

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE AGRONOMIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA

ATRASO NO RESFRIAMENTO E MODIFICAÇÃO DA ATMOSFERA  
PARA MORANGOS

Michel Elias Casali  
Engenheiro Agrônomo/UFRGS

Dissertação apresentada como um dos  
requisitos à obtenção do Grau de  
Mestre em Fitotecnia  
Área de Concentração Horticultura

Porto Alegre (RS), Brasil  
Fevereiro de 2004

## AGRADECIMENTOS

A Deus pela proteção em todos os momentos.

Aos meus pais, Marino e Líbera, pelo amor, carinho, proteção e apoio durante toda a minha vida.

Aos meus irmãos, Flávio e Flaviana, pelo apoio incondicional e por estarem sempre ao meu lado, tanto nas horas boas como nas ruins. Sem vocês não teria chegado até aqui !!!

Ao Eng. Agr. Jairo Borsoi pela amizade e exemplo de profissionalismo.

Aos meus sobrinhos Túlio, Tainá, Ana Flávia e Gabriel, dos quais tenho muito orgulho.

Ao Professor Dr. Renar João Bender pela orientação, ensino e confiança no meu trabalho.

Aos funcionários do Departamento de Horticultura e Silvicultura (DHS), Cleusa e Detamar e, principalmente, Ernani Pezzi, pelo imprescindível auxílio em meus experimentos.

A todos os professores do DHS pelo aprendizado e lições de vida.

Aos bolsistas de iniciação científica Marcos e Mário pela amizade e auxílio na realização das análises de laboratório.

A minha colega preferida Mirela, por todo amor, paixão, amizade, carinho, incentivo e motivação que tornaram meu mestrado muito mais agradável e alegre. Tenho muito orgulho de ti, meu amor !!!

Aos meus 'irmãos' Armando (Carioca) e Denis, pela amizade e parceria de todos os momentos.

Aos colegas da Fisiologia Vegetal, Elisete, Joséli e Gustavo, que se tornaram amigos para toda a vida.

Aos colegas do Departamento, Edgar, Sergiomar, Regina, Nestor, Gilmar Schafer, Martin, José Luis (Tobata), Flávia, Francisco, Samar e, em especial, aos colegas da Pós-Colheita, Eduardo, Adriana e Andréia pela imensa amizade e convívio agradável.

As amigas Lidi e Sandra pelas momentos agradáveis e de muita alegria.

As empresas ACPlast e Sulforte Plásticos pelo fornecimento das embalagens utilizadas nos experimentos.

Ao produtor rural de São Sebastião do Caí, Sr. Nestor Dresch, pelo fornecimento da estrutura e dos frutos que possibilitaram a realização dos experimentos.

A Capes pelo auxílio financeiro durante o período de mestrado.

# ATRASO NO RESFRIAMENTO E MODIFICAÇÃO DA ATMOSFERA PARA MORANGOS<sup>1</sup>

Autor: Michel Elias Casali  
Orientador: Renar João Bender

## RESUMO

A grande dificuldade da produção de morangos é a reduzida vida pós-colheita dos frutos, sendo a temperatura o principal fator que influencia este aspecto. Uma rápida remoção do campo é considerada crítica para atrasar a perda da qualidade após a colheita, ao contrário do que acontece no Rio Grande do Sul, onde os frutos permanecem por longos períodos antes de serem transportados à unidade de embalagem. A armazenagem em atmosfera modificada também pode ser uma alternativa para aumentar a vida útil de morangos, mas não é uma prática comercial utilizada pelos produtores. Em vista destes aspectos, o presente trabalho teve o objetivo de avaliar os efeitos do atraso no resfriamento sobre a qualidade de morangos após armazenagem a 4 °C e testar a utilização de atmosferas modificadas (AM) com diferentes concentrações iniciais de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> e tempos de armazenagem refrigerada para a conservação de morangos. No primeiro estudo foram testados o atraso de uma ou quatro horas para o resfriamento e a armazenagem por cinco ou sete dias. No segundo, os tratamentos testados foram atmosferas iniciais com 3 kPa O<sub>2</sub> + 10 kPa CO<sub>2</sub>, 5 kPa O<sub>2</sub> + 15 kPa CO<sub>2</sub> e 21 kPa O<sub>2</sub> + 15 kPa CO<sub>2</sub> e do ar ambiente, conservados por até 13 dias a 1 ou 4 °C. Os resultados do primeiro estudo mostraram que a demora de até quatro horas para o resfriamento não afeta a qualidade, permitindo a conservação de morangos "Verão" e "Oso Grande" por até cinco e sete dias, respectivamente. Os resultados do segundo estudo mostraram que a armazenagem em AM com as atmosferas iniciais testadas apresentaram bom potencial para o armazenamento de morangos "Verão" e "Camarosa" por até oito dias a 4 °C, pois manteve-se atributos de qualidade, como aparência aceitável para comercialização, firmeza da polpa e dos níveis de ácido ascórbico.

---

<sup>1</sup> Dissertação de Mestrado em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil (65p.) Fevereiro, 2004.

