



Revista Iberoamericana de Tecnología
Postcosecha

ISSN: 1665-0204

rebasa@hmo.megared.net.mx

Asociación Iberoamericana de Tecnología
Postcosecha, S.C.

México

Vacaro de Souza, Angela; Lopes Vieites, Rogério; Seijum Kohatsu, Douglas; Pace Pereira Lima,
Giuseppina

MANUTENÇÃO DA COLORAÇÃO DA LICHIA FRIGORIFICADA COM A UTILIZAÇÃO DE ÁCIDOS
ORGÂNICOS

Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, vol. 10, núm. 1, 2009, pp. 1-7

Asociación Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, S.C.

Hermosillo, México

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81315095002>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal

Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

MANUTENÇÃO DA COLORAÇÃO DA LICHIA FRIGORIFICADA COM A UTILIZAÇÃO DE ÁCIDOS ORGÂNICOS

Angela Vacaro de Souza⁽¹⁾, Rogério Lopes Vieites⁽¹⁾, Douglas Seijum Kohatsu⁽¹⁾ e
Giuseppina Pace Pereira Lima⁽²⁾

⁽¹⁾ Departamento de Produção Vegetal – Horticultura, Faculdade de Ciências
Agronômicas/FCA/UNESP – C.P. 237 – CEP 18.610-307-Botucatu, SP, Brasil.

avsouza@fca.unesp.br; vieites@fca.unesp.br; kohatsu@fca.unesp.br,

⁽²⁾ Profa. Dra. Departamento de Química e Bioquímica, Instituto de
Bociências/IBB/UNESP – C.P. 510 – CEP 18.618-000-Botucatu, SP, Brasil.
gpplima@ibb.unesp.br

Key words: *Litchi chinensis*, enzymatic browning, color.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the influence of organic acids in different concentrations in the coloration of lychee fruits. The fruits were treated by: immersion of the fruits for 15 minutes in ascorbic acid 1% (T2); ascorbic acid 2% (T3); ascorbic acid 3% (T4); citric acid 1% (T5); citric acid 2% (T6); citric acid 3% (T7) and the control (T1), packaged in polystyrene trays and polyvinyl chloride film with 0.020 mm and stored in BOD at 5°C and 90 ± 5% of RH. The experimental delineation was in scheme completely randomized, with 6 times of storage for the analysis of coloration and enzymatic and until reach the limit of marketing for the analysis of shelf-life, being the fruits analyzed from each 3 days with 3 replicates of 10 fruits by experimental unit. The parameters evaluated were: visual analysis of the browning, coloration and specific activity of the polyphenol oxidase and the peroxidase. The use of the ascorbic acid to 3% was more effective in maintaining the coloration of the fruits and in decrease of the enzymatic activity.

MAINTENANCE OF LYCHEE'S COLD STORAGED COLORATION USING ORGANIC ACIDS

Palavras-chave: *Litchi chinensis*, escurecimento enzimático, cor.

RESUMO

O objetivo do trabalho foi avaliar a influência dos ácidos orgânicos em diferentes concentrações na coloração de frutos de lichia. Os frutos foram tratados por: imersão dos frutos por 15 minutos em ácido ascórbico a 1% (T2); ácido ascórbico a 2% (T3); ácido ascórbico a 3% (T4); ácido cítrico a 1% (T5); ácido cítrico a 2% (T6) ácido cítrico a 3% (T7) e o controle (T1), embalados em bandejas de poliestireno expandido e filme de policloreto de vinila 0,020mm e armazenados em B.O.D. a 5°C e 90±5 % de UR. O delineamento experimental foi em esquema inteiramente casualizado, com 6 tempos de armazenamento para as análises de coloração e enzimática e até atingirem o limite de comercialização para a análise da vida útil, sendo os frutos analisados a cada 3 dias com 3 repetições e 10 frutos por unidade experimental. Os parâmetros avaliados foram: análise visual do escurecimento, coloração e atividade específica da polifenol oxidase e da peroxidase. A utilização de ácido ascórbico a 3% mostrou-se ser o mais eficaz na manutenção da coloração dos frutos e na diminuição da atividade enzimática.

