

ARMAZENAMENTO DE MORANGOS CV. OSO GRANDE (*Fragaria ananassa* L.) SOB ELEVADAS PRESSÕES PARCIAIS DE CO₂

BRACKMANN, Auri; HUNSCHE, Maurício; WACLAWOVSKY, Alessandro J.; DONAZZOLO, Joel;

UFSM/CCR/Deptº de Fitotecnia Núcleo de pesquisa em Pós-Colheita – Campus Universitário – CEP 97105-900,
Santa Maria, RS. e-mail: brackman@ccr.ufsm.br
(Recebido para publicação em 30/08/2000)

RESUMO

Avaliou-se o efeito da utilização de elevadas pressões parciais de CO₂ no prolongamento da vida pós-colheita de morangos cv. Oso Grande. Foram desenvolvidos dois experimentos, no delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições, sendo as unidades experimentais compostas por 18 frutos. Os morangos foram expostos a 0, 10, 15 e 20kPa de CO₂ por 2, 3 e 5 dias a 20°C (1º experimento) ou 10 e 19 dias a 0°C (2º experimento). Depois da aplicação dos tratamentos, os frutos permaneceram por 2 ou 3 dias a 20°C, seguindo-se as avaliações de qualidade. Quanto maior a pressão parcial de CO₂ utilizada para ambos experimentos, maior foi a firmeza de polpa e o controle de podridões, entretanto, também foi maior escurecimento das sépalas, no experimento a 0°C. Não foi verificado efeito do tempo de exposição ao CO₂ sobre a retenção da firmeza de polpa, sólidos solúveis totais (SST), acidez titulável, evolução da cor vermelha, escurecimento das sépalas e ocorrência de podridões. Alterações no sabor e aroma em função das elevadas pressões parciais de CO₂, não foram verificadas. O uso de 20kPa CO₂ e baixa temperatura (0°C) durante o armazenamento, transporte e comercialização propiciaram boa manutenção da qualidade de morangos cv. Oso Grande por até 20 dias.

Palavras-chave: atmosfera controlada, temperatura, morangos

ABSTRACT

STORAGE OF 'OSO GRANDE' STRAWBERRIES (*Fragaria ananassa* L.) UNDER HIGH CO₂ PARTIAL PRESSURE. The aim of this work was to evaluate the effect of high CO₂ partial pressures on the increase of postharvest life of 'Oso Grande' strawberries. Two experiments with a completely randomized design, with four replicates of 18 fruits were carried out. The strawberries were exposed to 0, 10, 15 and 20kPa of CO₂ during 2, 3 or 5 days at 20°C (first experiment) or 10 and 19 days at 0°C (second experiment) plus 2 or 3 days at 20°C (shelf-life). Higher CO₂ partial pressures, in both experiments, maintained higher pulp firmness and reduced rot incidence but induced higher sepal browning. There was no beneficial effects of CO₂ treatment on the firmness, total soluble solids, titratable acidity, red color evolution, sepal browning and rot incidence. CO₂ levels did not influence aroma and flavor of the fruits. In high CO₂ partial pressures (20kPa) and low temperature (0°C) 'Oso Grande' strawberries maintained quality during 20 days of storage.

Key words: controlled atmosphere, temperature, strawberries.

INTRODUÇÃO

A cultura do morangueiro, situada principalmente em pequenas propriedades das regiões da Serra e Vale do Cai, tem expressiva importância econômica e social no Rio Grande do Sul. A cultura, que conta com um crescimento anual significativo em sua área cultivada, adota modernas tecnologias para oferecer um produto de qualidade, inclusive abrindo as portas para a exportação.

Entretanto, a comercialização de morangos a grandes distâncias esbarra em sua grande perecibilidade, decorrente de sua elevada taxa respiratória e susceptibilidade ao desenvolvimento de agentes patogênicos (ROSEN & KADER, 1989). Segundo OLIVEIRA *et al.* (1979), as perdas por podridões podem chegar a níveis de 20 a 40% do total de frutos comercializados em poucos dias e, os principais responsáveis por essa rápida deterioração são os fungos dos gêneros *Botrytis*, *Penicillium*, *Phomopsis* e *Rhizopus*. (ITAL, 1978).