# DELAYED STORAGE AND MODIFIED ATMOSPHERE OF STRAWBERRIES<sup>1</sup>

Author: Michel Elias Casali  
Adviser: Renar João Bender

## ABSTRACT

The great difficulty of strawberry production is the reduction of shelf life, in which temperature is the main factor that influences this aspect. A fast removal from the production field is critical to minimize postharvest quality losses of strawberries. However, this is not a common practice amongst growers in southern Brazil. At the majority of strawberry groves the fruit remain in the field for long periods of time before transport to packing sheds. Along with rapid cooling down, storage in modified atmosphere (MA) also could help to prolong postharvest life of strawberries, that as well is not practiced by growers. In order then to determine the effects of delayed cooling before cold storage and to evaluate different MA compositions the present work was conducted at a commercial grove with different strawberry cultivars. In the first set of experiments storage was delayed for 1 or 4 hours before transfer to 4 °C. After 5 or 7 days of storage cultivar "Verão" (a day neutral cv.) and cv. Oso Grande, respectively, were in good condition with no quality deficiencies. The use of MA initial concentrations of 3 kPa O<sub>2</sub> plus 10 kPa CO<sub>2</sub>, 5 kPa O<sub>2</sub> plus 15 kPa CO<sub>2</sub> e 21 kPa O<sub>2</sub> plus 15 kPa CO<sub>2</sub> compared to air control proved to hold the quality of "Verão" and "Camarosa" strawberries up to 8 days at 4 °C. The fruit were acceptable for sale, had good fruit firmness and high ascorbic acids contents.

---

<sup>1</sup> Master of Science dissertation in Agronomy, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. (65p.) February, 2004.

## SUMÁRIO

	pág.
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUÇÃO.....	1
CAPÍTULO II.....	9
Influência do atraso no resfriamento de morangos, sobre a qualidade das cultivares Verão e Oso Grande.....	9
2.1 INTRODUÇÃO.....	9
2.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	11
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	15
2.4 CONCLUSÕES.....	25
CAPÍTULO III.....	26
Composições iniciais de atmosfera modificada para a armazenagem de morangos cvs. Camarosa e Verão.....	26
3.1 INTRODUÇÃO.....	26
3.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	29
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35
3.4 CONCLUSÕES.....	51
CAPÍTULO IV.....	52
4.1 CONCLUSÕES GERAIS.....	52
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53
APÊNDICE.....	58
VITA.....	65

## RELAÇÃO DE TABELAS

	pág.
1. Conteúdo de alguns componentes de morangos em comparação com a recomendação de consumo.....	1
2. Máximo atraso permitido entre a colheita e o início do resfriamento para algumas frutas. Os tempos de atraso são somente estimativas.....	5
3. Modelo esquemático dos tratamentos no experimento realizado com morangos cvs. Oso Grande e Verão em relação aos fatores intervalo colheita-armazenagem x tempo de armazenagem refrigerada. São Sebastião do Cai/RS, 2003.....	12
4. Análise visual quantitativa de morangos cvs. Verão e Oso Grande em relação ao atraso para o resfriamento e tempos de armazenagem refrigerada. São Sebastião do Cai/RS, 2003.....	16
5. Acidez total titulável (ATT), intensidade de deformação de polpa, açúcares totais e ácido ascórbico de morangos cv. Oso Grande, submetidos a um atraso de até quatro horas antes do armazenamento refrigerado, conservados por até sete dias a $2\pm 2$ °C. São Sebastião do Cai/RS, 2003.....	23
6. Acidez total titulável (ATT), intensidade de deformação de polpa, açúcares totais e ácido ascórbico de morangos cv. Verão, submetidos a um atraso de até quatro horas antes do armazenamento refrigerado, conservados por até sete dias a $2\pm 2$ °C. São Sebastião do Cai/RS, 2003.....	24
7. Análise visual quantitativa de morangos cultivar Verão e Camarosa armazenados em sacos de polietileno com diferentes composições iniciais de atmosfera modificada. Porto Alegre/RS, 2002/2003.....	38
8. Intensidade de deformação de polpa, acidez total titulável, açúcares totais e ácido ascórbico de morangos cultivar Camarosa, armazenados em sacos de polietileno (90µm) sob diferentes composições iniciais de atmosfera modificada por treze dias à 1 °C. Porto Alegre/RS, 2003.....	48

9. Intensidade de deformação de polpa, acidez total titulável, açúcares totais e ácido ascórbico de morangos cultivar Verão, armazenados em sacos de polietileno (75µm) sob diferentes composições iniciais de atmosfera modificada por oito dias à 2±2 °C. São Sebastião do Cai/RS, 2003.....	49
10. Intensidade de deformação de polpa, acidez total titulável, açúcares totais e ácido ascórbico de morangos cultivar Camarosa, armazenados em sacos de polietileno (75µm) sob diferentes composições iniciais de atmosfera modificada por oito dias à 2±2 °C. São Sebastião do Cai/RS, 2003.....	50

## RELAÇÃO DE FIGURAS

	pág.
1. Perda de peso (%) em cultivares Verão (a) e Oso Grande (b), com atraso de uma e quatro horas para o resfriamento, armazenadas por até sete dias a $2\pm 2$ °C. São Sebastião do Cai/RS, 2003.....	18
2. Evolução dos níveis de O <sub>2</sub> e CO <sub>2</sub> dentro das embalagens de PEBD (90µm) durante onze dias de armazenagem refrigerada (exp. 2). Porto Alegre/RS, 2003.....	39
3. Evolução dos níveis de O <sub>2</sub> e CO <sub>2</sub> dentro das embalagens de PEBD (75µm) durante sete dias de armazenagem refrigerada (exp. 4). São Sebastião do Cai/RS, 2003.....	40
4. Perda de peso (%) de morangos cv. Camarosa armazenados por treze dias em sacos de polietileno (90 µm) com diferentes composições iniciais de atmosfera modificada, sob refrigeração. Porto Alegre/RS, 2003.....	41
5. Perda de peso (%) de morangos cv. Verão (a) e Camarosa (b) armazenados por oito dias em sacos de polietileno (75 µm) com diferentes composições iniciais de atmosfera modificada, sob refrigeração. São Sebastião do Cai/RS, 2003.....	41



## CAPÍTULO I

### INTRODUÇÃO

O morango (*Fragaria x ananassa* Duch.) é uma das frutas mais apreciadas no mundo, não só pelo seu sabor e aroma agradável, mas também pelo seu valor nutricional (Calegaro, 2001). Considerando o grande número de componentes essenciais (Tabela 1), o morango é uma boa escolha entre os gêneros alimentícios, pois contém abundantes quantidades de componentes, como vitamina C, potássio, cálcio e magnésio (Hakala et al., 2003).

