

## Pós-colheita de lichia 'Bengal' tratada com etileno e 1-metilciclopropeno

### Postharvest of lychee 'Bengal' treated with ethylene and 1-methylcyclopropene

Fabio Vaz de Lima<sup>1</sup> Juan Saavedra del Aguila<sup>1</sup> Edwin Moisés Marcos Ortega<sup>II</sup>  
Ricardo Alfredo Kluge<sup>I\*</sup>

#### RESUMO

Objetivou-se determinar as respostas fisiológicas e bioquímicas associadas ao uso de etileno e 1-metilciclopropeno (1-MCP) na conservação pós-colheita de lichias, assim como a influência desses tratamentos isolados ou combinados no escurecimento desses frutos. Após a colheita, foram aplicados os seguintes tratamentos: sem aplicação de 1-MCP ou etileno; etileno (20µL L<sup>-1</sup>, por 6 horas); 1-MCP (300nL L<sup>-1</sup>, por 12 horas) e etileno (20µL L<sup>-1</sup>, por 6 horas) + 1-MCP (300nL L<sup>-1</sup>, por 6 horas). Após os tratamentos, os frutos foram armazenados a 5°C e 90% UR durante 30 dias, sendo avaliados a cada 10 dias (+3 dias de comercialização simulada a 25°C e 65% UR). Avaliou-se a produção de etileno, taxa respiratória, sólidos solúveis (SS), perda de massa fresca, coloração (luminosidade - L\* e a\*) e atividade da polifenoloxidase (PPO). A produção de etileno e taxa respiratória não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos e os SS decresceram ao longo do armazenamento, mas também sem diferenças entre os tratamentos. A atividade da enzima PPO foi aumentada, sendo correlacionada com os índices decrescentes de L\* e a\* presentes nos frutos, ocorrendo, paralelamente, aumento da perda de massa dos frutos. Conclui-se que o escurecimento do pericarpo da lichia está relacionado à perda de massa fresca e aumento da atividade da PPO e que nenhum dos tratamentos utilizados evitou o escurecimento dos frutos.

**Palavras-chave:** *Litchi chinensis* Sonn., hormônio vegetal, aparência, armazenamento refrigerado.

#### ABSTRACT

The objective was to determine the physiological and biochemical changes associated with the use of ethylene and 1-methylcyclopropene (1-MCP) on postharvest

conservation of lychees as well as the influence of these treatments alone or in combination on skin browning of fruit. After harvest, it was applied the following treatments: without application of 1-MCP or ethylene, ethylene (20mL L<sup>-1</sup> for 6 hours), 1-MCP (300nL L<sup>-1</sup> for 12h) and ethylene (20mL L<sup>-1</sup> for 6 hours) + 1-MCP (300nL L<sup>-1</sup> for 6 hours). After treatments, fruits were stored at 5°C and 90% RH for 30 days and were evaluated every 10 days (+3 days of simulated marketing at 25°C and 65% RH). The ethylene production, respiration rate, soluble solids (SS), weight loss, color (lightness - L\* and a\*) and polyphenoloxidase activity (PPO) were evaluated. Ethylene production and respiration rate showed no significant differences between treatments, and SS decreased over the storage, but there was also no difference between treatments. The enzyme activity showed an increase in PPO, which was correlated to the decreasing rates of L\* and a\*, occurring in parallel, increased fruit weight loss. It is concluded that the skin browning of lychee is related to weight loss and increased activity of PPO, and that none of the treatments prevented the skin browning of fruit.

**Key words:** *Litchi chinensis* Sonn., phytohormone, appearance, cold storage.

#### INTRODUÇÃO

Não existem no Brasil estatísticas atuais quanto à área cultivada e a produção da lichia (*Litchi chinensis* Sonn.), mas estima-se a existência de 1000 a 2000 hectares instalados no Brasil, sendo que o Estado de São Paulo responde por uns 60 a 70% dessa área (BASTOS et al., 2006). A tendência é que essas áreas

<sup>1</sup>Departamento de Ciências Biológicas, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ), Universidade de São Paulo (USP), CP 09, 13418-900, Piracicaba, SP, Brasil. E-mail: rakluge@esalq.usp.br. \*Autor para correspondência.

<sup>II</sup>Departamento de Ciência Exatas, ESALQ, USP, Piracicaba, SP, Brasil.

sejam incrementadas, devido aos lucros obtidos até o presente momento pelos produtores e a uma demanda em ascensão por esses frutos exóticos.

Os dois principais problemas existentes na pós-colheita dos frutos de lichieira são as doenças e o rápido escurecimento do pericarpo (SAAVEDRA DEL AGUILA et al., 2009). Este pode iniciar-se ainda quando o fruto se encontra ligado à planta mãe, causando a perda do valor comercial dos frutos em um curto intervalo de tempo (1 a 3 dias após a colheita).