A utilização de baixas temperaturas é uma ferramenta importante para prolongar a vida pós-colheita de morangos. HARDENBURG *et al.* (1986) afirmam que o morango pode ser armazenado por 5 a 7 dias na temperatura de 0°C. Entretanto, para o armazenamento prolongado, somente a redução da temperatura não é o suficiente para manter boa qualidade, sendo necessário usar também outras técnicas como atmosfera modificada ou controlada. O uso de altas pressões parciais de CO₂ é uma alternativa para prolongar a vida pós-colheita, pois ele atua diretamente no metabolismo dos frutos e/ou sobre a germinação e desenvolvimento de agentes patogênicos (WELLS & COTA, 1970).

Um dos efeitos positivos da utilização de elevadas pressões parciais de CO₂ durante a conservação é a diminuição na perda de firmeza de polpa (SMITH & SKOG, 1992; KAWADA & KITAGAWA, 1993; BRACKMANN *et al.* 1999). Além disso, o armazenamento em atmosfera enriquecida com CO₂ reduz a deterioração de morangos inoculados com *Botrytis cinerea*, sendo que o efeito só é benéfico com temperatura superior a 10°C e, os resultados dependem da concentração inicial do inóculo e da cultivar (GUINEBRETIERE *et al.*, 1991). Segundo WELLS & COTA (1970), o crescimento de *Botrytis cinerea* e *Rhizopus stolonifer* em atmosfera com 10, 20, 30 ou 45kPa CO₂ decresceu linearmente com o aumento da concentração de CO₂ e, foi inibida em aproximadamente 50% em atmosfera com 20kPa CO₂.

Entretanto, elevado CO₂ pode ocasionar danos aos frutos como o desenvolvimento de "off-flavor", perda de coloração de polpa e menor aroma. ZHANG & WATKINS (1997) verificaram que o CO₂ pode causar "off-flavor", dependendo da concentração de CO₂ e do tempo de exposição dos frutos. FENG *et al.* (1993) afirmam que concentrações de 20-30kPa de CO₂ propiciam frutas sem aroma e, conforme KE *et al.* (1993), o armazenamento de morangos em 20kPa CO₂ aumentou levemente as concentrações de acetaldeído, etanol e etilacetato. Já COUEY & WELLS (1970) afirmam que o desenvolvimento de "off-flavor" só ocorre acima de 30kPa CO₂.

Outro aspecto negativo decorrente de elevadas pressões parciais de CO₂ é a alteração na coloração dos frutos. Segundo HOLCROFT *et al.* (1997), elevadas concentrações de CO₂ deixam os frutos mais pálidos pela redução da

biossíntese de antocianina nos tecidos internos epiderme. KADER (1997) afirma que concentrações de CO₂ superiores a 25kPa ocasionam descoloração da epiderme.

Assim, o objetivo deste trabalho foi de avaliar a qualidade de morangos cv. Oso Grande expostos a diferentes pressões parciais de CO₂ por diferentes períodos e em diferentes temperaturas, visando aumentar a vida de prateleira.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos dois experimentos no Núcleo de Pesquisa em Pós-colheita (NPP) do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria. Os morangos utilizados foram da cultivar Oso Grande, provenientes de cultivos comerciais da Serra Gaúcha. Antes da instalação dos experimentos, os frutos foram selecionados, eliminando-se aqueles fora do padrão do ponto de maturação e com ferimentos. Os experimentos foram desenvolvidos seguindo o delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições e unidade experimental composta por 18 frutos. Na instalação do experimento, os frutos apresentavam os seguintes atributos de qualidade: firmeza de polpa 10,36N, sólidos solúveis totais (SST) 6,93°Brix e acidez titulável 9,89cmol.L⁻¹.