INTRODUÇÃO

A lichia (*Litchi chinensis* Sonn.) é nativa da região compreendida entre o sul da China e o norte do Vietnã, onde é cultivada a 3000 anos. Mais recentemente está sendo cultivada em alguns países de

clima subtropicais. O fruto é muito conhecido e apreciado na Ásia, onde se concentra cerca de 95% da área mundial da cultura, com produção de 2 milhões de toneladas, comprovando sua importância

par milhões de agricultores (MENZEL, 2002).

O escurecimento enzimático do pericarpo da lichia é o primeiro sinal visível do declínio da qualidade da fruta e acontece nos primeiros dias após a colheita e tem sido atribuído à degradação da antocianina, atividade da polifenol oxidase e peroxidase e oxidação de ácido ascórbico (UNDERHILL, 1992). As provas para o papel da polifenol oxidase no escurecimento do pericarpo de lichias são indiretas. O papel da peroxidase parece mais importante do que inicialmente pensava (UNDERHILL e CRITCHLEY, 1995).

A cor é o fator inicial levado em consideração pelo consumidor ao escolher um alimento e por isso é uma de suas mais importantes características. Os métodos utilizados no controle da atividade enzimática indesejável consistem em eliminar um ou mais componentes essenciais da reação: enzima, oxigênio, cobre ou substrato. Há diversas estratégias físicas e químicas de preservação que podem ser aplicadas para reduzir o escurecimento enzimático. O controle de escurecimento dos produtos por métodos químicos pode ser realizado pela utilização de antioxidantes, tais como o ácido ascórbico, ácido cítrico, cloreto de cálcio e ácido etileno diamino tetracético (FAGUNDES; AYUB, 2005).

O ácido ascórbico e seus vários sais neutros e outros derivados são os principais antioxidantes usados em frutos, hortaliças e seus sucos, para prevenir escurecimento e outras reações oxidativas. Além de ser totalmente seguro para o consumo humano, pode aumentar o teor de vitamina C de certos frutos e hortaliças (PRÉSTAMO & MANZANO, 1993; WILEY, 1994). Além de antioxidante, o ácido cítrico também é um agente quelante, e é usado sinergisticamente com os ácidos ascórbico ou eritórbico e seus sais neutros para quelar prooxidantes, os quais podem causar rancidez, e para inativar enzimas como a polifenoloxidase que causa reações de escurecimento (WILEY, 1994). A eficácia da imersão em ácidos como prevenção ao escurecimento da lichia depende do tempo de exposição ao tratamento e do tipo e concentração em ácido utilizado. Este trabalho teve como objetivo verificar os efeitos dos ácidos cítrico e ascórbico em diferentes concentrações na manutenção

da coloração da lichia, conservada à refrigeração.

MATERIAL E MÉTODOS

Aquisição dos frutos

Foram utilizadas lichias cv. Bengal, no estádio de maturação fisiológica provenientes de pomar comercial do Sítio Akamatsu (Carlópolis – Paraná, Brasil), Latitude 23° 25' 39"S, Longitude 40° 43' 17" e 550 m de altitude.

Tratamentos e condições de armazenamento

Os frutos foram selecionados, lavados com água somente para a retirada de impurezas e o calor de campo e a seguir submetidos aos tratamentos: imersão dos frutos por 15 minutos em ácido ascórbico a 1% (T2); ácido ascórbico a 2% (T3); ácido ascórbico a 3% (T4); ácido cítrico a 1% (T5); ácido cítrico a 2% (T6) ácido cítrico a 3% (T7) e o controle (T1).

Depois de secos no ambiente, os frutos foram acondicionados em bandejas de poliestireno expandido e embalados com filme de policloreto de vinila 0,020mm, contendo em cada embalagem continha 10 frutos (cerca de 200 gramas) e armazenados em B.O.D. a 5°C e 90±5 % de UR, analisados a cada 3 dias segundo recomendação de Chitarra & Chitarra (2005) por 15 dias para as análises de coloração e enzimática e até atingirem o limite de comercialização para a análise da vida útil (24 dias).

