

Atividade polifenoloxidase e compostos fenólicos em pós-colheita de pêssegos cultivado em pomar com cobertura vegetal e cultivo tradicional¹

Postharvest activity of phenolic compounds and polyphenoloxidase of peches produced at orchard with traditional cultivation and mulching

Carlos Roberto Martins² Rufino Fernando Flores Cantillano³
Roseli de Mello Farias⁴ Cesar Valmor Rombaldi⁵

RESUMO

Estudou-se o efeito do manejo do solo, com e sem cobertura vegetal, na atividade da polifenoloxidase e compostos fenólicos em pêssegos cvs. Chimarrita e Cerrito, durante o armazenamento refrigerado. As frutas foram colhidas em três estádios de maturação e armazenadas em refrigeração à 0°C ± 0,5°C, com umidade relativa do ar de 90% ± 5%. As avaliações do teor de fenóis, atividade da polifenoloxidase e a ocorrência de distúrbios fisiológicos foram feitas na colheita e após 6, 12 e 18 dias de armazenamento, mais 3 dias de simulação de comercialização (± 25°C). Os resultados mostraram que na cultivar Chimarrita, tanto na colheita quanto durante o armazenamento, os pêssegos produzidos em pomar com cobertura vegetal apresentaram maior atividade de polifenoloxidase e compostos fenólicos do que os de pomar com manejo do solo sem cobertura. Pêssegos da cv. Cerrito não apresentaram diferenças na atividade polifenoloxidase e no teor de fenóis nos períodos avaliados. Ambas as cultivares não apresentaram aparecimento de qualquer distúrbio fisiológico durante os períodos avaliados.

Palavras-chave: armazenamento refrigerado, manejo do solo, *Prunus persica*.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the effect of mulching, on the phenolic compounds and polyphenoloxidase activity during cold storage an 'Chimarrita' and 'Cerrito' peaches. The fruits were harvested in three stages of maturation and storage refrigerated at 0°C ± 0,5°C and RU 90% ± 5%.

Phenolic compounds, polyphenoloxidase activity and the physiologic disorders were evaluated at harvest and after 6, 12 and 18 days of storage, 3 more days of shelf life (± 25°C). Results showed that the 'Chimarrita' peaches during cold stored and harvest presented more intense phenolic compounds and polyphenoloxidase activity when harvested in orchards with mulching. 'Cerrito' peaches that presented no difference in the phenolic compounds and on polyphenoloxidase activity in the evaluate periods. Both peaches varieties did not show any physiologic disorders during cold storing.

Key words: cold storage, soil management, *Prunus persica*.

INTRODUÇÃO

As principais causas de perdas após a colheita de pêssegos são a ocorrência de podridões e de distúrbios fisiológicos. Estes últimos manifestam em maior intensidade durante o armazenamento refrigerado. Os distúrbios fisiológicos mais comuns são a lanosidade e o escurecimento interno da polpa. O escurecimento interno está diretamente relacionado com conteúdo de fenóis e com atividade polifenoloxidase. Estes distúrbios decorrem da exposição das frutas a baixas temperaturas, conhecido como danos por frio apresentando sintomas como a presença de pigmentação escura na polpa e textura farinhenta. A fruta afetada perde a capacidade de

¹Trabalho desenvolvido com apoio Fapergs, CNPq, Embrapa e Universidade federal de Pelotas (UFPEL). Parte integrante da Dissertação Mestrado em Agronomia - área Fruticultura de Clima Temperado.

²Engenheiro Agrônomo, MSc, Pós-graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM)/UFPEL, Monte Casseros 3113, 97510-380, Uruguaiana, RS. E-mail: marticar@ufpel.tche.br. Autor para correspondência.

³Engenheiro Agrônomo, Doutor, Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS. E-mail: fcantill@cpart.Embrapa.br.