TABELA 1. Conteúdo de alguns componentes de morangos em comparação com a recomendação de consumo.

<b>Componente</b>	<b>Consumo diário recomendado</b>	<b>Conteúdo de 100g de morangos</b>	<b>% do recomendado</b>
Energia	2500 Kcal	40,5 Kcal	1,62
Vitamina C	60 mg	60 mg	100
Ferro	12-18 mg	0,5 mg	4-3
Zinco	7 mg	0,15 mg	2
Cálcio	800 mg	21 mg	2,6
Potássio	3,1 g	0,2 g	6,5
magnésio	280 mg	15 mg	5,4

Adaptado de Hakala et al., 2003

Em relação a produção e consumo mundial de morangos, os Estados Unidos da América, primeiro produtor mundial com 882 mil toneladas em 1999,

consumiu internamente quase toda sua produção, exportando somente 7,0%. Por outro lado, a Espanha que é o segundo produtor mundial com 357 mil toneladas, exportou cerca de 61,6%. Os principais países importadores são Canadá, Estados Unidos e Itália, sendo os volumes importados 52,5 mil, 37 mil e 27 mil toneladas, respectivamente (Agriannual, 2002).

No Brasil, apesar da grande extensão territorial e clima adequado, a produção ainda é relativamente pequena. Dados obtidos junto às EMATER's indicam que em 1999 a produção brasileira chegou a 88,1 mil toneladas, sendo o Estado de Minas Gerais o maior produtor (33,16%). Em segundo lugar encontra-se o Estado de São Paulo (32,23%), vindo a seguir o Rio Grande do Sul, que participou com 16,89%, e Espírito Santo com 6,14%. Participaram com menores volumes, Santa Catarina (2,37%), Goiás (0,43%) e Rio de Janeiro (0,35%).

A produção comercial de morangos ocorre em vários estados brasileiros graças a adaptabilidade das diversas cultivares introduzidas no país. Esta cultura, cuja safra possibilita produção de junho a março, apresenta-se como um mercado bastante atrativo, com seu consumo na forma *in natura* ou por múltiplas maneiras de processamentos (Sato & Assumpção, 2002).

De acordo com Sato & Assumpção (2002), no Rio Grande do Sul, a produção concentra-se em três regiões. Na Região do Vale do Rio Caí, nos municípios de Feliz, Bom Princípio, São Sebastião do Caí, Linha Nova e São José do Hortêncio, que produzem cerca de 5 mil toneladas a cada safra. Na Serra Gaúcha destacam-se os municípios de Farroupilha, Caxias do Sul, Flores da Cunha e Bento Gonçalves. No sul do Estado, Pelotas é o principal produtor

e processador de frutas. Segundo João et al. (2002), a área total cultivada no RS é de 720 ha, com produção de 10,9 mil toneladas e produtividade média de 15,1 t.ha<sup>-1</sup>.

O cultivo do morangueiro no RS, mesmo sendo uma cultura que está tradicionalmente inserida em pequenas propriedades de agricultura familiar, é altamente tecnificado. Atestam para isto as altas produtividades, entre 50 e 55 t.ha<sup>-1</sup>, atingidas na região da Serra Gaúcha (João et al., 2002).

Nos últimos anos o consumo de frutas no Brasil tem aumentado. Segundo Cortez et al. (2002a), as principais razões para o aumento do consumo doméstico de frutas são:

- Aumento da conscientização do brasileiro em consumir alimentos mais saudáveis, em particular nos grandes centros urbanos.
- Aumento do espaço dedicado às frutas frescas e hortaliças nos supermercados.
- Necessidade de melhorar a qualidade do produto, em especial após a abertura econômica.
- Conscientização do consumidor brasileiro sobre a importância nutricional das frutas e hortaliças (alimentos funcionais).

As medidas pós-colheita exercem papel fundamental no atendimento dos anseios dos consumidores. Tão importante quanto o papel da produção, abrangem atividades que devem ser incorporadas pelos produtores, como classificação, embalagens melhores e o uso da tecnologia do frio desde a propriedade até o consumidor (Gayet et al., 2002).

Gayet et al. (2002) sugerem ainda que, para uma comercialização bem sucedida, uma das linhas de ação é aumentar a vida de prateleira, testando e adaptando técnicas de colheita e tratamentos pós-colheita na conservação, embalagem e transporte.

Uma das grandes dificuldades encontradas na produção de morangos é a conservação, pois trata-se de um produto altamente perecível, podendo atingir perdas totais em apenas 48 horas depois de colhido, se cuidados especiais não forem tomados (Calegari, 2001).

A importância do manejo da temperatura na manutenção da qualidade de frutas e hortaliças frescas é bem reconhecida (Kader, 1992). Por causa dos efeitos benéficos da armazenagem a baixas temperaturas no aumento do tempo de conservação, a rápida obtenção destas temperaturas é reconhecida por sempre ter um efeito positivo na qualidade do produto (Nunes et al., 1995a).

Segundo Thompson et al. (2001), o atraso no resfriamento causa redução na qualidade dos produtos por três principais razões:

- o metabolismo continua num nível alto, consumindo açúcares, ácidos, vitaminas e outros constituintes;
- incremento da perda de massa;
- contínuo desenvolvimento de doenças.