Escurecimento

O escurecimento foi analisado pelo número de dias em que os frutos se conservaram, em função da sua qualidade comercial. Para isso, foi utilizada uma escala subjetiva de notas: 9 (frutos frescos e ausência de escurecimento); 7 (frutos frescos e leve escurecimento); 5 (pouco aspecto de frescor e moderado escurecimento); 3 (sem frescor e elevado escurecimento) e 0 (frutos desidratados e totalmente escurecidos), sendo que 5 foi a nota limite para a qualidade comercial.

Coloração

A coloração externa de 3 frutos foi realizada com a medição em dois lados de cada fruto, de cada repetição utilizando-se de colorímetro Chroma meter (Minolta

CR300), expressa pelo sistema com escala CIELAB (L^* , a^* , b^*). Medições de coloração foram expressas em termos de valor L = luminosidade [0 (cor preta) a 100 (cor branca)]; a = [-60,0 (verde) a +60,0 (vermelho)]; e ângulo Hue ou matiz ($^{\circ}h^*$ = $\text{tang}^{-1} b^*.a^{*-1}$); segundo Olesen *et al.* (2003).

Atividade específica da Peroxidase – POD (EC 1.11.1.7) e da Polifenol oxidase - PPO (EC. 1.14.18.1)

Quinhentos miligramas (500mg) de casca foram pulverizadas em N líquido, homogeneizadas em 5 mL de tampão acetato de sódio 100 mM pH 5,0 e centrifugados a 12.000g (10.000rpm) por 25 minutos à 4°C, obtendo-se dessa maneira o extrato bruto. O sobrenadante foi utilizado para determinar a atividade da enzima peroxidase segundo Lima *et al.* (1998), sendo a leitura feita a 505nm e expressa em $\mu\text{mol H}_2\text{O}_2$ decomposto g^{-1} de mg proteína min^{-1} e da enzima polifenol oxidase (Cano *et al.*, 1997), lida a 395 nm. A atividade específica da enzima foi expressa em $\mu\text{mol catecol oxidado mg de proteína}^{-1} \text{ min}^{-1}$. Para a medição da atividade específica das enzimas, foi feita a medição do teor total de proteína solúvel com utilização do método de Bradford (1976).

Delineamento experimental

O delineamento experimental foi em esquema inteiramente casualizado, com 6 tempos de armazenamento: (0; 3; 6; 9; 12 e 15 dias) para as análises de coloração e enzimática e até atingirem o limite de comercialização para a análise da vida útil (24 dias) e 7 tratamentos (Controle; ácido ascórbico a 1%; ácido ascórbico a 2%; ácido ascórbico a 3%; ácido cítrico a 1%; ácido cítrico a 2%; e ácido cítrico a 3%) com 3 repetições e 10 frutos por unidade experimental. A análise estatística dos dados foi realizada utilizando o programa SISVAR. Para comparação das médias foi utilizado o teste de Tukey a 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Escurecimento

Em função da qualidade comercial, que levou em conta a sanidade dos frutos e a coloração (visual), verificou-se que os frutos de todos os tratamentos mantiveram sua sanidade ao longo de todo o período de

armazenamento (Figura 1). Os frutos submetidos às concentrações de ácido ascórbico a 2% seguido pelos tratamentos T2 e T3 (ácido cítrico a 2 e a 3% respectivamente) apresentaram notas superiores a 5,5 até o 24º dia de armazenamento, e o tratamento T3 (ácido ascórbico a 3%) apresentou nota 6 no 24º dia sendo este o melhor tratamento para este parâmetro. O tratamento controle foi o que apresentou os piores resultados já que aos 18 dias apresentou nota inferior a 5 e os frutos foram descartados. Dados estes concordantes com Zheng & Tian, 2005, que estudaram lichias cv. 'Huaizhi' tratadas com diferentes soluções de ácido oxálico e verificou que os frutos apresentaram valores de escurecimento (escala) superiores aos frutos controle. LIU *et al.*, 2006 verificaram que os frutos de lichia tratados com 0,1% de ácido cítrico + 0,1% de ácido isoascórbico apresentaram valores superiores aos frutos controle em todo o período de armazenamento a 25°C. Já Joas *et al.* 205 estudando lichias cv. 'Kwa' Mi' verificaram que os frutos imersos em soluções de ácido cítrico em diferentes concentrações + quitosana apresentaram maior manutenção no índice de escurecimento quando comparados ao tratamento controle.