⁴Engenheiro Agrônomo MSc. Professor Setor Horticultura Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Uruguaiana, RS E-mail: roselifarias@bol.com.br

⁵Engenheiro Agrônomo, Doutor, Professor, Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial. FAEM/UFPEL. Pelotas. RS.

amadurecer e desenvolve aromas e sabores estranho. Estes danos ocasionados por frio não se manifestam durante ou imediatamente após a saída do armazenamento refrigerado, mas os sintomas se apresentam melhor evidenciados no período de amadurecimento ou comercialização, normalmente após um a dois dias em temperatura de 15 a 20°C (LUCHSINGER et al., 1996).

Atualmente tem-se estudado os mecanismos bioquímicos e fisiológicos responsáveis pelo processo de aparecimento de danos por frio, relacionando a atividade da polifenoloxidase e o teor de compostos fenólicos com o aparecimento e desenvolvimento do escurecimento interno da polpa (BRADY, 1993; CANTILLANO, 1998). A incidência de escurecimento interno depende de fatores como época de colheita, condições de armazenagem, cultivar e práticas culturais, irrigação e manejo do solo (CRISOSTO et al., 1997). O potencial destas fisiopatias depende da quantidade de compostos fenólicos e do nível de atividade da enzima PFO, a qual catalisa o escurecimento enzimático na polpa das frutas (SIDDIQ et al., 1992).

Como estas variáveis são influenciáveis pela cultivar, condições climáticas e de manejo, buscou-se neste trabalho estudar o efeito do manejo do solo na atividade da polifenoloxidase e compostos fenólicos em pêssegos, durante o armazenamento refrigerado.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em pomares comerciais de pessegueiros, implantados em 1985 no município de Pelotas/RS durante a safra de 1999/2000, conduzidos em espaçamento 5m entrefileira e 3,5m entre plantas e 5m entrefileira e 4m entre plantas das cvs. Chimarrita (de mesa) Cerrito (indústria) respectivamente, sobre porta-enxerto Morro Redondo.

Estudou-se o efeito dos sistemas de manejo do solo na linha e entrelinha de plantio. Foram avaliados os sistemas de manejo do solo com cultivo convencional sem cobertura vegetal e com cobertura vegetal com aveia preta. No cultivo convencional, o manejo do solo consistiu na realização de práticas adotadas pelo fruticultor desde implantação do pomar. As linhas de plantio dos pessegueiros foram mantidos sem cobertura vegetal e/ou erva daninha. Esta condição foi mantida com auxílio de capinas e/ou uso de herbicidas.

Nos sistema com cobertura vegetal, o manejo do solo consistiu em manter cobertura verde na linha e nas entrelinhas de plantio do pessegueiro.

Neste sistema, o pomar já vinha sendo cultivado com aveia preta como cobertura verde, há três anos consecutivos. A aveia foi semeada no mês de Abril e/ou Maio, sendo dessecada com utilização de herbicida, ou então feita à prática de deitar a aveia com uso de grade ou arado, no mês de outubro.

Em cada sistema de manejo, as frutas foram colhidas aleatoriamente no pomar (80 a 100 plantas por cultivar por sistema), em três estádios de maturação caracterizados pela coloração de fundo e de superfície, verdoengo (M2-75% coloração esverdeada e 25% coloração final do fruto), meio maduro (M3-50% coloração final característica da cultivar) e maduro (M4-75% da coloração final característica da cultivar). Para cada tratamento, foram armazenadas frutas nos três estádios de maturação, à temperatura de 0°C e umidade relativa à 90% ± 5%. As frutas foram mantidas por períodos de 6, 12 e 18 dias de armazenamento refrigerado. Em cada um destes períodos, também se realizou uma simulação de comercialização, mantendo-se as frutas durante três dias a ± 25°C. Após o qual foram realizadas as determinações do teor de fenóis, atividade de polifenoloxidase (PFO) e ocorrência de escurecimento interno e lanosidade.