O processo de escurecimento é desencadeado quando os substratos fenólicos de localização vacuolar entram em contato com as enzimas catalisadoras das reações de oxidações dos polifenóis (polifenoloxidase ou PPO), de localização citoplasmática e que estão associadas às estruturas de membranas dos plastídios. O escurecimento enzimático ocorre quando os substratos fenólicos, as PPOs e o oxigênio se encontram em condições ideais de pH (6 a 8), temperatura e atividade da água (ARTES et al., 1998). A principal enzima responsável pelas reações de escurecimento é a polifenoloxidase.

A lichia é um fruto que apresenta padrão respiratório não-climatérico (CHAN et al., 1998) e, em alguns frutos não-climatéricos, o tratamento com etileno acelera as transformações associadas ao amadurecimento, como, por exemplo, o aumento da pigmentação de uvas tratadas com o ácido 2-cloroetilfosfônico (ethephon). Em cítricos, há indução da síntese de carotenóides na casca, concomitante com a degradação da clorofila. A proposta deste estudo foi determinar as respostas fisiológicas e bioquímicas associadas ao uso de etileno e 1- metilciclopropeno (1-MCP) na conservação pós-colheita de lichias, assim como a influência desses tratamentos isolados ou combinados no escurecimento destes frutos.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Fisiologia e Bioquímica Pós - Colheita do Departamento de Ciências Biológicas da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ)/ Universidade de São Paulo (USP), no município de Piracicaba-SP, localizada a 22°41’30” de latitude Sul, 47°38’30” de longitude Oeste e 546m de altitude.

Os frutos de lichieira ‘Bengal’ foram colhidos no município de Limeira-SP. Imediatamente após a colheita, os frutos foram acondicionados em caixas plásticas forradas com filme plástico tipo “bolha” e transportados sob condição ambiente até o Laboratório, onde foram selecionados quanto à firmeza, ausência de danos mecânicos e podridões visíveis.

Os tratamentos foram aplicados em câmara hermética a 20°C e 90% UR, sendo os seguintes: T1: Controle, sem aplicação de etileno ou 1-MCP; T2: Tratamento com etileno, à concentração de 20µL L<sup>-1</sup> por 6 horas; T3: Tratamento com 1-MCP, à concentração de 300nL L<sup>-1</sup> por 12 horas e; T4: etileno (20µL L<sup>-1</sup>) por 6 horas + 1-MCP (300nL L<sup>-1</sup>) por 12 horas, sendo primeiro aplicado o etileno.

Utilizou-se o ‘ethyl 5’ como fonte de etileno, sendo a concentração utilizada verificada num cromatógrafo a gás e o produto comercial SmartFresh™ (0,14% de ingrediente ativo) usado como fonte de 1-MCP. Após os tratamentos, os frutos foram acondicionados em bandejas de poliestireno expandido envoltas por filme de policloreto de vinila (PVC) de 14 micras de espessura, utilizando-se quatro bandejas de 150g de lichias por tratamento e por período de avaliação. Armazenaram-se os frutos a 5°C e 90% UR por um período de 30 dias. As avaliações foram realizadas a cada 10 dias (+3 dias de comercialização simulada em condição ambiente a 25°C e 65UR).

As variáveis analisadas foram: produção de etileno, com utilização de um cromatógrafo a gás, marca Thermoffinigan, modelo Trace 2000 GC e detector de ionização de chama (FID); taxa respiratória, por meio da produção de CO<sub>2</sub>, com auxílio de um analisador de gases da Illinois instruments modelo 6600 Headspace Oxygen/Carbon dioxide analyzer; teor de sólidos solúveis (SS), determinado com auxílio de um refratômetro digital de mesa Atago modelo PR-101, sendo realizada a leitura em °Brix com correção para 20°C; coloração do pericarpo, medida em colorímetro Minolta CR-400, utilizando o sistema L\* e a\*; perda de massa, determinada por gravimetria; atividade da enzima polifenoloxidase (PPO), pelo seguinte método: para a extração da proteína, foram pesados aproximadamente 0,3g da amostra do pericarpo dos frutos de cada repetição, fez-se a maceração com nitrogênio líquido em 10mL tampão fosfato de sódio 0,1M pH 6,8 e 200mg de polyvinylpyrrolidone (PVP). Posteriormente, as amostras foram centrifugadas por 10 minutos a 4°C e 10.000rpm, obtendo-se o extrato bruto; para a quantificação da determinação da atividade da enzima, pipetou-se, em um tubo de ensaio, 0,3mL do extrato bruto+0,85mL de solução de catecol 0,1M. Os tubos de ensaio foram encubados a 30°C por 30 minutos, sendo parada a reação enzimática com 0,7mL de ácido sulfúrico 5% e a absorbância foi medida a 410nm. Os resultados foram expressos em µmoles de catecol transformando min<sup>-1</sup> g<sup>-1</sup>.