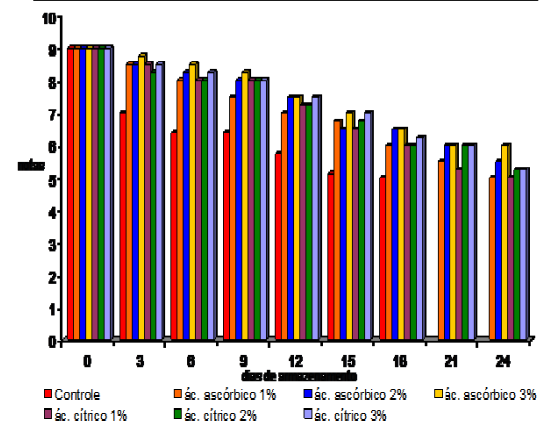


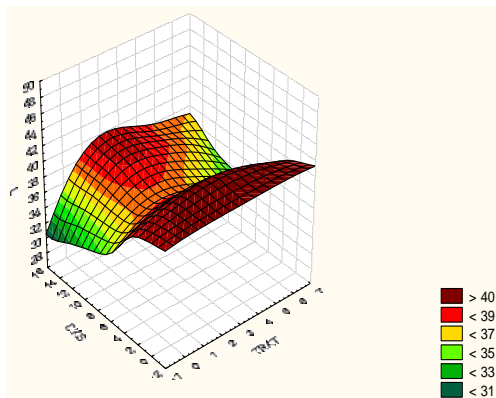
Figura 1: Vida útil (dias) em lichias submetidas à imersão em ácidos orgânicos em diferentes concentrações e refrigeradas a 5°C.

Coloração

As variações dos valores de L^* , observadas nos tratamentos, podem ser devido ao comportamento natural de senescência do fruto. Joel *et al.* (2005) observaram valores de L^* , a e b em lichias 'Kway Mi' tratadas com ácido cítrico e tratadas com diferentes concentrações

adicionados à quitosana e armazenadas a 10°C aos 3 e 8 dias e concluiu que as diferentes soluções apresentaram-se superiores aos controles e com decréscimo do 3º para o 8º dia. Também, como a reação de escurecimento é um sistema dinâmico que contém vários produtos derivados, mais ou menos estáveis, podem ocorrer variações na velocidade da reação, o que resulta na alteração de cor (BILLAUD *et al.*, 2003). Em um estudo de nove cultivares de maçãs, Goupy *et al.* (1995) observaram que os valores de L* diminuíram de 98 para 90 em soluções modelo contendo ácido clorogênico e epicatequina que foram oxidados por PPO.

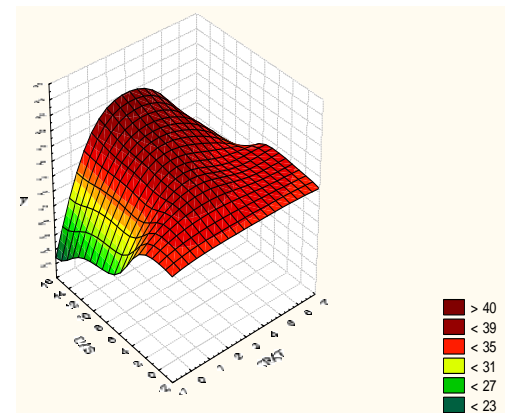
Para a estimativa de escurecimento, o valor L* tem sido considerado como o melhor parâmetro de cor; geralmente pequenas variações têm sido observadas nos valores de a* e b* (İYIDOĞAN; BAYINDIRLI, 2004). No presente estudo o decréscimo mais acentuado do valor de L* foi observado para o tratamento controle (33,9), seguidos pelos tratamentos submetidos às concentrações de 2 e 3 % de ácido cítrico (36,8 e 38,1 respectivamente) no 15º dia de análise, porém, aos 3 dias de análise todos os tratamentos apresentaram diminuição expressiva (figura 2). Os tratamentos que mantiveram os valores de L foram os submetidos às soluções de 2 e 3% de ácido ascórbico apresentando os maiores valores de L (menor escurecimento).