A realidade das regiões produtoras é que, inevitavelmente, ocorrem atrasos antes do armazenamento refrigerado devido às operações comerciais de manuseio e transporte. Na literatura são citados, para algumas espécies, o tempo máximo permitido entre a colheita e o resfriamento. Os tempos são

apenas estimados, necessitando-se estudos mais detalhados para cada região e suas cultivares (Tabela 2).

Observações a campo no Rio Grande do Sul mostraram que, após a colheita, os frutos passam por longos períodos em temperatura ambiente, muitas vezes expostos ao sol, o que agrava ainda mais o problema de perecibilidade (Calegari, 2001).

TABELA 2. Máximo atraso permitido entre a colheita e o início do resfriamento para algumas frutas. Os tempos de atraso são somente estimativas.

<b>Produto</b>	<b>Atraso (horas)</b>	<b>Desvantagem</b>	<b>Vantagem</b>
Abacate	12	Amadurecimento prematuro	nenhuma
Kiwi	6	Perda de água e amolecimento	Cura por 48 horas reduz <i>Botrytis</i>
Maçã	24	Perda de textura e menor tempo de conservação	48 horas atrasa o desenvolvimento de escaldadura em Granny Smith
Pêssego	8	Perda de água	Condicionamento a 20 °C inibe a lanosidade
Caqui	16	Perda de água	nenhuma
Melancia	8	Perda de açúcar e textura	nenhuma
Laranja	16	Incremento de defeitos e doenças	nenhuma
Morango	2	Perda de água, doenças e perda de qualidade visual	nenhuma

Adaptado de Thompson et al. (2001)

A otimização da qualidade e a redução das perdas em pós-colheita de frutos e vegetais são os maiores objetivos da tecnologia pós-colheita. Além do controle da temperatura, a modificação da atmosfera é outro fator importante no prolongamento da vida útil dos produtos agrícolas (Fonseca et al., 2002).

O armazenamento em atmosfera modificada (AM) de produtos frescos consiste na modificação da atmosfera dentro de embalagens, conseguida pela

relação natural entre dois processos, a respiração do produto e a transferência de gases através da embalagem, que resulta em uma atmosfera rica em dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) e pobre em oxigênio ( $\text{O}_2$ ). Estas condições podem potencialmente reduzir a taxa de respiração, produção de etileno e da sensibilidade a este, ocorrência de podridões e mudanças fisiológicas (Gorris & Tauscher, 1999).

É geralmente aceito que AM pode inibir a perda da qualidade durante o período pós-colheita de inúmeros produtos hortícolas (Hertog et al., 2001). Entretanto, muitas pesquisas estão sendo realizadas para definir condições ótimas de AM para cada espécie ou variedade de frutos e hortaliças. Os mecanismos básicos para a ação da AM são, até agora, apenas superficialmente entendidos. A aplicação de AM geralmente envolve redução dos níveis de  $\text{O}_2$  e elevação nos níveis de  $\text{CO}_2$  para reduzir a respiração oxidativa. Em baixos níveis de  $\text{O}_2$ , a fermentação pode tornar-se dominante (Hertog et al., 1999).

O método de comercialização de morangos no Rio Grande do Sul mais comumente utilizado é embalagem em bandejas plásticas ou de isopor, cobertas com filme de PVC, com o objetivo de manter os frutos firmes, sem deslocamento dentro da embalagem. Isto resulta que consumidores não possam tocar nos frutos na hora da compra. Com isso, o atributo que é avaliado na hora da compra do produto é a qualidade visual. Portanto, manter os frutos com aparência de frescos, sem sinais de contaminação fúngica, com vermelho intenso e sem escurecimento da epiderme são fatores indispensáveis para o sucesso na comercialização.

Atributos de qualidade, como a textura, geralmente mudam com o tempo de armazenagem, como parte do metabolismo normal dos produtos (Tiskjens & Polderdijk, 1996). A perda da firmeza durante o amadurecimento é o principal fator determinante da qualidade de morangos e da vida pós-colheita (Manning, 1993). Os ácidos orgânicos podem afetar diretamente o paladar e também são importantes no processamento, visto que eles afetam a formação de odores estranhos e a propriedade de gel das pectinas. Além disso, os ácidos regulam o pH celular e podem influenciar a aparência dos frutos através dos pigmentos dos tecidos (Montero et al., 1996).

Em morangos, a qualidade nutricional se baseia principalmente na quantidade de vitamina C. É a principal vitamina de frutos e vegetais. Mais de 90% da vitamina C em dietas humanas é suprida por estas espécies. O morango apresenta em torno de 60 mg/100g de ácido ascórbico, quantidade comparável a existente na laranja, que é tida como importante fonte desta vitamina. Perdas de vitamina C podem ser reduzidas pelo armazenamento a baixos níveis de O<sub>2</sub> (Lee & Kader, 2000).

Lee & Kader (2000) citam ainda que a vitamina C é mais sensível a destruição quando os frutos ou hortaliças são submetidos a condições adversas de manuseio e armazenagem. As perdas são aumentadas por longos períodos de armazenagem, altas temperaturas, baixa umidade relativa, danos físicos e por frio.

Em vista destes aspectos, este trabalho teve por objetivo avaliar os efeitos da demora para o armazenamento refrigerado de morangos "Verão" e "Oso Grande", logo após a colheita, sobre a perda de qualidade na

armazenagem refrigerada, por até sete dias (Capítulo II); e testar o uso de atmosferas modificadas em embalagens de polietileno de baixa densidade (PEBD), empregando diferentes concentrações iniciais de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub>, para o armazenamento refrigerado de morangos "Verão" e "Camarosa" por até 13 dias (Capítulo III).