No primeiro experimento os frutos foram expostos aos tratamentos com pressões parciais de CO₂ (0, 10, 15 e 20 kPa). Os frutos foram acondicionados em recipientes de vidros com volume de cinco litros e mantidos à temperatura de 20°C. A aplicação dos tratamentos durou 2, 3 ou 5 dias, seguidos de armazenamento em ar por 3, 3 e 2 dias em ar também a 20°C, quando então ocorreram as avaliações dos frutos. No segundo experimento, as pressões parciais de CO₂ foram as mesmas do primeiro experimento (0, 10, 15 e 20 kPa) entretanto, o armazenamento foi a 0°C. As avaliações foram efetuadas após 10 e 19 dias de exposição aos níveis de CO₂, acrescidos do armazenamento por 3 e 2 dias em ar a 20°C, respectivamente.

As concentrações iniciais de CO₂ nos recipientes foram obtidas através da injeção de gás carbônico proveniente de cilindros de alta pressão. O monitoramento e correção das pressões parciais foi realizada através de análise diária, com o auxílio de um analisador de CO₂, marca Agridatalog.

Nos experimentos foram avaliados: firmeza de polpa, sólidos solúveis totais, acidez titulável, evolução da cor vermelha da epiderme, escurecimento da superfície das sépalas e podridão. A firmeza de polpa foi determinada com uso de penetrômetro manual com ponteira de 7,9mm, perfurando-se cada fruto em dois lados e em posições distintas, de forma que os furos não coincidiram. A acidez titulável foi determinada através de titulação de 10ml de suco em 100ml de água destilada, com solução de NaOH 0,1N até pH 8,1. Os teores de sólidos solúveis totais (SST) foram determinados por refratometria manual, com posterior correção do efeito da temperatura. Para expressar o escurecimento da superfície das sépalas foi utilizada uma escala de 1 a 3, sendo que no índice 1, menos de 10% da área superficial das sépalas apresentava-se escurecida e de aspecto seca (necrosada); no índice 2, de 10 a 40% e no índice 3, mais de 40% da área superficial das sépalas escurecida. Para avaliação da cor dos frutos foi elaborada uma escala de 1 a 3, onde 1 representava menos de 75% da epiderme dos frutos com coloração vermelha; o índice 2 de 75 a 95% e no índice 3, mais de 95% da área da epiderme dos frutos apresentava-se vermelha. No momento da colheita, os frutos apresentavam índice de cor em 1,7. A quantificação de

podridões foi baseada na avaliação visual e expressa em percentual de frutos, sendo considerados frutos podres aqueles que apresentavam sintomas típicos de ataque de patógenos.

No primeiro experimento (armazenamento a 20°C) os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e, havendo interação entre os fatores (dias de exposição ao CO₂ X pressão parcial de CO₂) foi determinada a superfície de resposta. Quando não houve interação entre os fatores, os dados foram submetidos à análise de regressão polinomial para os efeitos dos fatores principais. No experimento conduzido em 0°C, os dados de cada avaliação foram submetidos à análise de variância e regressão polinomial. A escolha das regressões e superfície de resposta foi em nível de 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No experimento conduzido em 20°C verificou-se após dois dias de tratamento com altas pressões parciais de CO₂ e três dias em ar, que os morangos já apresentavam alta incidência de podridões e avançado escurecimento das sépalas, que foram aumentando ainda mais com o tempo (Figura 2). Também foi verificado, neste experimento, que os valores dos parâmetros firmeza de polpa e acidez titulável decresceram rapidamente em função do tempo de vida pós-colheita (Figura 1). Já os teores de SST, em geral, não sofreram modificações com o tempo de armazenamento, em ambas as temperaturas, a ponto de prejudicar o sabor (Figura 1 e 4).

O armazenamento a 0°C (2º experimento) proporcionou boa qualidade visual dos morangos após 10 e 19 dias na retirada dos frutos do frio, apresentando-se adequados para o consumo. Entretanto, após a exposição dos frutos à temperatura de 20°C por 3 e 2 dias, respectivamente, ocorreu uma rápida perda de qualidade em função do rápido amadurecimento em alta temperatura.