Tratamentos: 0- Controle; 1-ácido ascórbico a 1%; 2-ácido ascórbico a 2%; 3-ácido ascórbico a 3%; 4-ácido cítrico a 1%; 5-ácido cítrico a 2%, 6- ácido cítrico a 3%.

Figura 2 - Superfície-Resposta para o L* em função do tempo de armazenamento e tratamentos em lichias armazenadas sob refrigeração.

A coordenada a*, que indica a variação de verde (-a*) a vermelho (+a*), é um parâmetro importante para o estudo de escurecimento, pois a cor marrom resultante da presença de melaninas representa combinação do verde e vermelho. Maior escurecimento é representado por um tom mais avermelhado, ou seja, maior valor de a*. Os tratamentos foram satisfatórios nesse aspecto, pois mantiveram o valor de a* quando comparado com os tratamentos controle, porém o melhor tratamento foi o T3 (ácido cítrico a 3%) que apresentou valores de a* variando de 35,2 no dia de implantação do experimento a 31,6 no 6º dia de análise (figura 3).

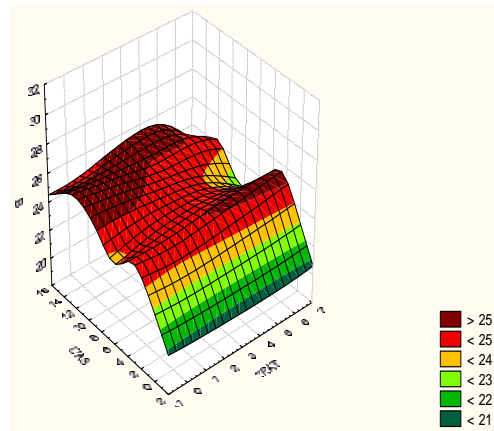


Tratamentos: 0- Controle; 1-ácido ascórbico a 1%; 2-ácido ascórbico a 2%; 3-ácido ascórbico a 3%; 4-ácido cítrico a 1%; 5-ácido cítrico a 2%, 6- ácido cítrico a 3%.

Figura 3 - Superfície-Resposta para o a* em função do tempo de armazenamento e tratamentos em lichias armazenadas sob refrigeração.

De acordo com a figura 4, pode-se observar que para o parâmetro b* houve grande variação ao longo do tempo e que todos os frutos apresentaram aumento nos valores do parâmetro chegando aos valores máximos no 15º dia de análise. Dados estes discordantes de RIVERA-LOPES *et al.*, 1999 que estudaram a coloração dos frutos de lichia e verificaram que os valores de b diminuem com o amadurecimento dos frutos, sendo a diminuição neste parâmetro significa aumento na senescência. Já Joas *et al.* 205 estudando lichias cv. 'Kwa'i Mi' verificaram que os frutos imersos em soluções de ácido cítrico em diferentes concentrações e quitosana apresentaram

e 8 dias de armazenamento quando comparados ao tratamento controle.

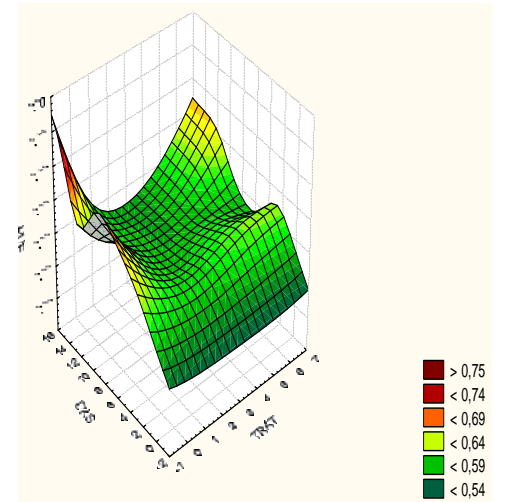


Tratamentos: 0- Controle; 1-ácido ascórbico a 1%; 2-ácido ascórbico a 2%; 3-ácido ascórbico a 3%; 4-ácido cítrico a 1%; 5-ácido cítrico a 2%, 6-ácido cítrico a 3%.