Os frutos dos dias de avaliação 20+3 e 30+3 foram descartados por apresentarem podridões, tornando-se inaptos para o consumo.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, conduzido no esquema de parcelas subdivididas no tempo, tendo-se nas parcelas os tratamentos e nas subparcelas os períodos de amostragens, em que os dados foram submetidos à análise de variância (teste F) e comparação múltipla de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para os dados de atividade de enzima, utilizou-se a análise descritiva. Obteve-se correlação negativa entre perda de massa fresca e a luminosidade- $L^*$  ( $r=-0,92$ ) e entre a atividade da PPO e  $L^*$  ( $r=-0,49$ ).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Produção de etileno e taxa respiratória

O fruto da lichieira apresenta padrão respiratório não climatérico, interrompendo sua maturação após a colheita. Este fato justifica os baixos níveis de produção de etileno durante o armazenamento em câmara fria, variando entre 0,02 a 22,01 nL  $C_2H_4$   $kg^{-1}$   $h^{-1}$ , o máximo valor de produção de etileno foi obtido nos frutos tratados com etileno + 1-MCP (Figura 1A). Quando os frutos foram submetidos a três dias à

temperatura ambiente ( $\pm 25^\circ C$ ), a produção de etileno teve aumento, chegando a valores de 3,27 nL  $C_2H_4$   $kg^{-1}$   $h^{-1}$  (Figura 1B). CHAN et al. (1998) verificaram que, ao se transferir lichias armazenadas a  $4^\circ C$  ou  $10^\circ C$  para a temperatura de  $25^\circ C$ , ocorre o estímulo da produção de etileno, passando de  $\pm 0,2$  nL  $C_2H_4$   $g^{-1}$   $h^{-1}$  para valores próximos a 2,8 nL  $C_2H_4$   $g^{-1}$   $h^{-1}$ .

O aumento na produção do etileno no 30º dia nos tratamentos com 1-MCP não é um resultado esperado (Figura 1A), porém, trabalhos com a aplicação do 1-MCP em frutos não-climatéricos, como a lima ácida "Tahiti", mostraram que o 1-MCP pode induzir a síntese de etileno, devido ao fato de que este fitormônio apresenta efeito inibitório sobre sua própria síntese e com o bloqueio dessa síntese pode ocorrer o aumento de sua produção (PORAT et al., 1999; RIOV & YANG, 1982). Resultados similares de acréscimos de produção de etileno em frutos tratados com 1-MCP ao fim dos experimentos também foram obtidos com ameixa (MANGANARIS et al, 2008) e nectarina (BREGOLI et al., 2005).

A taxa respiratória mostrou-se com pouca variação ao longo do armazenamento em câmara fria,

