



Ciência Rural

ISSN: 0103-8478

cienciarural@mail.ufsm.br

Universidade Federal de Santa Maria

Brasil

Steffens, Cristiano André; Brackmann, Auri; Lopes, Sidinei José; Vilela Pinto, Josuel Alfredo;

Eisermann, Ana Cristina; Hettwer Giehl, Ricardo Fabiano; Weber, Anderson

Degenerescência da polpa e respiração de quivi cv. "Bruno" em função das condições de
armazenamento

Ciência Rural, vol. 37, núm. 6, novembro-dezembro, 2007, pp. 1621-1626

Universidade Federal de Santa Maria

Santa Maria, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33137618>

- 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

Degenerescência da polpa e respiração de quivi cv. “Bruno” em função das condições de armazenamento

Internal breakdown and respiration of ‘Bruno’ kiwifruit in relation to storage conditions

Cristiano André Steffens^I Auri Brackmann^{II} Sidinei José Lopes^{II}
Josuel Alfredo Vilela Pinto^{II} Ana Cristina Eisermann^{II}
Ricardo Fabiano Hettwer Giehl^{II} Anderson Webber^{II}

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da atmosfera controlada sobre a ocorrência da degenerescência da polpa, de sabor e aroma alcoólico no quivi cultivar “Bruno” e a relação destes parâmetros com a taxa respiratória e o quociente respiratório. Os tratamentos foram 0,5; 1,0 e 1,5kPa O_2 combinados com 8, 12 e 16kPa CO_2 . A incidência de degenerescência da polpa e de frutos com aroma alcoólico foi menor nos frutos armazenados com 8kPa de CO_2 , independente do nível de O_2 . A taxa respiratória dos frutos foi menor nos tratamentos com 16kPa de CO_2 e o quociente respiratório apresentou os maiores valores no tratamento com 0,5kPa de O_2 combinado com 16kPa de CO_2 . A taxa respiratória correlacionou-se negativamente com a incidência de degenerescência da polpa e com a presença de aroma alcoólico. O quociente respiratório apresentou uma correlação positiva com a degenerescência da polpa e com a incidência de aroma alcoólico. Segundo a análise sensorial, os tratamentos com 1,0 e 1,5kPa de O_2 combinados com 8kPa de CO_2 , não induziram a formação de sabor alcoólico nos frutos.

Palavras-chave: *Actinidia chinensis*, pós-colheita, distúrbios fisiológicos, atmosfera controlada.

ABSTRACT

This research was aimed at evaluating the effect of controlled atmosphere on the internal breakdown, alcoholic taste and flavor in ‘Bruno’ kiwifruits and the relationship between these parameters and the rate and respiratory quotient. The treatments were 0.5, 1.0 and 1.5kPa O_2 combined with 8, 12 and 16kPa CO_2 . The internal breakdown and occurrence of fruits with flavor was lower at 8kPa of CO_2 , independent of O_2 level. Respiration rate of fruits was lower at treatments with 16kPa of CO_2 and the respiratory quotient showed highest values at treatment with 16kPa of CO_2 . The respiration rate was negatively correlated with internal breakdown and flavor incidence. The respiratory quotient showed a positive correlation

with internal breakdown and alcoholic aroma incidence. According to sensory analysis, the treatments with 1.0 and 1.5kPa of O_2 combined with 8kPa of CO_2 did not induce the of flavor taste in fruits.

Key words: *Actinidia chinensis*, postharvest, physiological disorders, controlled atmosphere.

INTRODUÇÃO

A durabilidade de um produto perecível na pós-colheita é dependente da sua sensibilidade à ação de microrganismos patogênicos, da taxa de transpiração e da sua atividade metabólica. Os principais fatores que influenciam a manutenção da qualidade dos frutos durante o armazenamento e, consequentemente, a redução das perdas pós-colheita são a redução da temperatura, a diminuição da pressão parcial de O_2 e o aumento da pressão parcial de CO_2 através da atmosfera controlada ou modificada. Essê efeito é devido à redução nos processos metabólicos, principalmente a respiração celular, que culmina no amadurecimento dos frutos (SHIINA et al., 1997).