Ao contrário do que se esperava, foi verificado maior firmeza de polpa e menor ocorrência de podridões nos frutos armazenados por 19 dias à 0°C do que naqueles armazenados por 10 dias (Figura 4 e 5). Isto provavelmente foi decorrente do tempo de exposição à temperatura de 20°C, após o armazenamento refrigerado, que foi maior na avaliação com 10 dias do que com 19 dias de refrigeração a 0°C. Percebe-se, portanto, que a temperatura tem um grande efeito na qualidade deste fruto e que o armazenamento, transporte e comercialização em ambiente refrigerado é essencial para a manutenção da qualidade do morango.

Apesar de haver uma resposta positiva da firmeza de polpa e incidência de podridões com relação aos níveis de CO₂ estudados (Figura 1 e 2), estes não impediram a rápida deterioração e a alta incidência de podridões nos frutos do experimento em 20°C, apresentando após cinco dias mais de 40% de podridões, mesmo com 20kPa de CO₂ (Figura 2). No experimento a 0°C, a resposta destes parâmetros (Figura 5), em relação ao CO₂, foi semelhante e, com 19 dias de armazenamento em frio e 20kPa de CO₂, ocorreu menos de 20% de podridões, entretanto, os frutos permaneceram somente dois dias em ar e 20°C antes da avaliação. O aumento da firmeza de polpa com a exposição ao elevado CO₂ também foi observada em 21 cultivares de morango por SMITH & CROG (1992).

Nos frutos tratados com CO₂ em 20°C, observou-se um menor índice de cor após 5 dias em comparação com a testemunha, que apresentava a superfície da epiderme quase que totalmente vermelha (Figura 3). Apesar de

estatisticamente significativas, as diferenças na cor entre os frutos tratados com CO₂ foi pequena e visualmente inexpressiva. Já, após o armazenamento em 0°C, não houve diferença significativa entre as doses de CO₂ aplicadas e a testemunha (Figura 4). Provavelmente, a baixa temperatura reduziu a síntese de pigmentos e retardou a evolução da cor vermelha da epiderme e os efeitos dos CO₂ foram então, minimizados, ao contrário do que ocorreu no experimento conduzido em 20°C. SMITH & CROG (1992) afirmam que o elevado CO₂ não possui efeito na coloração dos frutos. Entretanto, KAWADA & KITAGAWA (1993) afirmam que elevados níveis de CO₂ deixam os frutos mais brilhosos, contrariando os resultados encontrados por KADER (1997), HOLCROFT *et al.* (1997) e HOLCROFT & KADER (1999), que afirmam que elevado CO₂ acarreta em descoloração da epiderme, deixando os frutos mais pálidos devido à redução da biossíntese de antocianina nos tecidos internos e

epiderme.

Com relação ao escurecimento das sépalas (Figura 1 e 2), no quinto dia a 20°C, os frutos do tratamento testemunha, sem CO₂, apresentavam sépalas com maior superfície escurecida do que os frutos tratados com alto CO₂, sendo que não houve diferenças entre as doses testadas. Por outro lado, em baixa temperatura (0°C), o alto CO₂ incrementou este dano nas sépalas dos morangos (Figura 5). Esta diferença de comportamento entre os frutos dos dois experimentos pode ser devido à diferença de temperatura de armazenamento e ao tempo de exposição ao CO₂, que foi de no máximo cinco dias no experimento conduzido a 20°C.

Para as pressões parciais e tempos de exposição ao CO₂ estudadas não foram detectadas diferenças na acidez titulável e alterações no sabor e aroma dos frutos.