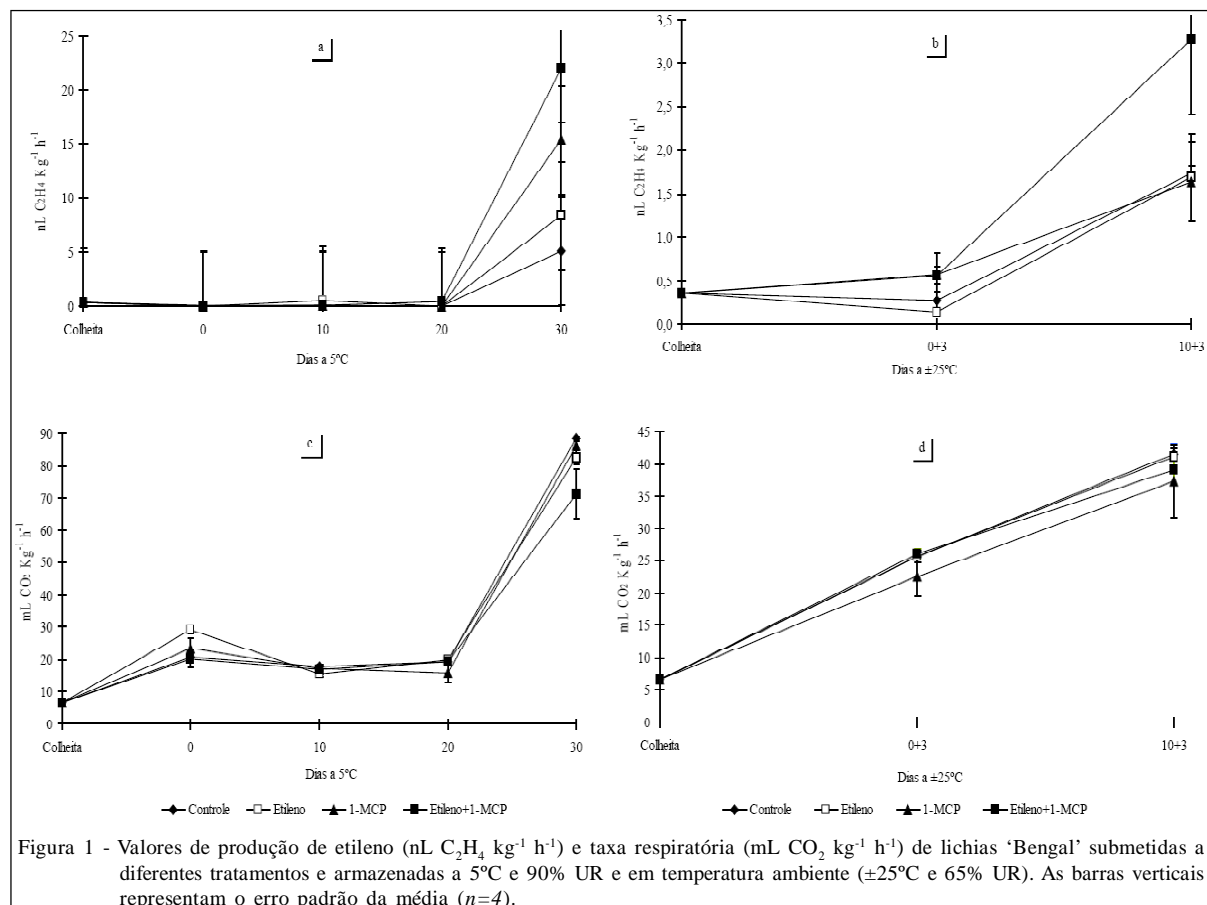


Figura 1 - Valores de produção de etileno (nL  $C_2H_4$   $kg^{-1}$   $h^{-1}$ ) e taxa respiratória (mL  $CO_2$   $kg^{-1}$   $h^{-1}$ ) de lichias 'Bengal' submetidas a diferentes tratamentos e armazenadas a  $5^\circ C$  e 90% UR e em temperatura ambiente ( $\pm 25^\circ C$  e 65% UR). As barras verticais representam o erro padrão da média ( $n=4$ ).

com exceção do dia 30, no qual ocorreu grande produção de  $\text{CO}_2$ , sendo esse aumento da respiração resultado dos processos de senescência e infecção por patógenos (Figura 1C). Já com os frutos submetidos à comercialização simulada, a taxa respiratória teve comportamento crescente, resultado da não utilização da refrigeração no armazenamento durante o período de simulação ( $\pm 25^\circ\text{C}$ ), acelerando processos de senescência e infecção por patógenos (Figura 1D).

#### Teor de sólidos solúveis ( $^\circ\text{Brix}$ )

Os teores de sólidos solúveis (SS) tiveram pouca variação entre os tratamentos, podendo ser observados valores decrescentes durante o tempo de armazenamento (Figuras 2A e 2B). Este resultado é explicado pelo metabolismo do fruto, que consome açúcares para produção de energia na forma de ATP, além de outros compostos, com o objetivo da manutenção da homeostasia do fruto (SAAVEDRA DEL AGUILA, 2009). LIN et al. (2002), em trabalho com longan (*Dimocarpus longan* Lour.), associou a redução no teor de sólidos solúveis com a degradação da

pectina, celulose e outros polissacarídeos presentes na parede celular dos frutos.

#### Perda de massa fresca

A perda de massa apresentou índices crescentes durante o período de armazenamento, sem diferenças significativas entre os tratamentos (Figuras 2C e 2D). Observa-se a diferença clara na aplicação da refrigeração no armazenamento dos frutos ( $\pm 5^\circ\text{C}$ ), que, ao serem submetidos à temperatura ambiente ( $\pm 25^\circ\text{C}$ ), apresentam perdas muito maiores de massa fresca. JIANG & FU (1999) verificaram que a perda de água do pericarpo da lichia foi maior que 50% depois de três dias de armazenamento a  $20^\circ\text{C}$  e 60% UR. Esse aumento progressivo de perda de massa é decorrente da transpiração e respiração do fruto, que, mesmo atenuado com as condições de armazenamento refrigerado e aplicação de filme plástico, ainda é presente. SOMBOONKAEW & TERRY (2010) verificaram que a aplicação do filme plástico resulta em menor perda de massa dos frutos, mantendo tanto o arilo quanto o pericarpo das lichias com elevados teores de umidade.

