPACT ASSESSMENT PROGRAM. **Citrus commodity**: a biologic and economic assessment of pesticide usage. Florida: U.S. Department of Agriculture, 1999. 34 p.

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

NOGUEIRA, D.J.P. Evaluation of the internal chemical quality of citrus fruits. **Proceedings of the International Society of Citriculture**, v. 1, p. 520-522, 1984.

NOGUEIRA, D.J.P. O clima na citricultura. **Informe Agropecuário**, v. 5, n. 52, 1979. p. 3-13.

PETRACEK, P.D.; MONTALVO, L.; DOU, H.; DAVIS, C. Postharvest pitting of 'Fallglo' tangerine. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 123, n. 1, p. 130-135, 1998.

PIO, R.M. Tangerina para o verão. **Laranja**, v. 14, n. 2, p. 539-549, 1993.

PIVIDAL, F. **Aspectos preliminares sobre la desverdización de la mandarina 'Dancy'**. [S.l.]: Departamento de frutas y Vegetales, CINC, 1980. p. 20 (Informe Técnico).

PORAT, R.; FENG, X.; HUBERMAN, M.; GALILI, D.; GOREN, R.; GOLDSCHMIDT, E.E. Gibberellic acid slows postharvest degreening of 'Oroblanco' citrus fruits. **Hortscience**, v. 36, n. 5, p. 937-940, 2001.

PORAT, R.; WEISS, B.; COHEN, L.; DAUS, A.; GOREN, R.; DROBY, S. Effects of ethylene and 1-methylcyclopropene on the postharvest qualities of 'Shamouti' oranges. **Postharvest Biology and Technology**, v. 15, p. 155-163, 1999.

PROGRAMA BRASILEIRO PARA A MELHORIA DOS PADRÕES COMERCIAIS E EMBALAGENS DE HORTIGRANJEIROS. **Classificação das tangerinas**. [S.l.]: Centro de Qualidade em Horticultura – CEAGESP, 2000. (Panfleto).

PURVIS, A.C. Sequence of chloroplast degreening in Calmondin fruit as influenced by ethylene and AgNO₃. **Plant Physiology**, v. 66, p. 624-627, 1980.

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

REIG, A.; CARRERES, R.; ALBERT, A. Efecto del 2-cloroetanofosfonico (Ethrel) sobre la desverdizacion de la Satsuma y Clementina. **Tecnologia Agricola**, n. 2, p. 67-74, 1975.

RIOV, J.; MONSELISE, S.P.; KAHAN, R.S. Ethylene-controlled induction of phenylalanine ammonia-lyase in citrus fruit peel. **Plant Physiology**, v. 44, p. 631-635, 1969.

SALA, J.M.; MALLENT, D.; PÉREZ-ZÜNIGA, F.; CUNAT, P. La evolución del color de naranjas y mandarinas en el proceso de desverdizacion com etileno. **Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos**, v. 28, n. 4, p. 556-558, 1988.

SAMSOM, J.A. **Tropical fruits**. New York: Longman, 1980. 250 p. (Tropical Agriculture Series).

SOUZA, M.; LOBATO, L.C. Citricultura em Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, v. 22, n. 209, p. 5-7, 2001.

STEWART, I.; WHEATON, T.A. Carotenoids in citrus: their accumulation induced by ethylene. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 20, n. 2, p. 448-449, 1972.

STEWART, I.; WHEATON, T.A. Effects of ethylene and temperature on carotenoid pigmentation of citrus peel. **Florida State Horticultural Society**, p. 264-266, 1971.

TAKAMIYA, K.; TSUCHIYA, T.; OHTA, H. Degradation pathway(s) of chlorophyll: what has gene cloning revealed?. **Trends in Plant Science Reviews**, v. 5, n. 10, p. 426-431, 2000.

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, n. 4, p. 337-340, 1973.

WILD, B.L. Ethylene gas burn of Washington navel oranges – A form of anthracnose induced by degreening and controlled by brushing or applying fungicides. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 30, p. 565-568, 1990.