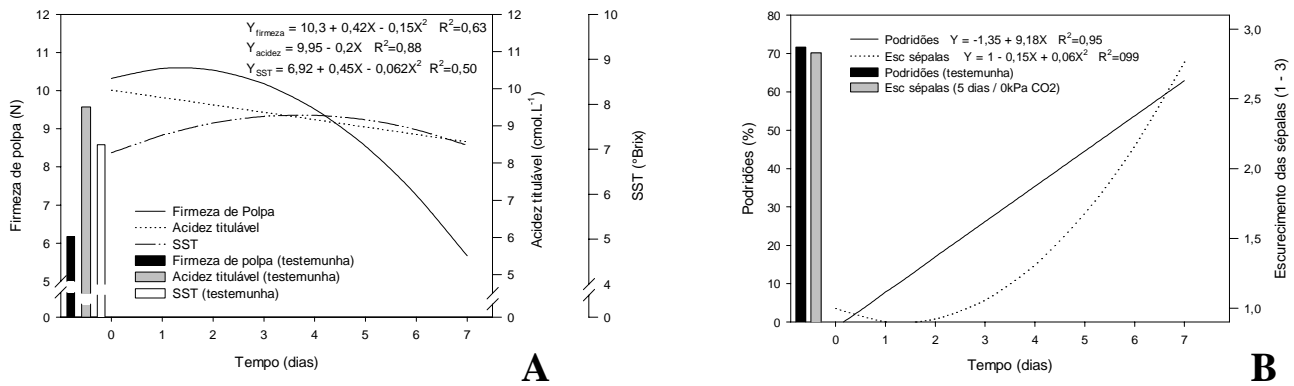


Figura 1. Efeito do tempo de armazenamento sobre a qualidade de morangos cv. Oso Grande tratados com 10, 15 e 20kPa de CO₂ e armazenados a 20°C. Santa Maria, 1999. (As colunas na vertical representam a testemunha, com 0kPa de CO₂ avaliadas no 5º dia de armazenamento a 20°C).

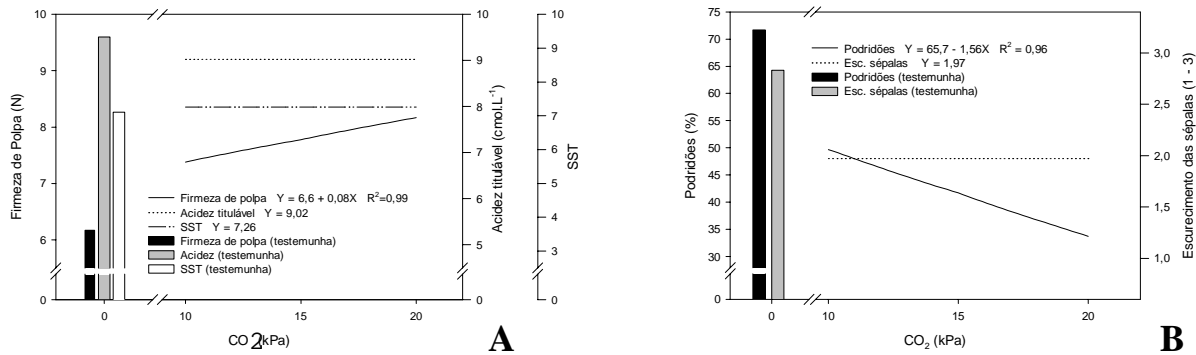


Figura 2. Efeito das pressões parciais de CO₂ sobre a qualidade de morangos cv. Oso Grande armazenados durante sete dias a 20°C. Santa Maria, 1999. (As colunas na vertical representam a testemunha, com 0kPa de CO₂ avaliadas no 5º dia de armazenamento a 20°C).

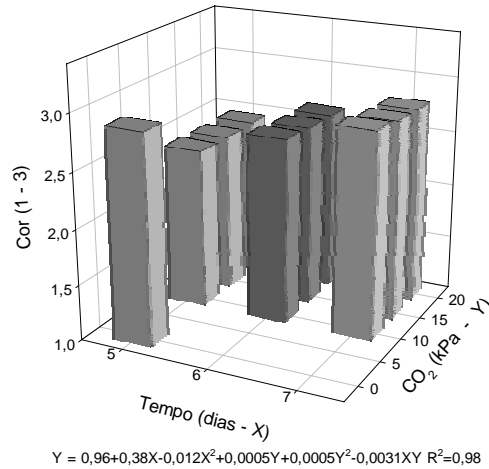


Figura 3. Efeito do tempo de armazenamento e das pressões parciais de CO₂ sobre a cor de morangos cv. Oso Grande armazenados a 20°C. Santa Maria, 1999. (Nível 1 = < 75% da superfície de epiderme vermelha; 2 = 75 a 95% e, 3 = > 95% da superfície da epiderme dos frutos vermelha).