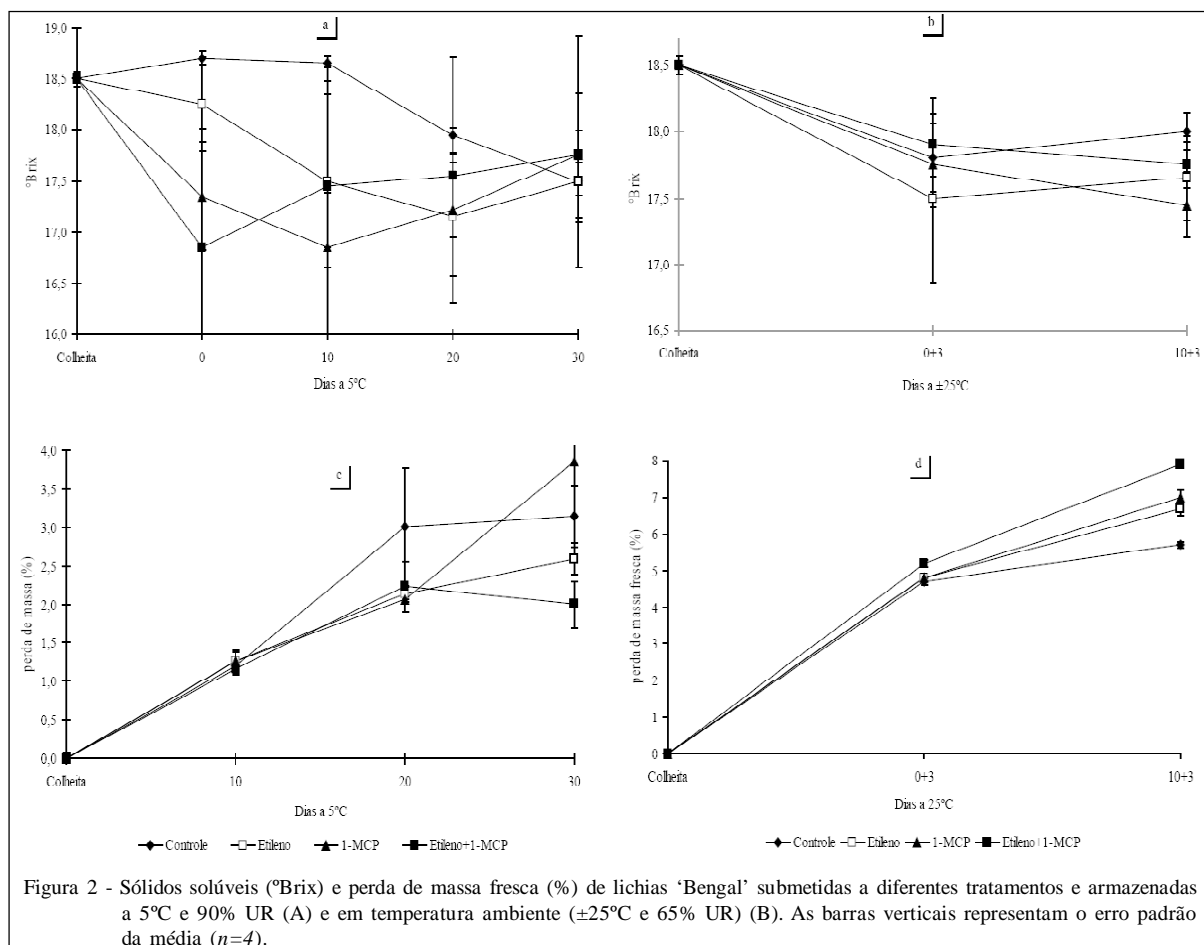


Figura 2 - Sólidos solúveis ( $^\circ\text{Brix}$ ) e perda de massa fresca (%) de lichias 'Bengal' submetidas a diferentes tratamentos e armazenadas a  $5^\circ\text{C}$  e 90% UR (A) e em temperatura ambiente ( $\pm 25^\circ\text{C}$  e 65% UR) (B). As barras verticais representam o erro padrão da média ( $n=4$ ).

A diferenciada ascensão da perda de massa fresca no 30º dia no tratamento com 1-MCP sob refrigeração (Figura 2C), provavelmente deva-se ao aumento do metabolismo desses frutos, como consequência de uma maior produção de etileno (Figura 1A) e atividade da enzima PPO (Figura 3E).

Grande parte da perda de massa acontece através do pericarpo da lichia (SAAVEDRA DEL AGUILA, 2009), que é constituído de epicarpo de morfologia fina, aspecto que origina microfissuras nessa estrutura, por onde acontecerá a maior parte da perda de umidade do fruto, podendo ser relacionada com o início do processo de escurecimento e infecção por patógenos (UNDERHILL & SIMONS, 1993). Esse fato pode ser evidenciado pela alta correlação negativa

entre perda de massa fresca e a luminosidade- $L^*$  ( $r=-0,92$ ), mostrando que durante o armazenamento houve aumento da perda de massa simultaneamente com a diminuição da luminosidade- $L^*$  (escurecimento do pericarpo).