## **CAPÍTULO II**

### **Influência do atraso no resfriamento de morangos, sobre a qualidade das cultivares Verão e Oso Grande**

#### **2.1 INTRODUÇÃO**

A qualidade das frutas e hortaliças frescas no ponto de venda depende de vários fatores, os quais incluem um produto de qualidade na colheita, seu ponto fisiológico, o tipo e a qualidade do resfriamento rápido, o material da embalagem e a temperatura na qual o produto é mantido estocado. A fim de desacelerar o processo de deterioração natural, as frutas e hortaliças frescas devem ser adequadamente selecionadas e conservadas à temperatura adequada em todos os estágios de manuseio pós-colheita (Hui et al., 2002).

De acordo com Cortez et al. (2002b), todo produto hortícola colhido deve ser removido do campo, de maneira rápida e cuidadosa, para um local coberto e protegido, de preferência em galpão, onde poderá ser manuseado e tratado em suas diversas etapas, de acordo com as características de cada produto. Portanto, o manuseio deve acontecer longe das altas temperaturas existentes no campo de colheita.

A experiência mostra que isso geralmente não acontece nas propriedades produtoras de morango no Rio Grande do Sul, onde os frutos permanecem por longo período no campo, geralmente mais de duas horas,

expostos às altas temperaturas, principalmente no final da primavera e no verão.

O manejo da temperatura é a ferramenta mais importante para estender a vida de prateleira e manter a qualidade de frutos e hortaliças frescas. Atrasos entre a colheita e o resfriamento ou processamento podem resultar em perdas diretas devido a murchamento e podridões, além das indiretas como perda da qualidade nutricional e de paladar (Lee & Kader, 2000).

O morango é um dos frutos mais perecíveis e a temperatura tem um grande efeito na manutenção da sua qualidade. Em altas temperaturas, a respiração aumenta significativamente, levando a um consumo das substâncias de reserva e, conseqüentemente, a senescência do fruto é acelerada. Para cada 10 °C de elevação na temperatura, a atividade respiratória é incrementada de duas a três vezes (Nunes et al., 1995b).

A importância do manejo da temperatura na manutenção da qualidade de frutas e hortaliças frescas é bem reconhecida (Kader, 1992). Por causa dos efeitos benéficos da armazenagem a baixas temperaturas no aumento do tempo de conservação, a rápida obtenção destas temperaturas é reconhecida por sempre ter um efeito positivo na qualidade do produto (Nunes et al., 1995a).

Para alguns produtos, no entanto, como pêssegos, nectarinas, ameixas, pêras "Bartlett" e tomate, a armazenagem inicial em temperaturas elevadas (16-24 °C) é realizada intencionalmente após a colheita para promover o amadurecimento (Thompson et al., 2001) e controlar alguns distúrbios fisiológicos, como a lanosidade em pêssegos.

Nunes et al. (1995a) constataram que uma demora de 6 horas para o resfriamento de morangos que foram colhidos e submetidos a temperaturas de 30 °C, resultou em aumento da perda de água, redução da firmeza de polpa, além da perda de açúcares e ácido ascórbico.

Tendo em vista estes aspectos, o presente trabalho objetivou avaliar a influência do atraso no armazenamento refrigerado sobre a qualidade e durabilidade de morangos cv. Verão e Oso Grande, provenientes da Região do Vale do Rio Caí, Rio Grande do Sul.

## **2.2 MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido em uma propriedade rural localizada no município de São Sebastião do Caí, RS, em novembro de 2003. O município localiza-se na região do Vale do Rio Caí, com altitude média de 49 m, 29° 36' 00" de latitude e 51° 27' 00" de longitude. O clima, segundo Köppen (1948), é do tipo Cfa. A temperatura no verão varia entre 25 e 35 °C e, no inverno, entre 12 e 25 °C. A precipitação média anual é de 1482 mm.

As cultivares utilizadas foram Verão e Oso Grande, colhidas com 3/4 da superfície vermelha. No dia da instalação do experimento as condições ambientais eram de tempo bom, sem nuvens, com temperatura variando entre 22 e 33 °C durante o período. Os morangos colhidos foram colocados em bandejas de isopor com capacidade para 300g (1 camada, 25-30 frutos) e deixados no campo, à sombra, por um período de uma ou quatro horas. A escolha destes intervalos entre colheita e armazenagem visa simular o que

acontece nas propriedades da maioria das regiões produtoras, onde dificilmente a armazenagem refrigerada ocorre antes de decorrida uma hora da colheita, mas também não ultrapassa o período de quatro horas.

Após decorrido cada período, as bandejas foram levadas para o galpão de recepção, onde foram pesadas e envoltas por um filme de cloreto de polivinila (PVC) de 10 $\mu$ m de espessura, com permeabilidade para O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> de 0,28 e 0,19 mL/cm<sup>2</sup>/hora, respectivamente. A seguir, as mesmas foram transferidas para a câmara frigorífica da propriedade, que estava regulada para temperaturas variando entre zero e quatro °C, onde permaneceram armazenadas por cinco e sete dias. Os tratamentos estabelecidos estão na tabela 3. A unidade experimental foi uma bandeja contendo entre 25 e 30 frutos e o delineamento utilizado foi o completamente casualizado com quatro repetições por tratamento.

TABELA 3. Modelo esquemático dos tratamentos no experimento realizado com morangos cvs. Oso Grande e Verão em relação aos fatores intervalo colheita-armazenagem x tempo de armazenagem refrigerada. São Sebastião do Caí, RS, 2003.