O teor composto fenólico foi determinado de acordo com a metodologia adaptada de HYODO et al. (1978) e CANTILLANO (1998). Os resultados foram expressos em mg.g⁻¹.

Atividade enzimática foi determinada de acordo com a metodologia descrita por SIRIPHANICH & KADER (1985) e CANTILLANO (1998). Os resultados foram expressos em unidades de polifenoloxidase min⁻¹.g⁻¹.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com esquema fatorial 2x3x3 (cobertura vegetal do solo, estádio de maturação, armazenamento com simulação de comercialização), com quatro repetições de cinco frutas cada. Os dados foram submetidos à análise de variância e à comparação de médias pelo teste DMS em nível de significância de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Cultivar Chimarrita

Na colheita, as frutas provenientes de pomar com cobertura vegetal apresentaram maior atividade da polifenoloxidase do que às de pomar com manejo do solo com cultivo convencional, entretanto, os valores foram extremamente baixos (valores médios de 0,001 e 0,000 polifenoloxidase min⁻¹.g⁻¹, respectivamente). Durante o armazenamento

constatou-se superioridade na atividade da polifenoloxidase nos pêssegos produzidos em pomares com cobertura vegetal. Porém, somente os pêssegos colhidos em estágio maduro proveniente de pomar com manejo cobertura vegetal apresentaram valores significativamente maiores na atividade da polifenoloxidase do que às frutas do mesmo estágio provenientes do cultivo convencional (Figura 1A).

No armazenamento, houve incremento da atividade da polifenoloxidase em ambos os sistemas de manejo do solo. Embora não tenha sido detectada diferença significativa entre os sistemas, há uma pequena superioridade na atividade da polifenoloxidase nas frutas provenientes de pomar com cobertura vegetal durante os três períodos de armazenamento, apresentando valor médio de 0,026 de polifenoloxidase $\text{min}^{-1}\text{g}^{-1}$, enquanto os pêssegos provenientes de pomar com manejo do solo cultivo convencional evidenciam menor atividade de polifenoloxidase, sendo que, houve elevação significativa na atividade dos 6 para 12 e 18 dias de conservação. Mas na média dos períodos de armazenamento das frutas provenientes do cultivo convencional, os valores da atividade da polifenoloxidase foram de 0,014 $\text{min}^{-1}\text{g}^{-1}$ (Figura 1B).

As variações na atividade da polifenoloxidase são decorrentes das espécies, condições de cultivo e manejo das frutas (ABREU et al., 1998). Por exemplo, em maçãs, há decréscimo da atividade da polifenoloxidase com aumento da maturação (COSETENG & LEE, 1987). Em pêssegos tem-se comportamento contrário (BASSI & SELLI,

1990). Atividade dessa enzima em frutas de caroço como o pêssego encontra-se no momento da colheita e também durante a maturação em temperaturas ambientes. Esta variação se deve à deterioração do tecido, perda da estrutura da membrana celular e aumento da concentração dos fenóis, motivo pelo qual, às vezes os resultados são contraditórios (BRADY, 1993; CANTILLANO, 1998).

Apesar de observar incremento da atividade da polifenoloxidase nos pêssegos armazenados, estes não foram significativamente influenciados pelo período de armazenamento. Atividade máxima da enzima polifenoloxidase na cv. Riograndense foi detectada no período inicial do armazenamento, diminuindo aos 10 dias de armazenamento para posterior aumento (CARVALHO, 1998).

Em relação aos compostos fenólicos, no momento da colheita, não houve influência do sistema de manejo do solo e estágio de maturação. Entretanto, durante o armazenamento, os pêssegos foram influenciados significativamente pelo manejo do solo (Figura 2). As frutas provenientes de pomar com cobertura vegetal apresentaram maiores quantidades de compostos fenólicos do que às produzidas em pomar com cultivo tradicional. As demais interações não foram significativas.