Coloração do pericarpo

A luminosidade ( $L^*$ ) da lichia nos quatro tratamentos apresentou poucas diferenças significativas ao longo do armazenamento, mostrando uma tendência de diminuição de  $L^*$ , conseqüentemente, os frutos apresentaram escurecimento no pericarpo (Figuras 3A e 3B). Igualmente, os valores de  $a^*$  diminuíram (Figuras 3C e 3D), sendo os parâmetros  $a^*$  e  $L^*$  decisivos para o

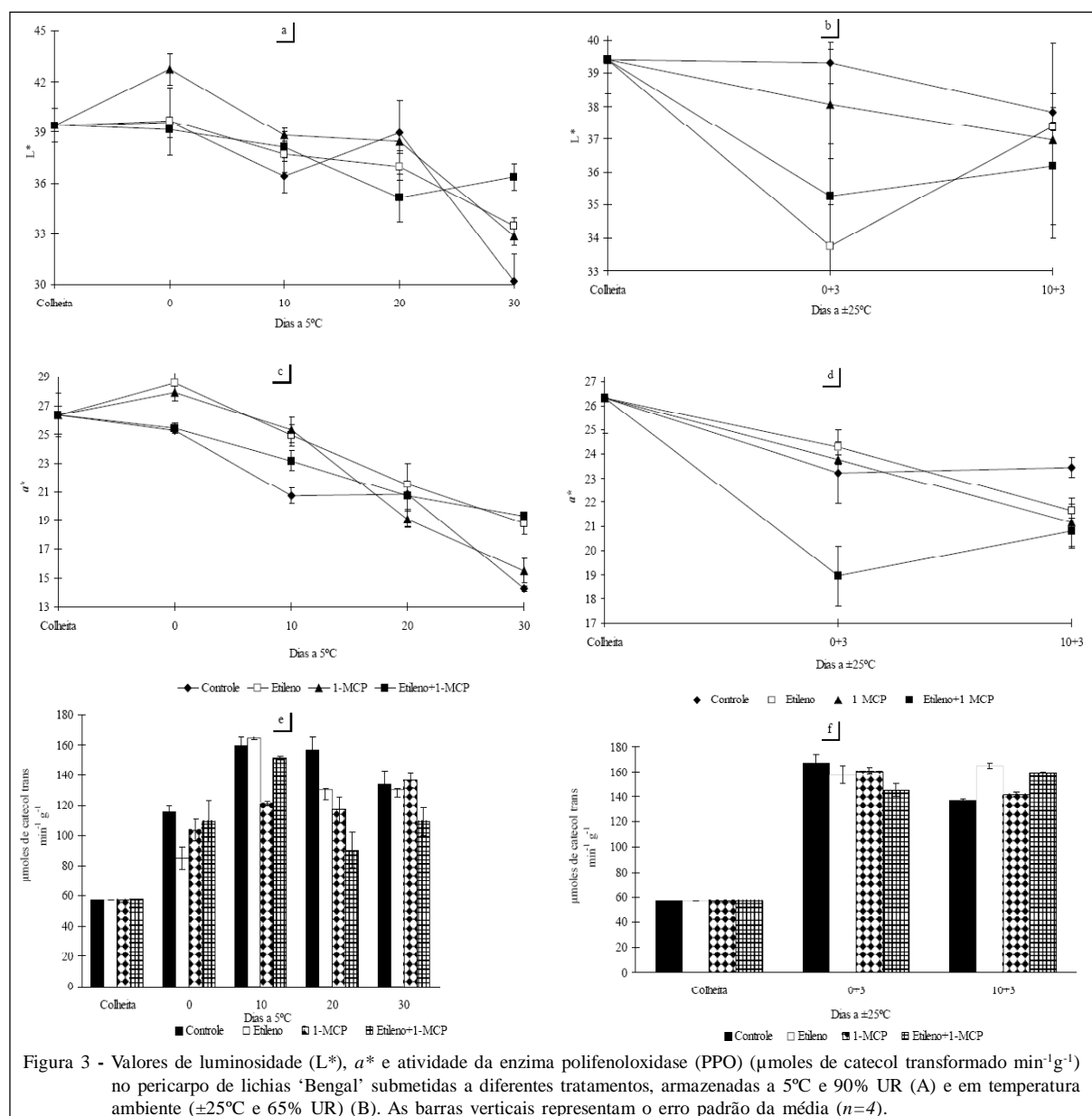


Figura 3 - Valores de luminosidade ( $L^*$ ),  $a^*$  e atividade da enzima polifenoloxidase (PPO) ( $\mu\text{moles de catecol transformado } \text{min}^{-1}\text{g}^{-1}$ ) no pericarpo de lichias 'Bengal' submetidas a diferentes tratamentos, armazenadas a 5°C e 90% UR (A) e em temperatura ambiente ( $\pm 25^\circ\text{C}$  e 65% UR) (B). As barras verticais representam o erro padrão da média ( $n=4$ ).