O processo respiratório envolve uma série de reações de oxirredução, em que compostos orgânicos são oxidados a CO_2 , sendo este considerado o principal fator que contribui para as perdas pós-colheita de produtos perecíveis (MAHAJAN & GOSWANI, 2001). De acordo com esses autores, a diminuição da atividade enzimática pela baixa temperatura, pelo baixo O_2 e/ou pelo alto CO_2 , em geral, reduz a utilização de substratos e aumenta a vida pós-

^IDepartamento de Fitotecnia, Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC). Av. Luiz de Camões, 2090, Bairro Conta Dinheiro, 88520-000, Lages, SC, Brasil. E-mail: steffens@cav.udesc.br. Autor para correspondência.

^{II}Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS, Brasil.

colheita dos frutos. No entanto, SAQUET & STREIF (2000) afirmam que nem sempre frutos com baixa taxa respiratória, durante o armazenamento, apresentam um maior tempo de conservação. Isso ocorre devido ao fato de que o uso de pressões parciais de O₂ excessivamente baixas ou altas de CO₂ podem induzir a respiração anaeróbica (SHIINA et al., 1997), levando à formação e ao acúmulo de etanol e acetaldeído nos tecidos (KE et al., 1993), os quais são compostos tóxicos que podem desencadear o surgimento de degenerescência da polpa dos frutos e o desenvolvimento de aroma e sabor alcoólicos (SAQUET et al., 2000). Este problema torna-se ainda mais grave no armazenamento em atmosfera modificada, onde normalmente o O₂ pode atingir níveis muito baixos (<2kPa) e o CO₂ muito altos (>10kPa).

O sucesso da atmosfera modificada em manter a qualidade do produto depende da redução da respiração aeróbica, sem a ocorrência da indução da respiração anaeróbica (PETRACEK et al., 2002). Assim, para manter a qualidade dos frutos, durante o armazenamento, é muito importante conhecer a taxa respiratória e a sensibilidade dos frutos ao O₂ e CO₂, principalmente para o armazenamento em atmosfera modificada, pois, em função destes dados e da permeabilidade do filme, é possível escolher um material que permita uma atmosfera de armazenamento que diminua o metabolismo dos frutos sem induzir o desenvolvimento de distúrbios fisiológicos decorrentes da respiração anaeróbica.

No metabolismo fermentativo, a produção de etanol envolve a descarboxilação do piruvato a CO₂, sem consumo de O₂ (FONSECA et al., 2002a). SAQUET & STREIF (2002) obtiveram resultados que sustentam esta afirmação, nos quais as cultivares de maçã Gala, "Jonagold" e "Fuji", apresentaram redução no consumo de O₂, em condições de anaerobiose, sem ocorrer redução na produção de CO₂. Assim, esses autores afirmam que o quociente respiratório, relação entre produção de CO₂ e consumo de O₂, é um parâmetro utilizado para melhor observar a provável ativação das vias fermentativas durante o armazenamento. Segundo KADER (1987), frutos desenvolvendo respiração aeróbica apresentam valores de quociente respiratório entre 0,7 e 1,3, dependendo do substrato que está sendo predominantemente utilizado no processo (FONSECA et al., 2002a). SAQUET & STREIF (2002) constataram que diversas cultivares de maçãs já iniciaram a respiração anaeróbica em pressões parciais de O₂ abaixo de 1,5kPa, atingindo valores de quociente respiratório de 2,5. BRACKMANN et al. (1995) verificaram que 2kPa de O₂ combinados com 5kPa de CO₂ são boas condições para o armazenamento de quivi.