Apesar de não ter sido constatado problemas com distúrbios fisiológicos durante os períodos de armazenamento, mais especificamente o escurecimento interno, o aparecimento deste distúrbio, está relacionada com a quantidade de compostos fenólicos presentes na fruta e do nível da atividade da

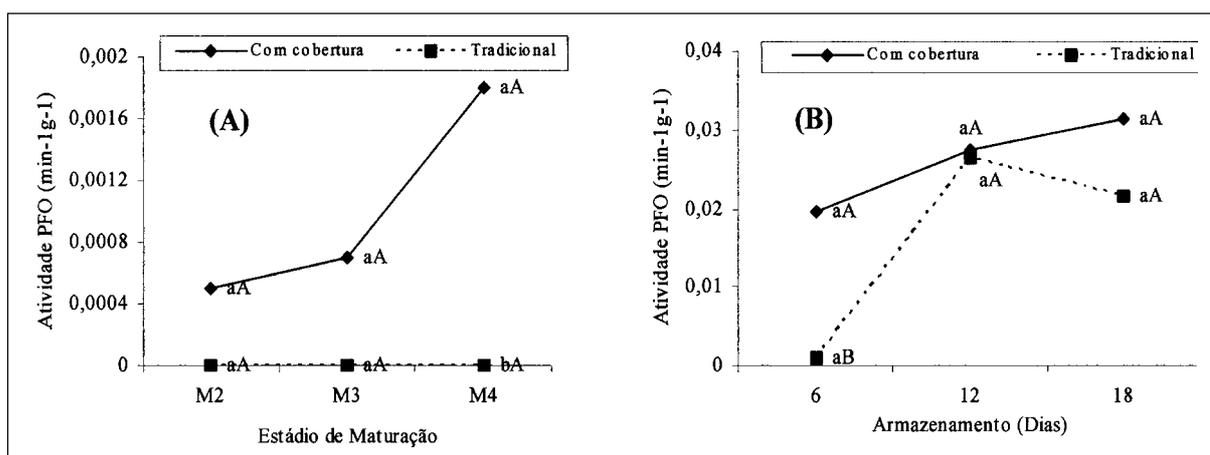


Figura 1 - Atividade da Polifenoloxidase (PFO) $\text{min}^{-1}\text{g}^{-1}$ em pêssegos cultivar Chimarrita em três estádios de maturação na colheita (A), M2 - verdeoengo, M3 - meio maduro e M4 - maduro e, em três períodos de armazenamento (B), provenientes de pomar de manejo do solo com cobertura e com cultivo tradicional. Letras diferentes indicam que as médias observadas diferem entre si pelo teste DMS, em nível de 5% de probabilidade de erro. Letras minúsculas comparam pomar com cobertura do solo com aveia e com cultivo tradicional e maiúscula comparam estádios de maturação.