sucesso da comercialização do fruto, devido a que valores menores de  $a^*$  significam menor intensidade da coloração vermelha. Junto a esse fato é colocada a importância da temperatura e umidade neste processo, que, quando inadequadas, poderão ser responsáveis pela degradação prematura das antocianinas, pigmentos responsáveis pela coloração vermelha desses frutos (SAAVEDRA DEL AGUILA, 2009). JIANG et al. (2004) conseguiram controlar o escurecimento de lichias armazenadas em temperatura ambiente e  $\pm 85\%$  de UR, com a imersão dos frutos em solução de 1% HCl. SOUZA et al. (2010), através de tratamento térmico a 45°C por 10 minutos, conseguiu diminuir índices de escurecimento, aumentando o número de dias de comercialização dos frutos.

#### Atividade da polifenoloxidase (PPO)

A enzima PPO, presente em maior quantidade no epicarpo e mesocarpo superior da lichia (UNDERHILL & CRITCHLEY, 1995) apresentou aumento progressivo de sua atividade, registrando os menores índices na colheita (caracterização inicial) e máxima atividade no décimo dia de armazenamento em câmara fria, seguido de uma sensível queda nos dias 20 e 30. Os frutos submetidos à comercialização simulada apresentaram atividade enzimática alta e constante a partir do terceiro dia após a safra da aplicação dos tratamentos (D0+3) (Figuras 3E e 3F).

Foi observada relação entre a luminosidade  $L^*$  do pericarpo dos frutos e a atividade enzimática da PPO ( $r=-0,49$ ), ocorrendo, simultaneamente, ao decorrer do tempo de armazenamento, o aumento da atividade da enzima e a diminuição dos níveis de luminosidade- $L^*$ , resultando no escurecimento do pericarpo. Medidas de cor podem ser consideradas um índice indireto da atividade das PPOs, sendo que amostras que não apresentam escurecimento ou outras cores anômalas são consideradas livres de PPO ativa. Esse fato está relacionado com a propriedade das PPOs oxidarem substratos fenólicos. A PPO causa hidroxilação de monohidroxifenóis para *o*-dihidroxifenóis e dihidrogenação da *o*-dihidroxifenol para *o*-quinonas (ARTES et al., 1998).

Estudos realizados por REUCK et al. (2009) com aplicação de 1-MCP mostraram efetividade no controle do escurecimento de lichias 'Mauritius' e 'MacLeans Red', conseguindo controlar a atividade da PPO, diferentemente dos resultados obtidos neste trabalho, em que o tratamento com 1-MCP não foi capaz de conter o escurecimento, igualmente os tratamentos Etileno e Etileno+1-MCP. Esses resultados podem ser explicados devido ao uso de diferentes variedades nestes experimentos, devido às condições ambientais onde se desenvolveu o fruto, ao ponto de colheita e ao caráter não climatérico dos frutos, que, em sua maioria,

apresentam baixa resposta ao etileno e, por consequência, baixa resposta ao seu inibidor.

#### CONCLUSÃO

O tratamento com etileno (20 $\mu$ L L<sup>-1</sup> por 6 horas) e 1-metilciclopropeno (300nL L<sup>-1</sup> por 12 horas) não foi eficiente no controle do escurecimento do pericarpo das lichias 'Bengal'.

#### REFERÊNCIAS

- ARTES, F. et al. El pardeamiento enzimático en frutas y hortalizas minimamente procesadas. **Food Science Research International**, v.6, n.4, p.377-389, 1998. Disponível em: <<http://fst.sagepub.com/content/4/6/377>>. Acesso em: 18 fev. 2011. doi: 10.1177/108201329800400602.
- BASTOS, D.C. et al. Tipo de estaca e concentração de ácido indolbutírico na propagação da lichieira. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, n.1, p.97-102, 2006. Disponível em: <<http://fst.sagepub.com/content/4/6/377>>. Acesso em: 18 fev. 2011. doi: 10.1177/108201329800400602.>
- BREGOLI, A.M. et al. Postharvest 1-methylcyclopropene application in ripening control of 'Stark Red Gold' nectarines: temperature-dependent effects on ethylene production and biosynthetic gene expression, fruit quality, and polyamine levels. **Postharvest Biology and Technology**, v.37, p.111-121, 2005. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.postharvbio.2005.04.006>>. Acesso em: 17 fev. 2011. doi: 10.1016/j.postharvbio.2005.04.006.
- CHAN, Y.K. et al. Low temperature storage elicits ethylene production in nonclimacteric lychee (*Litchi chinensis* Sonn.) fruit. **HortScience**, v.33, p.1228-1230, 1998. Disponível em: <<http://hortsci.ashspublications.org/cgi/content/abstract/33/7/1228>>. Acesso em: 18 fev. 2011.
- JIANG, Y. M. et al. Browning control, shelf life extension and quality maintenance of frozen litchi fruit by hydrochloric acid. **Journal of Food Engineering** v.63, p.147-151, 2004. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/S0260-8774\(03\)00293-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0260-8774(03)00293-0)>. Acesso em: 18 fev. 2011. doi: 10.1016/S0260-8774(03)00293-0.
- JIANG, Y.M.; FU, J.R. Biochemical and physiological changes involved in browning of litchi fruit caused by water loss. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, v.74, n.1, p.43-46, 1999. Disponível em: <<http://www.cabdirect.org/search.html?order=recent&start=210&q=do%3A%22Journal+of+Horticultural+Science+and+Biotechnology%22&rows=100>>. Acesso em: 18 fev. 2011.
- LIN, H.T. et al. Research advances of postharvest physiology, postharvest pathology and storage and transport technologies for longan fruit. **Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering**, v.18, p.185-190, 2002. Disponível em: <[http://en.cnki.com.cn/Article\\_en/CJFDTotal-NYGU200201049.htm](http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTotal-NYGU200201049.htm)>. Acesso em: 18 fev. 2011.
- MANGANARIS, G.A. et al. Novel 1-methylcyclopropene immersion formulation extends shelf life of advanced maturity