A ocorrência de distúrbios fisiológicos e de sabores e aromas característicos de fermentação não foi observada em quivis armazenados em 2kPa de O₂ combinados com 7kPa de CO₂ (MAZARO et al., 2000). No entanto, neste trabalho, não foram avaliadas pressões parciais de O₂ menores que 2kPa e de CO₂ maiores que 7kPa. Segundo IDLER (1997), pressões parciais de O₂ inferiores a 1kPa e de CO₂ superiores a 7kPa induzem o surgimento de degenerescência da polpa em quivi. No entanto, ainda não foram avaliados os efeitos de pressões parciais de O₂ menores que 2kPa e de CO₂ maiores que 7kPa no quivi produzido no Brasil. Assim, é de extrema importância conhecer a combinação de O₂ e CO₂ que reduza mais acentuadamente a respiração, porém sem induzir o desenvolvimento de degenerescência da polpa e de sabor alcoólico nos frutos.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de níveis de O₂ e CO₂ sobre a ocorrência de degenerescência da polpa, de aroma e de sabor alcoólicos no quivi "Bruno" e a relação da ocorrência de degenerescência da polpa e do aroma alcoólico com a taxa respiratória e com o quociente respiratório.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram desenvolvidos com quivi (*Actinidia chinensis*) cultivar "Bruno", no ano de 2004. Os frutos, provenientes de um pomar comercial localizado no município de Farroupilha, após colhidos, foram transportados ao Núcleo de Pesquisa em Pós-Colheita da Universidade Federal de Santa Maria, onde foram descartados os frutos feridos e procedeu-se a homogeneização e a separação das amostras experimentais.

Nos dois experimentos, os tratamentos avaliados foram 0,5; 1,0 e 1,5kPa de O₂ combinados com 8, 12 e 16kPa de CO₂ na temperatura de 0°C, ambos em um arranjo bifatorial. No experimento 1, os frutos foram acondicionados em recipientes de vidro, hermeticamente fechados, com capacidade de 5L. No experimento 2, os frutos foram acondicionados em minicâmaras experimentais com capacidade de 60L, hermeticamente fechadas. A unidade experimental foi de 10 frutos e de 5.000g de frutos, nos experimentos 1 e 2, respectivamente. Em ambos os experimentos, foram utilizadas três repetições.

As pressões parciais dos gases foram obtidas mediante a diluição do O₂ no ambiente de armazenamento com injeção de N₂, proveniente de um gerador de nitrogênio que utiliza o princípio *Pressure Swing Adsorption* – (PSA), com posterior injeção de CO₂, proveniente de cilindros de alta pressão, até atingir-se o nível preestabelecido no tratamento. A

manutenção das pressões parciais desejadas dos gases, nas diferentes condições de armazenamento, que variavam em função da respiração dos frutos, foi realizada duas vezes por dia no experimento 1 e uma vez por dia no experimento 2. Essas avaliações foram feitas através de analisadores eletrônicos de CO_2 e O_2 , marca Agri-datalog, e com posterior correção, até atingirem-se os níveis preestabelecidos. O O_2 consumido pela respiração foi reposto por meio da injeção de ar atmosférico nas minicâmaras e o CO_2 em excesso foi absorvido por uma solução de hidróxido de potássio (40% p/v), através da qual foi circulado o ar do ambiente de armazenamento.

No experimento 1, para avaliar o efeito dos tratamentos, foram realizadas as determinações da ocorrência de degenerescência da polpa e de aroma alcoólico nos frutos e de sabor alcoólico no suco extraído dos frutos, após 3 meses de armazenamento, a 0°C, seguidos de dois dias a 20°C, em atmosfera normal (21kPa de O_2 + 0,03kPa de CO_2). No experimento 2, foi avaliada a taxa respiratória, em termos de consumo de O_2 e produção de CO_2 , durante o armazenamento nas condições definidas nos tratamentos e calculado o quociente respiratório.