Figura 4 - Superfície-Resposta para o b^* em função do tempo de armazenamento e tratamentos em lichias armazenadas sob refrigeração

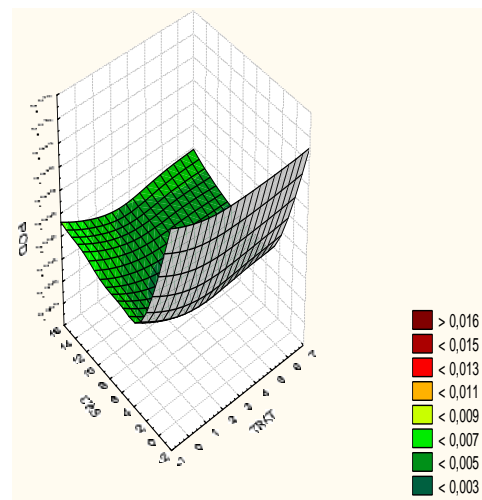
De acordo com a figura 4, pode-se observar que para o parâmetro b^* houve grande variação ao longo do tempo e que todos os frutos apresentaram aumento nos valores do parâmetro chegando aos valores máximos no 15º dia de análise. Dados estes discordantes de RIVERA-LOPES *et al.*, 1999 que estudaram a coloração dos frutos de lichia e verificaram que os valores de b diminuem com o amadurecimento dos frutos, sendo a diminuição neste parâmetro significa aumento na senescência. Já Joas *et al.* 205 estudando lichias cv. 'Kwa''i Mi' verificaram que os frutos imersos em soluções de ácido cítrico em diferentes concentrações e quitosana apresentaram maior manutenção nos valores de b^* nos 3 e 8 dias de armazenamento quando comparados ao tratamento controle.

Para o $^{\circ}Hue$, o controle apresentou menor manutenção dos valores, sendo que os tratamentos submetidos às soluções de ácido ascórbico a 2 e 3% apresentaram os melhores valores em todo o período de análise (Figura 5).



Tratamentos: 0- Controle; 1-ácido ascórbico a 1%; 2-ácido ascórbico a 2%; 3-ácido ascórbico a 3%; 4-ácido cítrico a 1%; 5-ácido cítrico a 2%, 6-ácido cítrico a 3%.

Figura 5 - Superfície-Resposta para o $^{\circ}Hue$ em função do tempo de armazenamento e tratamentos em lichias armazenadas sob refrigeração

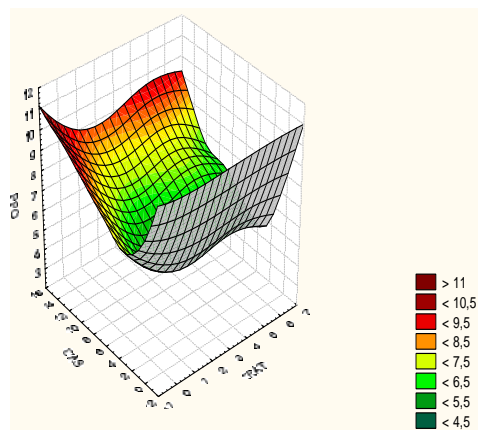


Tratamentos: 0- Controle; 1-ácido ascórbico a 1%; 2-ácido ascórbico a 2%; 3-ácido ascórbico a 3%; 4-ácido cítrico a 1%; 5-ácido cítrico a 2%, 6-ácido cítrico a 3%.

Figura 6 - Superfície-Resposta para a atividade da POD em função do tempo de armazenamento e tratamentos em lichias armazenadas sob refrigeração

A atividade das PPO está estritamente ligada às mudanças de cor devido à formação de polímeros coloridos.