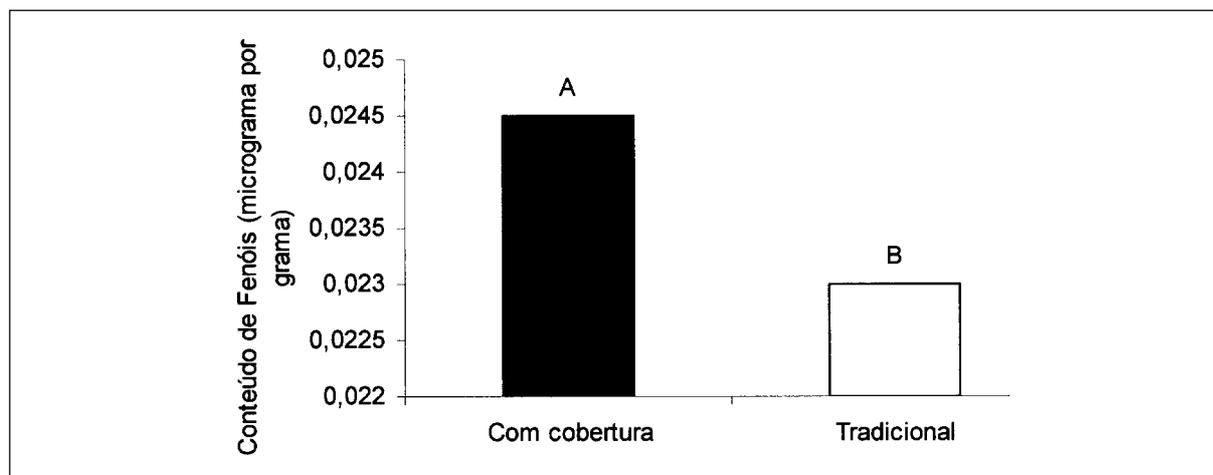


Figura 2 - Conteúdo de Fenóis ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ peso fresco) em pêsegos cultivar Chimarrita durante o período de armazenamento, provenientes de pomar com manejo do solo com cobertura vegetal e com cultivo tradicional. Letras diferentes indicam que as médias observadas diferem entre si pelo teste DMS, em nível de 5% de probabilidade de erro.

enzima polifenoloxidase (LEE et al., 1990; BRADY, 1993).

Durante o armazenamento, os pêsegos cv. Chimarrita provenientes de pomar com manejo do solo com cobertura vegetal apresentaram maior quantidade de compostos fenólicos e atividade da polifenoloxidase. Portanto, indica maior suscetibilidade das frutas produzidas neste sistema ao aparecimento do escurecimento interno.

Cultivar Cerrito

Tanto na colheita como no armazenamento dos pêsegos a atividade da polifenoloxidase não foi influenciada pelos sistemas de manejo do solo e por nenhum dos outros efeitos e interações. Entretanto, ressalta-se que, no final do período de armazenamento, as frutas provenientes de pomar com cobertura vegetal apresentaram uma pequena superioridade $0,004$ polifenoloxidase $\text{min}^{-1}\text{g}^{-1}$, enquanto que as frutas de pomar com cultivo convencional apresentaram $0,002$ polifenoloxidase $\text{min}^{-1}\text{g}^{-1}$.

O conteúdo de fenóis nos pêsegos desta cultivar constatou-se que na colheita, não houve diferença significativa em sua concentração (valores médios no manejo do solo com cobertura vegetal $0,0383\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ peso fresco e com cultivo tradicional $0,0377\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ peso fresco) entre os sistemas estudados.

Durante o armazenamento, os resultados se mantêm, não apresentando diferença significativa entre os sistemas de manejo do solo. Os pêsegos provenientes de pomar com manejo com cobertura vegetal apresentaram valores médios $0,0410\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ peso fresco e no cultivo convencional $0,0419\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$

peso fresco. Durante a maturação das frutas, também aumentou o conteúdo de compostos fenólicos tanto na colheita como durante o período de armazenamento (Figura 3). Pêsegos no estágio meio-maduro (M3) e maduro (M4), apresentaram maior conteúdo de fenóis aos colhidos no estágio verdeoengo (M2), independente do sistema de manejo do solo.

Em ameixas, observa-se aumento no conteúdo de compostos fenólicos aos 15-20 dias de armazenamento a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, com posterior decréscimo, independente do estágio de maturação. O potencial de escurecimento de frutas, mesmo em diferentes variedades de compostos da mesma espécie está diretamente relacionada à quantidade de compostos fenólicos e atividade da enzima polifenoloxidase, ou à combinação destes dois fatores. Na presença de oxigênio, a polifenoloxidase cataliza a oxidação de compostos fenólicos (OOGAKI et al., 1990).

Os pêsegos de ambas as cultivares, mesmo tendo apresentando atividade da polifenoloxidase e fenóis, não apresentaram escurecimento interno ou qualquer outro distúrbio. Esse comportamento se deve, provavelmente, à manutenção da estrutura e integridade biológica das células dessas frutas. Porém, com o prolongamento do período de armazenamento estes distúrbios poderiam aparecer mais intensivamente em pêsegos com maiores conteúdos de fenóis e atividade da polifenoloxidase.