Para avaliar a degenerescência da polpa, os frutos foram cortados transversalmente e realizada a contagem dos que apresentavam regiões internas da polpa com coloração esbranquiçada, sendo os resultados expressos em porcentagem de frutos com incidência de degenerescência da polpa. A presença de aroma alcoólico foi avaliada através de um painel sensorial composto por três pessoas que avaliaram cada fruto, cortado transversalmente, quanto à presença ou não de aroma alcoólico, sendo os resultados expressos em porcentagem de frutos com presença de aroma alcoólico. A presença de sabor alcoólico nos frutos foi determinada através de um painel sensorial composto por seis pessoas, as quais provaram uma

amostra de suco extraído dos frutos pertencentes aos tratamentos 0,5kPa O_2 +8,0kPa CO_2 , 1,0kPa O_2 +8,0kPa CO_2 e 1,5kPa O_2 +8,0kPa CO_2 , indicando a presença ou não de sabor alcoólico.

A taxa respiratória foi determinada pelo consumo de O_2 e pela produção de CO_2 . O gás do espaço livre da minicâmara, utilizada para o acondicionamento das amostras, foi circulado através de analisadores eletrônicos de O_2 e CO_2 , marca Agri-Datalog. Através da concentração de O_2 e CO_2 , do volume do espaço livre, da massa de frutos e do tempo de fechamento, foi calculada a respiração, sendo os valores expressos em mL de O_2 e $\text{CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$, para o consumo de O_2 e a produção de CO_2 , respectivamente. Também foi calculado o quociente respiratório, através da razão entre a produção de CO_2 e o consumo de O_2 .

A análise de variância seguiu o modelo do delineamento inteiramente casualizado, sendo os dados em porcentagem transformados para $\text{arc} \cdot \text{sen} \sqrt{x} / 100$, antes de se proceder a análise da variância. As médias foram comparadas pelo teste de Duncan, em nível de 5% de probabilidade de erro. Também foi realizado o teste de correlação de Pearson entre os parâmetros incidência de degenerescência da polpa, presença de aroma alcoólico (experimento 1), produção de CO_2 , consumo de O_2 e quociente respiratório (experimento 2).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A ocorrência de degenerescência da polpa e de frutos com aroma alcoólico não foi influenciada pelos níveis de O_2 avaliados (Tabela 1). Os tratamentos com 16kPa de CO_2 apresentaram os maiores valores de ocorrência de degenerescência da polpa e de frutos com aroma alcoólico (Tabela 1). Esses resultados demonstram que a ocorrência da degenerescência da polpa está diretamente relacionada com a fermentação da polpa e ambos são desencadeados pelo alto nível

Tabela 1 - Incidência de degenerescência da polpa e de frutos com odor característico de fermentação em quiwi "Bruno" em função das pressões parciais de O_2 e CO_2 , após três meses de armazenamento a 0°C. Santa Maria, 2004.

CO_2 (kPa)	Degenerescência da polpa (%)			Média	Odor de fermentação (%)			Média		
	O_2 (kPa)				0,5	1,0	1,5			
	0,5	1,0	1,5							
8,0	2,2	0,0	6,7	3,0c	2,2	0,0	8,9	3,7b		
12,0	24,4	6,7	31,9	21,0b	8,9	11,1	22,5	14,2b		
16,0	79,4	63,5	80,0	74,3a	63,9	77,1	86,7	75,9a		
Média	35,3A	23,4A	39,5A		25,0A	29,4A	39,4A			
CV (%)	31,3					49,1				

*Tratamentos com médias não seguidas pela mesma letra, maiúscula na vertical e minúscula na horizontal, diferem pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro.

de CO₂. De acordo com KADER (1987), o CO₂ atua reduzindo a velocidade do ciclo dos ácidos tricarboxílicos e, em níveis excessivamente elevados, esta redução pode causar acúmulo de ácido succínico devido à inibição da enzima succinato desidrogenase. LIU et al. (2004), trabalhando com bananas, observaram também uma redução na atividade da enzima isocitrato desidrogenase devido ao alto CO₂. Assim, espera-se, devido à redução na velocidade do ciclo dos ácidos tricarboxílicos, uma menor obtenção de energia através da respiração aeróbica. Com isso, os frutos utilizam, como alternativa para a obtenção de energia, a respiração anaeróbica com consequente formação de etanol e acetaldeído (PETRACEK et al., 2002) e ocorrência de distúrbios fisiológicos (WATKINS et al., 1997).