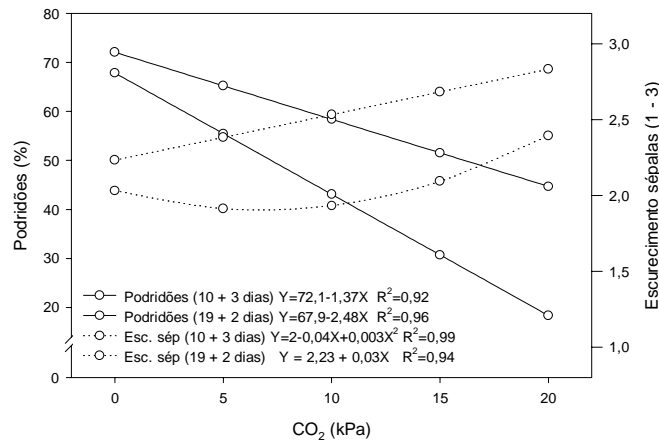


Figura 4. Efeito das pressões parciais de CO₂ sobre a qualidade de morangos cv. Oso Grande armazenados a 0°C. Santa Maria, 1999. (Cor: Nível 1 = < 75% da superfície de epiderme vermelha; 2 = 75 a 95% e, 3 = > 95% da superfície da epiderme dos frutos vermelha).

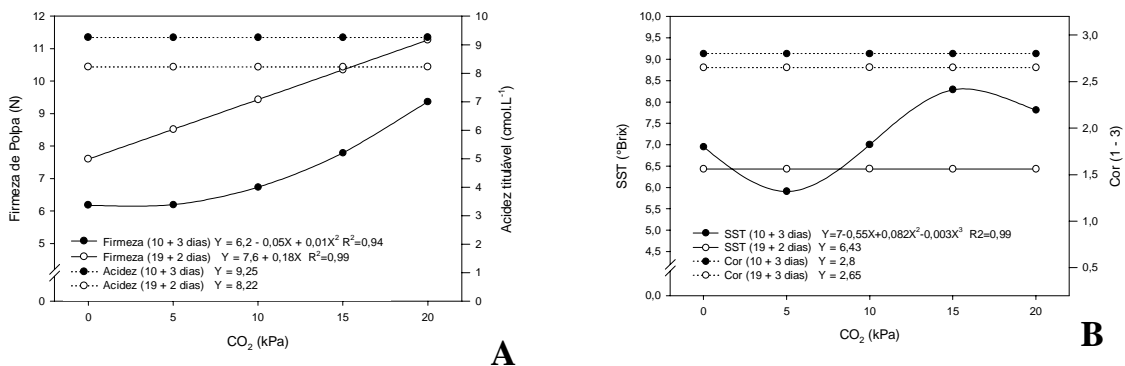


Figura 5. Efeito das pressões parciais de CO₂ sobre a ocorrência de podridões e escurecimento das sépalas de morangos cv. Oso Grande armazenados em 0°C. Santa Maria, 1999.