Cultivar	Intervalo colheita-armazenagem	Período de armazenagem
Verão	1 hora	5 dias
		7 dias
	4 horas	5 dias
		7 dias
Oso Grande	1 hora	5 dias
		7 dias
	4 horas	5 dias
		7 dias

Após cada período de armazenagem os frutos foram levados, em veículo não refrigerado, para o Laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós-Colheita da Faculdade de Agronomia da UFRGS, localizado no município de

Porto Alegre, RS, distante 80 Km do local de instalação do experimento, onde foram analisados.

O aspecto exterior dos frutos é o primeiro atributo que o consumidor avalia na hora de compra. Por isso, após cada período de armazenagem, foi realizada uma análise visual quantitativa dos frutos, com a intenção de simular a visão do consumidor quando da aquisição da mercadoria. Os aspectos observados foram a ocorrência de micélio fúngico, principalmente *Botrytis cinerea*, escurecimento da epiderme e presença do brilho natural nos frutos. Também foi observado o aspecto da presença de odores estranhos nos frutos, principalmente odor de fermentado. Para cada parâmetro avaliado foi atribuída uma escala de "sim" ou "não", determinando a ocorrência ou não do fator em questão. Quando houve ocorrência de micélio fúngico, foi calculada sua porcentagem, através da contagem do número de frutos que apresentavam micélio, em relação ao número total de frutos de cada bandeja. Atribuiu-se os conceitos "baixo", para até 10%; "intermediário", quando houve entre 10 e 20% de frutos atacados; e "alto", quando a incidência foi maior que 20%. Com esta avaliação também procurou-se determinar se os frutos apresentavam condições para serem comercializados.

Os morangos também foram avaliados para parâmetros qualitativos e de maturação. As amostras de cada tratamento foram primeiramente pesadas para determinar a porcentagem de perda de massa em relação ao peso inicial. A seguir avaliou-se a intensidade de deformação de polpa por medidor de deformação de polpa de Hamson (1952), modificado por Gull (1987). Foram utilizados dez frutos de cada repetição, sendo os mesmos colocados

individualmente sobre uma plataforma e submetidos a compressão de 250 gf durante 5 segundos, utilizando-se uma ponteira Magness-Taylor de 11 mm de diâmetro. Os resultados são expressos em milímetros de deformação de polpa.

Após a determinação da intensidade de deformação de polpa, os frutos foram triturados com o auxílio de um processador de frutas, sendo o homogeneizado resultante conservado em um freezer a -15 °C. Este homogeneizado, após descongelado, foi usado para a determinação da acidez total titulável (ATT), ácido ascórbico e açúcares totais.

Na determinação da ATT, sub-amostras de 6,0 g do homogeneizado do tecido de cada repetição foram diluídas em 100 mL de água destilada. A ATT foi determinada pela titulação com solução de NaOH 0,1N até pH 8,1, utilizando-se um pHmetro (modelo D-20, Digimed), previamente padronizado para pH 4,00 e pH 6,86. Os resultados foram convertidos em porcentagem de ácido cítrico  $[(\text{mL NaOH} \times 0,1\text{N} \times 0,064 / 6,00) \times 100]$  e expressados na base do peso fresco.

Para a determinação da vitamina C, sub-amostras de 2,5 g do homogeneizado foram diluídas em 50 mL de uma mistura de ácido metafosfórico 6% em ácido acético glacial 2N. A mistura foi centrifugada por 30 minutos a 5000 rpm. Os teores de ácido ascórbico foram determinados pelo método de 2,4-dinitrofenilidrazina (Tereda et al., 1978), com leitura de absorbância a 540 nm em espectrofotômetro (modelo 395-UV, Coleman). Foi calculada a concentração através de uma curva padrão de ácido ascórbico de 5 a 30  $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ . Os resultados são expressos em miligramas de ácido ascórbico por 100 g de amostra, na base do peso fresco.

Para determinação do teor de açúcares totais, sub-amostras de 4 g do homogeneizado do tecido de cada repetição foram diluídas em 36 mL de etanol (80%) e fervidos em banho-maria por 20 minutos à 80 °C. O extrato alcoólico obtido foi congelado (-15 °C) até o dia seguinte, quando então, foi feita a filtração, completando-se o volume para 100 mL com etanol 80%, em balão volumétrico. Uma alíquota de 1 mL do filtrado foi novamente diluída em 100 mL de etanol 80%. Os teores de açúcares totais foram determinados através do método Fenol-Ácido Sulfúrico (Dubois et al., 1956) com leitura de absorbância a 490 nm em espectrofotômetro (modelo 395-UV, Coleman). A concentração de açúcares totais foi calculada a partir de uma curva padrão de glicose de 20 a 100  $\mu\text{g.mL}^{-1}$ . Os resultados são expressos em miligramas de açúcares por grama de amostra, na base do peso fresco.

Os dados de cada variável foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o programa SAS 8.2 (SAS Institute, 2001).

### **2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Na análise visual da cultivar Verão (Tabela 4), observamos que aos cinco dias de armazenagem, tanto os frutos que permaneceram por uma hora, como aqueles que permaneceram por quatro horas no campo antes de serem resfriados, apresentaram características visuais muito semelhantes. Os morangos não apresentaram crescimento de micélio, escurecimento da epiderme e odores estranhos, mas não mantiveram o brilho natural. A condição

visual dos frutos no quinto dia de armazenagem era boa, estando os mesmos aptos para comercialização.