Os tratamentos que proporcionaram a menor incidência de degenerescência da polpa e de aroma alcoólico foram aqueles com 0,5, 1,0 e 1,5kPa de O₂ combinados com 8kPa de CO₂ (Tabela 1). No entanto, de acordo com a análise sensorial, o suco extraído dos frutos armazenados em 1,0kPa O₂ + 8,0kPa CO₂ apresentou melhor sabor e alguns avaliadores consideraram que o suco extraído dos frutos armazenados em 0,5kPa O₂ + 8,0kPa CO₂ apresentou sabor alcoólico (dados não apresentados). Com relação ao efeito do CO₂, os resultados do presente trabalho discordam daqueles obtidos por IDLER (1997), que afirma que pressões parciais de CO₂ acima de 7kPa induzem a ocorrência de degenerescência da polpa. No entanto, com relação ao efeito do O₂, os resultados deste trabalho estão de acordo com os de IDLER (1997), pois este autor observou que pressões parciais de O₂ inferiores a 1kPa induzem o surgimento de danos em quiwi.

Observou-se interação entre os níveis de O₂ e CO₂ para as variáveis dependentes taxa de

consumo de O₂ e quociente respiratório (Tabela 2). A taxa de produção de CO₂ não foi influenciada pelos níveis de O₂ (Tabela 2). Quanto ao nível de CO₂, a taxa de produção de CO₂ foi menor nos tratamentos com 16kPa, seguidos pelos tratamentos com 12kPa de CO₂ (Tabela 2). LIU et al. (2004) também observaram redução na produção de CO₂, em bananas, pelo alto nível de CO₂. O consumo de O₂ foi menor no tratamento com 0,5kPa de O₂ combinado com 16kPa de CO₂ seguido pelos tratamentos com 1,0 e 1,5kPa de O₂ combinados com 16kPa de CO₂ (Tabela 2). Este resultado evidencia um efeito combinado entre o baixo O₂ e o alto CO₂ sobre o consumo de O₂. FONSECA et al. (2002b) também verificaram menor atividade respiratória com a redução do nível de O₂ e o aumento do CO₂. De acordo com KADER (1986), o baixo O₂ reduz a taxa respiratória devido à redução da atividade das enzimas citocromo oxidase, polifenoloxidases, ácido ascórbico oxidase e ácido glicólico oxidase. MATHOOKO (1996) e FONSECA et al. (2002a) afirmam que o CO₂ é um forte inibidor do processo respiratório em alguns frutos, sendo que seu efeito pode ser direto, atuando sobre a rota glicolítica, o ciclo dos ácidos tricarboxílicos e o sistema transportador de elétrons, ou então indireto, atuando como antagonista à ação do etileno sobre algumas enzimas envolvidas no processo respiratório.

O quociente respiratório foi maior no tratamento com 0,5kPa de O₂ combinado com 16kPa de CO₂ (Tabela 2). PETRACEK et al. (2002), trabalhando com cerejas, também observaram maior quociente respiratório quando os frutos foram armazenados em baixo O₂. De acordo com KADER (1987), frutos que apresentam quociente respiratório acima de 1,3 podem estar desenvolvendo respiração anaeróbica. Este resultado está de acordo com os obtidos no presente trabalho, pois os tratamentos que apresentaram

Tabela 2 - Taxa respiratória, em termos de produção de CO₂ e consumo de O₂, e quociente respiratório de quiwi "Bruno" em função das pressões parciais de O₂ e CO₂, após três meses de armazenamento a 0°C. Santa Maria, 2004.