CONCLUSÕES

Pressões parciais de CO₂ de até 20kPa não ocasionam desordens fisiológicas como "off flavor" e descoloração da epiderme de morangos cv. Oso Grande. A baixa temperatura (0°C) e a pressão parcial de 20kPa de CO₂ permitem a conservação de morangos cv. Oso Grande por até 20 dias. A utilização de baixa temperatura é essencial para o armazenamento, transporte a longas distâncias e comercialização de morangos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRACKMANN, A.; HUNSCHE, M.; MAZARO, S.M. Efeito do alto CO₂ e do armazenamento em atmosfera modificada sobre a qualidade pós-colheita de morangos (*Fragaria ananassa* L.) cv. Tangi. **Científica Rural**, Bagé, v.4, n.1, 1999.
- COUEY, H.M., WELLS, J.M. Low oxygen or high carbon dioxide atmospheres to control postharvest decay of strawberries. **Phytopathology**, v.60, p.47-49, 1970.
- FENG, S.; GIANG, W. H. ; YANG, D. Q.; CAO, J S. "Baojiao" strawberry storage life influenced by the treatments of carbon dioxide and sulfur dioxide. **Acta Agriculturae**, Universitatis Pekinensis, v.3, n. 19, p. 53-57, 1993.
- GUINEBRETIERE, M. H.; CHAMBROY, Y.; SOUTY, M.; The effect of partial pressure of atmosphere carbon dioxide on microbiological quality of strawberries after harvesting. **Montfavet, France** . Station des Recherches Fruitières Méditerranéennes, 351 - 360, 1991.
- HARDENBURG, R. E.; WATADA, A. E.; WANG, C. Y. **The commercial storage of fruits, vegetables and florist nursery stocks**. Agriculture Handbook nº66 (revised). United States Department of Agriculture, 1986. 136p.
- HOLCROFT, D. M.; GIL M. I.; KADER, A. A. Effect of carbon dioxide on anthocyanin biosynthesis during storage of fresh strawberry. In: INTERNATIONAL CONTROLLED ATMOSPHERE RESEARCH CONFERENCE. **Proceedings**. Davis, 1997. n. 3, p.36.
- HOLCROFT, D. M.; KADER, A. A. Controlled atmosphere-induced changes in pH and organic acid metabolism may affect color of stored strawberry fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v.17, p. 19-32, 1999.
- INSTITUTO DE TECNOLOGIA DOS ALIMENTOS. **Conservação do morango** - Relatório Final. Campinas, 1978.
- KADER, A.A. Summary of CA requirements and recommendations for fruits other than apples and pears. In: INTERNATIONAL CONTROLLED ATMOSPHERE. RESEARCH CONFERENCE, Davis, 1997. **Proceedings**., Davis:University of California, 1997. v.3, p.1-34. 263p.
- KAWADA, K.; KITAGAWA, H. CO₂ atmospheres for the shipment and storage of strawberries. In: SIXTH INTERNATIONAL CONTROLLED ATMOSPHERE RESEARCH CONFERENCE, 1993, New York. **Proceedings**. New York:NRAES-71, 1993. v.1, p.322.
- KE, D. Y.; GOLDSTEIN, L.; MAHONI, M.; KADER, A. A. Effects of short term exposure to low O₂ and high CO₂ atmospheres on quality attributes of strawberries. **Journal of Food Science**, v. 1, n.56, p. 50 - 54, 1991.
- LI, C. ; KADER, A. A. Residual effects of controlled atmospheres on postharvest physiology and quality of strawberries. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 4, n. 114, p. 629 - 634, 1989.
- OLIVEIRA, A. C. de; BILHALVA, A. B.; KOETZ, P. R.; Conservação por refrigeração em câmaras industriais de frutos de quatro cultivares de morango (*Fragaria ananassa* Durch.). **Agros**, v.2, n. 15, 93 - 102, 1979.
- ROSEN, J. C.; KADER, A. A. Postharvest physiology and quality maintenance of sliced pear and strawberry fruits. **Journal of Food Science**, v. 3, n.54, p. 656-659, 1989.
- SMITH, R. B. Controlled atmosphere storage of " Redcoat" strawberry fruit. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 2, n.117, p. 260-264, 1992.
- SMITH, R.B.; SKOG, L.J. Postharvest carbon dioxide treatment enhances firmness of several cultivars of strawberry. **HortScience**, v.27, n.5, p.420-421, 1992.
- WELLS, J. M.; COTA, M. Germination and growth of five fungi in low-oxygen and high-carbon dioxide atmospheres. **Phytopathology**, v.60, p.50-53, 1970.
- ZHANG, J. J.; WATKINS, C. Molecular responses of strawberry fruit to carbon dioxide. In: INTERNATIONAL CONTROLLED ATMOSPHERE RESEARCH CONFERENCE, 1997, Davis. **Proceedings**. Davis, 1997. v. 3, p. 35.