Dessa forma, medidas de cor podem ser consideradas um índice indireto da atividade das PPO e amostras que não apresentam acastanhamento ou outras cores anômalas são consideradas livres de PPO ativa (SEVERINI *et al.*, 2003). A atividade da PPO apresentou decréscimo nos primeiros dias de armazenamento seguido de aumento no final do período. Os frutos submetidos a 3% de ácido ascórbico foram os que apresentaram maior diminuição na atividade enzimática (5,9 aos 3 dias), já os frutos do tratamento controle apresentaram maior atividade enzimática durante todo o período (Figura 7). Com relação à enzima PPO, Zauberman *et al.* (1991) observaram decréscimo na atividade da PPO em lichias 'Mauritius' acondicionadas à temperatura ambiente (28°C) por 4 dias e tratadas com solução de ácido clorídrico sendo a atividade nestes frutos, superiores ao tratamento controle. Já LIU *et al.*, 2006 verificaram que os frutos de lichia tratados com 0,1% de ácido cítrico + 0,1% de ácido isoascórbico apresentaram valores superiores de PPO aos frutos controle em todo o período de armazenamento a 25°C.



Tratamentos: 0- Controle; 1-ácido ascórbico a 1%; 2-ácido ascórbico a 2%; 3-ácido ascórbico a 3%; 4-ácido cítrico a 1%; 5-ácido cítrico a 2%, 6-ácido cítrico a 3%.

Figura 7 - Superfície-Resposta para a atividade da PPO em função do tempo de armazenamento e tratamentos em lichias armazenadas sob refrigeração

CONCLUSÃO

Nas condições em que foi realizado este trabalho, pode-se concluir que os ácidos orgânicos mostraram-se uma alternativa tecnológica interessante na prevenção do escurecimento de lichias. O escurecimento, assim como os demais parâmetros variaram em função do tipo de ácido usado e da concentração, sendo que o ácido ascórbico a 3% mostrou-se ser o mais eficaz na manutenção da qualidade das lichias.

BIBLIOGRAFIA

- Billaud, C.; Roux, E.; Brun-Mérimee, S.; Maraschin, C.; Nicolas, J. 2003. Inhibitory effect of unheated and heated d-glucose, d-fructose and l-cysteine solutions and Maillard reaction product model systems on polyphenoloxidase from apple. I. Enzymatic browning and enzyme activity inhibition using spectrophotometric and polarographic methods. Food Chemistry, London, v.81, n.1, p.35-50.
- Bradford, M. M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of proteins utilizing the principle-dye binding. Analytical Biochemistry, v. 72, p. 248-254.
- Cano, M. P. *et al* 1997 Differences among Spanish and Latin-American banana cultivars: morphological, chemical and sensory characteristics. Food Chemistry. n.59, p. 411-19.
- Cenci, S. A. 1994. Ácido naftalenoacético (ANA) e cloreto de cálcio na précolheita de uva niágara rosada (*Vitis labrusca* L. X *Vitis vinifera* L.): Avaliação do potencial de conservação no armazenamento. Lavras, 109 p. Tese (Doutorado em Ciências dos Alimentos) - Escola Superior de Agricultura de Lavras.
- Chen, H. J.; Hong, Q. Z. 1992 A study on the senescence and browning in the pericarp of litchi (*Litchi chinensis* Soon.) during storage. Acta Horticulture Sinica, v.19, p.227-232.
- Chitarra M. I. F.; Chitarra A. B. 2005. Pós-colheita de frutos e hortaliças- Fisiologia e Manuseio. Lavras: UFLA. 785p.
- Duvenhage, J. A. 1994 Control of postharvest decay and browning of litchi fruit by sodium metabisulphite and low pH dips—an update. In Yearbook of South African Litchi Growers' Association. v.6.