CO ₂ (kPa)	Produção de CO ₂				Consumo de O ₂				Quociente respiratório (CO ₂ /O ₂)		
	(mL de CO ₂ kg ⁻¹ h ⁻¹)				(mL de O ₂ kg ⁻¹ h ⁻¹)						
	O ₂ (kPa)			Média	O ₂ (kPa)			O ₂ (kPa)	O ₂ (kPa)	O ₂ (kPa)	O ₂ (kPa)
	0,5	1,0	1,5		0,5	1,0	1,5				
8,0	1,18	1,19	1,23	1,20a	0,99Ba	1,31Aa	1,32Aa	1,20Ab	0,90Bc	0,93Bb	
12,0	0,99	0,96	1,02	0,98b	0,78Bb	0,88Ab	0,78Bb	1,27Ab	1,07Bb	1,32Aa	
16,0	0,92	0,94	0,92	0,93c	0,58Bc	0,69Ac	0,68Ac	1,59Aa	1,38Ba	1,36Ba	
Média	1,03A	1,03A	1,06A		-	-	-	-	-	-	
CV (%)	4,55					5,29			4,28		

*Tratamentos com médias não seguidas pela mesma letra, maiúscula na vertical e minúscula na horizontal, diferem pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro

quociente respiratório acima de 1,3 foram aqueles que apresentaram a maior incidência de frutos com degenerescência da polpa e com aroma alcoólico (Tabelas 1 e 2). PETRACEK et al. (2002) observaram que os tratamentos com maior quociente respiratório apresentaram maior acúmulo de produtos do metabolismo fermentativo, os quais conferem sabor e aroma alcoólicos aos frutos.

Com relação à análise de correlação de Pearson, verificou-se uma correlação positiva entre o quociente respiratório e a ocorrência de degenerescência da polpa ($R^2=0,8100$) e a presença de odor de fermentação ($R^2=0,6574$). Observou-se também uma correlação negativa entre a ocorrência de degenerescência da polpa e o consumo de O_2 ($R^2=-0,7823$) e a produção de CO_2 ($R^2=-0,7197$) e entre a presença de odor de fermentação com o consumo de O_2 ($R^2=-0,6584$) e a produção de CO_2 ($R^2=-0,6383$). Estes resultados demonstram que o quociente respiratório e a atividade respiratória podem ser indicadores de condições de armazenamento indutoras de distúrbios fisiológicos decorrentes de respiração anaeróbica em quivi. Este resultado concorda com a afirmação de SAQUET & STREIF (2002), que afirmam que o quociente respiratório é um parâmetro utilizado para melhor monitorar a indução das vias fermentativas durante o armazenamento de maçãs em atmosfera controlada. PETRACEK et al. (2002) afirmam que, em cerejas, a indução da respiração anaeróbica está correlacionada com o quociente respiratório. Observa-se também que o maior quociente respiratório, nos tratamentos que apresentaram elevada incidência de degenerescência da polpa, ocorreu por uma grande produção de CO_2 , sem haver consumo proporcional de O_2 (Tabela 2). SAQUET & STREIF (2002) também verificaram este comportamento em maçãs armazenadas em condições de anaerobiose. Segundo TAIZ & ZEIGER (2004), em condições de anaerobiose, as células vegetais, para fornecer energia para a manutenção celular sem o uso de oxigênio, realizam a fermentação alcoólica. Neste processo, o piruvato pode ser utilizado pelas enzimas piruvato descarboxilase e a álcool desidrogenase, liberando CO_2 e etanol (PETRACEK et al., 2002; TAIZ & ZEIGER, 2004).

CONCLUSÃO

A melhor condição de atmosfera testada para o armazenamento do quivi cultivar "Bruno" a 0°C é a de 1kPa de O_2 + 8kPa de CO_2 . A incidência de degenerescência e de aroma alcoólico na polpa do quivi "Bruno" possui correlação positiva com o quociente respiratório e negativa com a respiração dos frutos.

O O_2 abaixo de 1kPa induz a formação de sabor alcoólico nos frutos e o CO_2 acima de 8kPa causa uma alta ocorrência de degenerescência da polpa.