Mesmo não havendo diferença significativa, os pêsegos provenientes de pomar com cobertura vegetal apresentaram maiores quantidades de compostos fenólicos e atividade da polifenoloxidase do que às frutas provenientes de

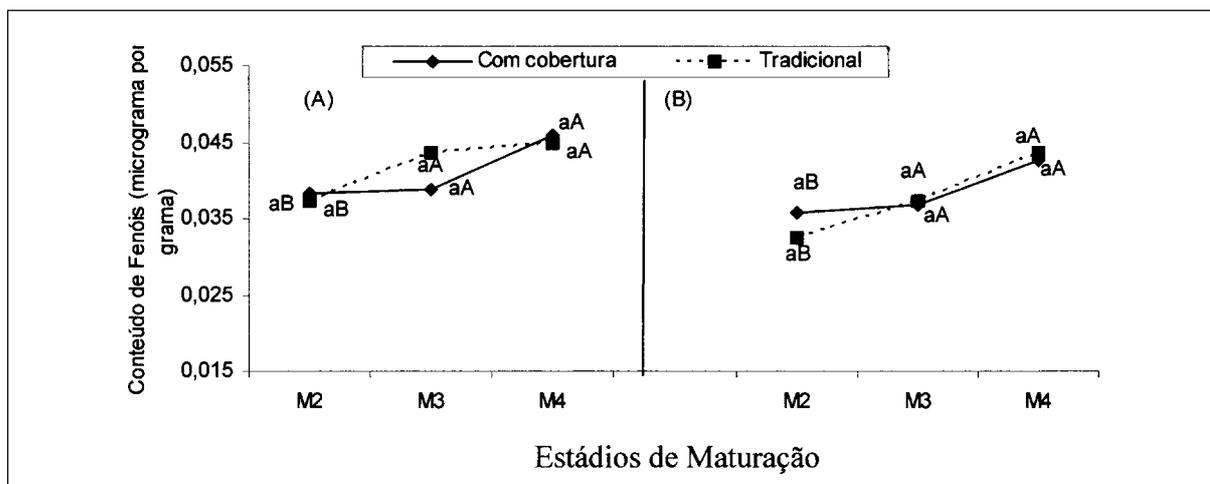


Figura 3 - Conteúdo de Fenóis ($\mu\text{g.g}^{-1}$ peso fresco) em pêssegos cultivar Cerrito, na colheita (A) e durante o período de armazenamento (B), em três estádios de maturação, M2 - verdeoengo, M3 - meio maduro e M4- maduro, provenientes de pomar de manejo do solo com cobertura e com cultivo tradicional. Letras diferentes indicam que as médias observadas diferem entre si pelo teste DMS, em nível de 5% de probabilidade de erro. Letras minúsculas comparam pomar com cobertura do solo com aveia e com cultivo tradicional e maiúsculas comparam estádios de maturação.

pomar com manejo cultivo convencional. Atualmente, poucas informações são encontradas a este respeito. Esta superioridade pode estar relacionada ao grau do estágio maturação, as frutas produzidas em pomar com cobertura vegetal apresentavam-se mais esverdeada no momento da colheita, ou seja, menor avanço da coloração de fundo. Para uma mesma cultivar, a velocidade com que a maturação ocorre varia em função das condições edafoclimáticas e de manejo, do momento da colheita e do manejo pós-colheita. Assim, por exemplo, em solos ricos em nitrogênio (N), há atraso na maturação de frutas de caroço, que, dependendo da concentração, pode comprometer a qualidade pós-colheita (CRISOSTO et al., 1997). O nível de N no solo é influenciado pelo seu tipo de manejo, principalmente pelo manejo da cobertura nas entrelinhas (CANTILLANO, 1998). Os compostos fenólicos das frutas desempenham importante papel na determinação do *flavor*, cor e que são influenciados por fatores como variedade, maturação, nutrição mineral e condições edafoclimáticas (CHITARRA, 1997).