TABELA 4. Análise visual quantitativa de morangos cvs. Verão e Oso Grande em relação ao atraso para o resfriamento e tempos de armazenagem refrigerada a  $2\pm 2$  °C. São Sebastião do Caí/RS, 2003.

			micélio	escurecimento	fermentado	brilho
<b>Verão</b>	5 dias	1 hora	N	N	N	N
		4 horas	N	N	N	N
	7 dias	1 hora	B	S	S	N
		4 horas	N	S	S	N
<b>Oso Grande</b>	5 dias	1 hora	B	N	N	S
		4 horas	N	N	N	S
	7 dias	1 hora	N	N	N	S
		4 horas	B	N	N	S

S = sim; N = não; B = baixo (<10%); I = intermediário (10-20%); A = alto (>20%)

Na análise realizada quando os frutos estavam armazenados por sete dias, observamos um ataque fúngico baixo (<10%) nos frutos que permaneceram uma hora no campo, ao contrário dos que permaneceram pelo período de quatro horas, que não apresentavam crescimento fúngico. Nos dois tratamentos (uma e quatro horas) houve escurecimento da epiderme, odor proveniente da fermentação e perda do brilho natural. Os frutos não foram considerados aptos para comercialização.

No experimento com a cultivar Oso Grande (Tabela 4), aos cinco dias de armazenagem os frutos de uma hora apresentaram crescimento fúngico que afetou menos de 10% dos morangos, isso não acontecendo nos frutos que foram mantidos por quatro horas. Aos sete dias aconteceu exatamente o contrário, ou seja, aqueles que permaneceram uma hora no campo antes da armazenagem não sofreram ataque fúngico, enquanto os outros apresentaram um pequeno crescimento fúngico (<10%), mas a quantidade de micélio em cada fruto não chegou a afetar a qualidade visual.



Para as outras variáveis analisadas, os frutos de uma ou quatro horas, tanto aos cinco como aos sete dias, apresentaram as mesmas características visuais. Não houve escurecimento da epiderme, constatação de odores estranhos e perda do brilho natural. Os frutos foram considerados aptos para comercialização.

Os resultados obtidos estão de acordo com Thompson et al. (2001), onde os autores citam que o incremento na respiração, causado por poucas horas de atraso no resfriamento, raramente causam efeitos visíveis na qualidade externa do produto.

Uma maior resistência da cv. Oso Grande ao armazenamento refrigerado foi observada, já que, nestas condições, os frutos desta cultivar se mantiveram em condições de comercialização por, pelo menos, dois dias a mais que a cv. Verão.

O atraso no resfriamento não influenciou significativamente a perda de massa da cultivar Verão (Figura 1a). Diferenças somente foram encontradas entre épocas de avaliação, onde a perda foi maior aos sete dias (1,66%) do que aos cinco dias (1,03%). A cultivar Oso Grande não foi afetada significativamente, seja pelos tratamentos testados ou pelos diferentes tempos de armazenagem. A perda média foi de 1,08% (Figura 1b). A perda de massa que se constatou nos dois experimentos foi devido, provavelmente, a perda de água decorrente do processo transpiratório. O controle da perda de água foi possível através da utilização do filme de PVC que recobriu as embalagens plásticas onde os morangos foram armazenados. Nunes et al. (1995b) acondicionaram morangos "Sweet Charlie" em embalagens cobertas ou não

por filme de PVC de 18  $\mu\text{m}$  de espessura, sendo que a perda de massa foi de 1,9 e 9,9% após 8 dias de armazenagem a 1°C, respectivamente, para as embalagens cobertas e não cobertas. A máxima perda de massa permitida para que morangos sejam aceitos para comercialização é de 6%, de acordo com Robinson et al. (1975), citados por García et al. (1998). Assim, vemos que a perda de massa nos dois experimentos manteve-se abaixo do limite máximo permitido.

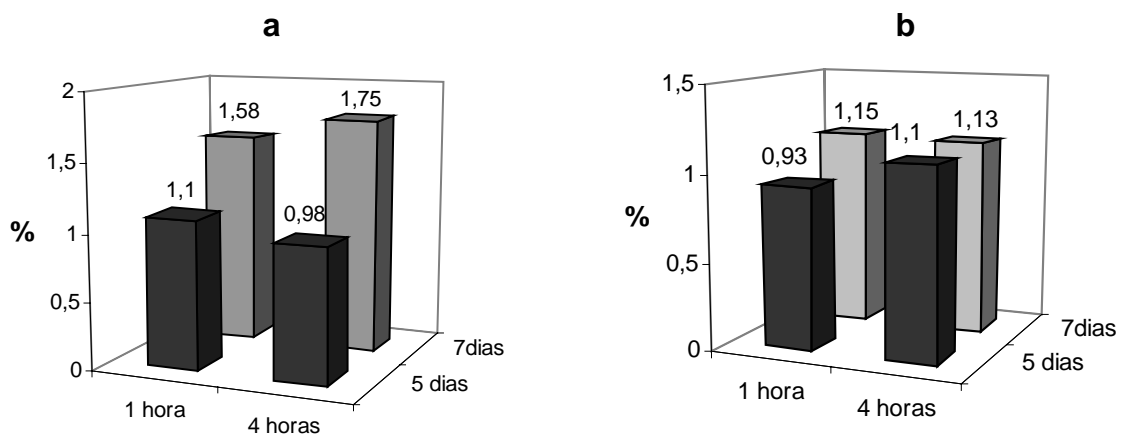


FIGURA 1. Perda de massa (%) em cultivares Verão (a) e Oso Grande (b), com atraso de uma e quatro horas para o resfriamento, armazenadas por até sete dias a  $2\pm 2$  °C. São Sebastião do Cai/RS, 2003.

Na análise da intensidade de deformação de polpa da cultivar Verão, encontramos uma deformação média de 2,03 mm. Não foram encontradas diferenças ( $P < 0,05$ ) entre o atraso de uma ou quatro horas para o resfriamento e nem entre as avaliações feitas aos cinco e sete dias de armazenamento refrigerado (Tabela 5). O resultado é semelhante ao obtido por Bernalte et al. (2003), que não encontraram diferença significativa na firmeza da polpa de cereja doce (*Prunus avium*) após sofrerem um atraso de até 25 horas para o resfriamento e serem armazenadas por 17 dias.