- 'Joanna Red' plums (*Prunus salicina* Lindell). **Postharvest Biology and Technology**, v.47, p.429-433, 2008. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.postharvbio.2007.07.006>>. Acesso em: 18 fev. 2011. doi: 10.1016/j.postharvbio.2007.07.006.
- PORAT, R. et al. Effects of ethylene and 1-methylcyclopropene on the postharvest qualities of "Shamouti" oranges. **Postharvest Biology and Technology**, v.15, p.155-163, 1999. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/S0925-5214\(98\)00079-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0925-5214(98)00079-9)>. Acesso em: 18 fev. 2011. doi: 10.1016/S0925-5214(98)00079-9.
- REUCK, K.D. et al. Integrated application of 1-methylcyclopropene and modified atmosphere packaging to improve quality retention of litchi cultivars during storage. **Postharvest Biology and Technology**, v.52, p.71-77, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.postharvbio.2008.09.013>>. Acesso em: 17 fev. 2011. doi: 10.1016/j.postharvbio.2008.09.013.
- RIOV, J.; YANG, S.F. Autoinhibition of ethylene production in citrus peel discs. **Plant Physiology**, v.69, p.687-690, 1982. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1104/pp.69.3.687>>. Acesso em: 18 fev. 2011. doi: 10.1104/pp.69.3.687.
- SAAVEDRA DEL AGUILA, J. **Consevação pós-colheita de Lichia (*Litchi chinensis* Sonn.)**. 2009. 162f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Curso Pós-graduação em Fitotecnia, Universidade de São Paulo, SP.
- SAAVEDRA DEL AGUILA, J. et al. Pré-resfriamento em água de lichia 'B3' mantida em armazenamento refrigerado. **Ciência Rural**, v.39, n.8, p.2373-2379, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v39n8/a348cr1533.pdf>>. Acesso em: 15 fev. 2011. doi:10.1590/S0103-84782009000800016.
- SOMBOONKAEW, N.; TERRY, L.A. Physiological and biochemical profiles of imported litchi fruit under modified atmosphere packaging. **Postharvest Biology and Technology**, v.56, p.246-253, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.postharvbio.2010.01.009>>. Acesso em: 18 fev. 2011. doi: 10.1016/j.postharvbio.2010.01.009.
- SOUZA, A.V. et al. Tratamento térmico na manutenção da coloração de lichias. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.32, n.1, p.067-073, 2010. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0100-29452010000100010&lng=pt&nrm=iso&tling=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0100-29452010000100010&lng=pt&nrm=iso&tling=pt)>. Acesso em: 18 fev. 2011. doi: 10.1590/S0100-29452010005000036.
- UNDERHILL, S.J.R.; CRITCHLEY, C. Cellular Localisation of Polyphenol Oxidase and Peroxidase Activity in *Litchi chinensis* Sonn. Pericarp. **Australian Journal of Plant Physiology**, v.22, p.627-32, 1995. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1071/PP9950627>>. Acesso em: 18 fev. 2011. doi: 10.1071/PP9950627.
- UNDERHILL, S.J.R.; SIMONS, D.H. Lychee (*Litchi chinensis* Sonn.) pericarp desiccation and the importance of postharvest micro-cracking. **Scientia Horticulturae**, v.54, p.287-294, 1993. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/0304-4238\(93\)90107-2](http://dx.doi.org/10.1016/0304-4238(93)90107-2)>. Acesso em: 18 fev. 2011. doi: 10.1016/0304-4238(93)90107-2.