CONCLUSÃO

Pêssegos cultivar Chimarrita produzidos em pomares com cobertura vegetal apresentam maior conteúdo de fenóis e atividade da polifenoloxidase, do que os produzidos em pomares com cultivo tradicional. Em pêssegos da cultivar Cerrito o conteúdo de fenóis e da atividade da polifenoloxidase

não são influenciados pelo manejo do solo. Ambas as cultivares não apresentaram aparecimento de qualquer distúrbio fisiológico durante os períodos avaliados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, C.M.P.; SANTOS, C.D.; COSTA, L. Efeito da embalagem de polietileno e da refrigeração no escurecimento interno e na atividade de peroxidase e polifenoloxidase, durante a maturação de abacaxi. (*Ananas comosus* (L) Mess cv. Smooth Cayenne). *Ciência e Tecnologia*, Brasil, v.22, n.4, p.454-465, 1998.
- BASSI, D.; SELLI, R. Evaluation of fruit quality in peach and apricot. *A dv Horticultural Science*, v.4, p.107-112, 1990.
- BRADY, J.C. *Biochemistry of fruit ripening*. London : Chapman e Hall, 1993. p.314.
- CANTILLANO, R.F.F. *Estudio del efecto de las atmosferas modificadas durante el almacenamiento y comercializacion de algunas frutas y hortalizas*. 1998. 276f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Universida Politécnica de Valencia.
- CARVALHO, P.S. *Aspectos fisiológicos e bioquímicos do Pêssego (*Prunus persica* (L) Batsch) cv. Riograndese e Eldorado sob regime de frigoconservação em embalagens com filmes de PVC*. 1998. 52f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) - Universidade Federal de Pelotas.
- CHITARRA, M.F.I. Colheita e qualidade pós-colheita de frutos. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.17, n.179, p.8-18, 1997.
- COSETENG, M.Y.; LEE, C.Y. Changes in apple polyphenoloxidase and polyphenol concentrations in relation to degree of browning. *Journal Food Science*. New York. v.52, n.4, p.985-989, 1987.

- CRISOSTO, C.H.; JOHNSON, R.S.; DEJONG, T. Orchard factors affecting postharvest stone fruit quality. **HortScience**, California, v.32 n.5, p.820-823. 1997.
- HYODO, H.; KURODA, H.; YANG, S.F. Induction of phenylalanine ammonia-lyase and increase in phenolics in lettuce leaves in relation to the development of russet spotting caused by ethylene. **Plant Physiology**, v.62, p.31-35, 1978.
- LEE, C.Y. et al. Enzymatic browning in relation to phenolic compounds and polyphenoloxidase activity among various peach cultivars. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, s/1. v.38, n.1, p.99-101, 1990.
- LUCHSINGER, L.E.; WALSH, C.S.; SMITH, M. Chilling injury of peach fruits during storage. **Horticulturae Science**, v.25, n.5, p.31-36, 1996.
- OOGAKI, C.; WANG, H.G.; GEMMA, H. Physiological and biochemical characteristics and keeping qualities of temperate fruits during chilled storage. **Acta Horticulturae**, s/1, v.279, p.541-558. 1990.
- SIDDIQ, M.; SINHA, N.K.; CASH, J.N. Characterization of polyphenoloxidase from "Stanley" plums. **Journal Food Science**, s/1, v.57, n.5, p.1177-1179, 1992.
- SIRIPHANICH, J.; KADER, A. A. Effects of CO₂ on total phenolics, phenylalanine ammonia lyase, and polyphenol oxidase in lettuce tissue. **Journal American Society Horticulturae Science**, Davis, v.110, n.2, p.249-253, 1985.