REFERÊNCIAS

- BRACKMANN, A. et al. Armazenamento refrigerado de kiwi em atmosfera normal e controlada. **Revista Brasileira de Agricíencia**, Pelotas, v.1, n.2, p.107-111, 1995.
- FONSECA, S.C. et al. Modelling respiration rate of fresh fruits and vegetables for modified atmosphere packages: a review. **Journal of Food Engineering**, Amsterdam, n.52, p.99-119, 2002a.
- FONSECA, S.C. et al. Modelling respiration rate of shredded Galega kale for development of modified atmosphere packaging. **Journal of Food Engineering**, Amsterdam, n.54, p.299-307, 2002b.
- IDLER, L. Overview of controlled atmosphere transportation in containers. In: INTERNATIONAL CONTROLLED ATMOSPHERE RESEARCH CONFERENCE, 7., 1997, Davis, California. **Proceedings...** Davis:Postharvest Horticulture Series, 1997. V.1, n.15, p.2-10.
- KADER, A.A. Biochemical and physiological basis of effects of controlled and modified atmospheres on fruits and vegetables. **Food Technology**, Alexandria, v.40, n.5, p.99-104, 1986.
- KADER, A.A. Respiration and gas exchange of vegetables. In: WEICHMANN, J. **Postharvest physiology of vegetables**, New York: Marcel Dekker, 1987. p.25-43.
- KE, D. et al. Regulation of fermentative metabolism in fruits and vegetables by controlled atmospheres. In: INTERNATIONAL CONTROLLED ATMOSPHERE RESEARCH CONFERENCE, 6., 1993, Ithaca, New York. **Proceedings...** Ithaca, New York: Postharvest Horticulture Series, 1993. V.1, p.63-67.
- LIU, S. et al. Effects of CO_2 on respiratory metabolism in ripening banana fruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, n.33, p.27-34, 2004.
- MAHAJAN, P.V.; GOSWANI, T.K. Enzyme kinetics based modeling of respiration rate of apple. **Journal Agricultural Engeneering Research**, Amsterdam, v.79, n.4, p.399-406, 2001.
- MATHOOKO, F.M. Regulation of respiratory metabolism in fruits and vegetables by carbon dioxide. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.9, p.247-264, 1996.
- MAZARO, S.M. et al. Qualidade de kiwi armazenado em duas temperaturas sob atmosfera controlada e com eliminação de etileno. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, n.6, p.947-952, 2000.
- PETRACEK, P.D. et al. Modified atmosphere packaging of sweet cherry (*Prunus avium* L., cv. 'Sams') fruit: metabolic responses to oxygen, carbon dioxide, and temperature. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, n.24, p.259-270, 2002.

SAQUET, A.A.; STREIF, J. Respiração e produção de etileno de maçãs armazenadas em diversas concentrações de oxigênio. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.8, n.1, p.71-75, 2002.

SAQUET, A.A.; STREIF, J. Untersuchungen zur Atmung und zur Ethylenbildung einiger neuer Apfelsorten. **Erwerbsobstbau**, Berlin, v.42, p.109-112, 2000.

SAQUET, A.A. et al. Changes in ATP, ADP and pyridine nucleotide levels related to the incidence of physiological disorders in 'Conference' pears and 'Jonagold' apples during controlled atmosphere storage. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, Ashford, v.75, p.243-249, 2000.

SHIINA, T. et al. Effects of temperature and gas concentration on the respiration of fruits and vegetables. In: INTERNATIONAL CONTROLLED ATMOSPHERE RESEARCH CONFERENCE, 7., 1997, Davis, California. **Proceedings...** Davis, California: Postharvest Horticulture Series, 1997. V.15, n.1, p.71-76.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Respiração e metabolismo de lipídios. In: **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2004. Cap.11, p.251-284.

WATKINS, C.B. et al. A comparison of two carbon dioxide-related injuries of apple fruit. In: INTERNATIONAL CONTROLLED ATMOSPHERE RESEARCH CONFERENCE, 7., 1997, Davis, California. **Proceedings...** Davis, California: Postharvest Horticulture Series, 1997. V.2, p.119-124. 1997.