WONG, W.S.; NING, W.; XU, P.L.; KUNG, S.D.; YANG, S.F.; LI, N. Identification of two chilling-regulated 1-aminocyclopropane-1-carboxylate synthase genes from citrus (*Citrus sinensis* Osbeck) fruit. **Plant Molecular Biology**, v. 41, p. 587-600, 1999.

YAMAUCHI, N.; AKIYAMA, Y.; SHUNJI, K.; HASHINAGA, F. Chlorophyll degradation in Wase satsuma mandarin (*Citrus unshiu* Marc.) fruit with on-tree maturation and ethylene treatment. **Scientia Horticulturae**, v. 71, p. 35-42, 1997.

YOUNG, R.; JAHN, O. Ethylene-induced carotenoid accumulation in citrus fruit rinds. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 97, n. 2, p. 258-261, 1972.

APÊNDICE

APÊNDICE A

Quadro 1A – Resumo das análises de variância da clorofila total (CLT), clorofila *a* (CLa), clorofila *b* (CLb) e carotenóides (CAR)

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio			
		CLT	CLa	CLb	CAR
Temperatura (T)	2	275.574,6**	179.262,4**	10.328,06**	11.645,02**
Concentração (C)	3	1.021.519**	568.340,3**	65.994,83**	17.203,01**
C x T	6	57.287,24**	30.078,69**	4.356,033**	503,5692*
Erro A	36	2.532,565	1.432,047	171,1774	209,8002
Tempo (H)	2	808.282,9**	460.819,5**	48.833,30**	3.153,404**
C x H	6	80.074,0**	47.902,35**	4.122,296**	835,1368**
H x T	4	47.564,21**	23.139,88**	4.771,030**	1.654,140**
C x H x T	12	4.857,077**	2.881,604**	295,5199*	50,99974**
Resíduo	72	1.769,647	975,5133	142,9945	184,9036
Média Geral		292,76	220,17	72,585	122,76
CV Parcela		17,19	17,19	18,02	11,80
Cv Subparcela		14,37	14,19	16,48	11,08

** e * F significativos a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

^{ns} F não-significativo a 5% de probabilidade.

Quadro 2A – Resumo das análises de variância dos parâmetros de cor: *L*, *a* e *b*

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio		
		<i>L</i>	<i>a</i>	<i>b</i>
Temperatura (T)	2	1.376,361**	1.447,942**	1.015,630**
Concentração (C)	3	601,3554**	272,6789**	1.583,556**
C x T	6	37,79518**	174,7150**	84,35565**
Erro A	36	9,122119	14,08445	17,78272
Tempo (H)	2	4.015,957**	1.425,984**	3.085,065**
C x H	6	134,4561**	92,10061**	239,7312**
H x T	4	56,68175**	467,9706**	90,03810**
C x H x T	12	4,146070 ^{ns}	11,65926 ^{ns}	9,998956 ^{ns}
Resíduo	72	3,671401	8,577681	8,607883
Média Geral		49,244	-9,1474	21,443
CV Parcela		6,13	-32,018	19,67
Cv Subparcela		3,89	-41,03	13,68

** e * F significativos a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

^{ns} F não-significativo a 5% de probabilidade.

Quadro 3A – Resumo das análises de variância da diferença global de cor (DC) e da perda de massa acumulada (PM)

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio	GL	Quadrado Médio
		DC		PM
Temperatura (T)	2	1.966,751**	2	2,927861**
Concentração (C)	3	1.239,547*	3	0,1410756*
C x T	6	76,49431**	6	0,1476135**
Erro A	36	15,40642	36	0,0379783
Tempo (H)	3	11.865,86**	4	192,0870**
C x H	9	439,8788 ^{ns}	12	0,0221169 ^{ns}
H x T	6	348,6529**	8	0,9339065**
C x H x T	18	20,77811**	24	0,0456382**
Resíduo	108	9,592218	144	0,0127388
Média Geral		17,31		1,6437
CV Parcela		22,68		11,86
Cv Subparcela		17,89		6,87

** e * F significativos a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

^{ns} F não-significativo a 5% de probabilidade.