- Fagundes, A. F.; Ayub, R. A. 2005. Caracterização físico-química de caquis cv. Fuyu submetidos à aplicação de agentes inibidores de escurecimento e armazenados a 0 °C. *Acta Scientiarum Agronomy*, v. 27, n. 03, p. 403-408.
- Duprat, F., Aubert, S.; Nicolas, J. 1995. Enzymatic browning of model solutions and apple phenolic extracts by apple polyphenoloxidase. *Journal of Food Science*, Chicago, v.60, n.3, p.497-501.
- Huang, C. C.; Wang, Y. T. 1990. Effects of storage temperature on the colour and quality of litchi fruit. *Acta Horticulture*, v.269, p.307.
- Iyidoğan, N. F.; Bayindirli, A. 2004. Effect of L-cysteine, kojic acid and 4-hexylresorcinol combination on inhibition of enzymatic browning in Amasya apple juice. *Journal of Food Science*, Chicago, v.62, n.3, p.299-304.
- Jiang, Y. M.; Fu, J. R. 1999. Post-harvest browning of litchi fruit by water loss and its prevention by controlled atmosphere storage at high relative humidity. *Lebensmittel-Wissenschaft Technologie*, v.32, p.278-283.
- Joas, J.; Caro, Y.; Ducamp, M. N.; Reyes, M. 2005. Postharvest control of pericarp browning of litchi fruit (*Litchi chinensis* Sonn cv Kwa'i Mi) by treatment with chitosan and organic acids I. Effect of pH and pericarp dehydration. *Postharvest Biology and Technology*, v.38, p.128-136.
- Kayser, C. 1994 Litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) pericarp colour retention. *Yearbook of the South African Litchi Growers Association*, v.6, p.32-35.
- Lehninger, A.L.; Nelson, D.L.; Cox, M.M. 1995. *Princípios de Bioquímica*. 2ª ed. São Paulo: Sarvier, 839p.
- Lima, G.P.P.; Brasil, O.G.; Oliveira, A.M. 1999. Poliaminas e atividade da peroxidase em feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivado sob estresse salino. *Scientia Agrícola*, v.56, n.1, p.21-25.
- Lin, Z. *et al.* 1988. The changes of pigments, phenolic content and activities of polyphenol oxidase and phenylalanine ammonia-lyase in pericarp of postharvest litchi fruit. *Acta Botanica Sinica*, v.30, n.1, p.40-45.
- Liu, H.; Shi, J.; Song, L; Jiang, Y; You, Y. 2006. Browning control and quality maintenance of litchi fruit treated with combination of N-acetyl Cysteine and Isoascorbic acid. *Journal of Food Technology*, v. 4, n. 2, p. 147-151.
- Marshall, M; Kim, J.; Wei, C. Enzymatic Browning in Fruits, Vegetables and Seafoods, 2000. Disponível em <http://www.fao.org/ag/ags/agsi/ENZYMEFINALEnzymatic%20Browning.html>. Acesso em dez. 2008.
- Menzel, C. 2002. The lychee crop in Ásia and the Pacific. Bangkok, Thailand: Food and Agriculture Organization of the United Nations, Regional Office for Asia and the Pacific.
- Olesen, T.; Wiltshire, N.; Mcconchie, C. 2003. Improved post-harvest handling of lychee. Queensland, Australian: Rural Industries Research and Development Corporation,. 86p.
- Préstamo, G.; Manzano, P. 1993. Peroxidases of selected fruits and vegetables and the possible use of ascorbic acid as an antioxidant. *HortScience*, Alexandria, v. 28, n. 1, p. 48-50.
- Rivera-Lopes, J.; Ordorico-Falomir, C.; Wesche-Ebeling, P. 1999. Changes in anthocyanin concentration in lychee (*Litchi chinensis* Sonn.) pericarp during maturation. *Food Chemistry*, v.65, n.1, p.195-200.
- Severini, C.; Pilli, T. de; Baiano, A.; Mastrocola, D.; Massini, R. 2001. Preventing enzymatic browning of potato by microwave blanching. *Sciences des Aliments*, Paris, v. 21, p. 149-160.
- Underhill S.J.R., Critchley, C. 1995. Cellular localisation of polyphenol oxidase and peroxidase activity in *Litchi chinensis* Sonn. pericarp. *Aust. J. Plant Physiol.*, 22: 627-632.
- Wiley, R. C. 1994. Minimally processed refrigerated fruits and vegetables. New York: Chapman & Hall, 368 p.
- Zauberman, G.; Ronen, R.; Akerman, M.; Fuchs, Y. 1994. Low pH treatment protects litchi fruit colour. *Acta Horticulturae*, v.269, p.309-314.
- Zheng, X; Tian, S. 2006. Effect of oxalic acid on control of postharvest browning of litchi fruit *Food Chemistry* v.96, p.519-523.