Para morangos "Oso Grande", a intensidade de deformação de polpa foi influenciada significativamente pelo atraso no resfriamento e pela época de avaliação (Tabela 6). A deformação da polpa foi maior quando os frutos demoraram quatro horas para serem colocados sob refrigeração. Este resultado está de acordo com Nunes et al. (1995a) que observaram uma diminuição da firmeza da polpa de morangos "Sweet Charlie", "Oso Grande" e "Chandler", armazenados por sete dias a 1 °C, seguido de um dia a 20 °C e que sofreram um atraso de seis horas para o armazenamento refrigerado. Os frutos que ficaram armazenados por sete dias estavam mais firmes do que aqueles armazenados por apenas cinco dias. Todas as leituras foram feitas nas mesmas condições de temperatura e na mesma porção dos frutos (região do 'ombro'), além disso, não foram encontradas diferenças significativas na perda de massa após sete dias de armazenagem. Wright & Kader (1997) encontraram resposta semelhante para morangos "Selva" armazenados em atmosfera controlada com altos níveis de CO<sub>2</sub> e baixos de O<sub>2</sub>. Estes autores observaram que a porção em que as medições foram feitas havia ficado mais firme, enquanto a região adjacente tornou-se mais amolecida. Outros autores também observaram um incremento na firmeza de morangos pela baixa temperatura (Larsen & Watkins, 1995; Watkins et al., 1999; Pelayo et al., 2003). O mecanismo pelo qual a baixa temperatura afeta a firmeza dos frutos não é bem entendido, mas, provavelmente, seja devido ao processo de desmetilação das pectinas da parede celular, o que torna o fruto mais resistente a deformação.

A porcentagem de ácido cítrico da cultivar Verão não foi influenciada pelo atraso de até quatro horas para o resfriamento. Somente entre os tempos de armazenamento apareceram diferenças estatísticas (Tabela 5). Os frutos que ficaram armazenados por cinco dias apresentaram maiores teores de ácidos em relação aos que ficaram por sete dias. Esta menor quantidade de ácidos orgânicos observada aos sete dias foi devido, provavelmente, a sua utilização como substrato para a atividade respiratória. A cultivar Oso Grande não apresentou diferenças significativas, sendo a acidez média de 0,7% (Tabela 6).

Os morangos da cultivar Verão, para açúcares totais, foram influenciados tanto pelos tratamentos como pelas épocas de avaliação (Tabela 5). A quantidade média foi de  $60,1 \text{ mg.g}^{-1}$ , expressos na base fresca. Os frutos que permaneceram quatro horas em temperatura ambiente antes de serem resfriados apresentaram uma maior concentração de açúcares. Nunes et al. (1995b) observaram uma tendência de aumento nos açúcares em frutos que permaneceram oito horas em temperaturas elevadas antes de serem resfriados. Esse incremento possivelmente se deve a uma quebra de polissacarídeos da parede celular, que pode ser acelerada pela exposição dos frutos a altas temperaturas ( $30 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ) por um longo período antes do resfriamento. Na avaliação realizada aos cinco dias encontrou-se maiores concentrações de açúcares do que na avaliação feita aos sete dias. Este efeito foi devido, provavelmente, a utilização dos açúcares na glicólise.

A cultivar Oso Grande apresentou maiores níveis de açúcares aos cinco dias de armazenagem, pois os mesmos foram, provavelmente, utilizados na

rota glicolítica. O atraso por até quatro horas para a armazenagem refrigerada não teve influência nesta cultivar (Tabela 6). O valor médio encontrado foi 52,7 mg.g<sup>-1</sup> de açúcares. Cordenunsi et al. (2003) também encontraram um menor conteúdo de açúcares totais em morangos "Oso Grande" armazenados por seis dias em relação a amostra inicial.

Na avaliação da vitamina C, tanto para morangos "Verão" como "Oso Grande", o atraso de uma ou quatro horas para o resfriamento e a armazenagem por cinco ou sete dias não afetaram significativamente o seu conteúdo (Tabelas 5 e 6). A concentração foi de 47,79 mg.100g<sup>-1</sup> de amostra para a cultivar Verão e 47,12 mg.100g<sup>-1</sup> para a cultivar Oso Grande. Os resultados estão de acordo com Calegari (2001), que não observou redução significativa no conteúdo de ácido ascórbico de morangos cv. Camarosa que sofreram um atraso de até quatro horas entre a colheita e o resfriamento. Nunes et al. (1995b) citam que a perda de água tem um efeito negativo no conteúdo de ácido ascórbico. No presente trabalho, a perda de massa foi baixa, possivelmente devido à menor perda de água, o que manteve os níveis de vitamina C. Em Nunes et al. (1998), o uso de filme de PVC recobrimo os frutos preveniu a perda de água, reduzindo as perdas de ácido ascórbico em morangos, onde o conteúdo teve pequena variação após oito dias a 1 ou 10 °C.

Nos estudos de Nunes et al. (1995a, 1995b) os morangos que foram submetidos a um atraso de seis horas para o resfriamento apresentaram um menor conteúdo de ácido ascórbico após sete dias a 1 °C, mais um dia a 20 °C, em relação aos que foram prontamente resfriados, quando os dados foram expressos na base do peso seco. Esta diferença não apareceu com resultados

na base fresca. Como no presente trabalho a perda de massa foi de no máximo 1,6%, enquanto Nunes et al. (1995a) obtiveram cerca de 10%, esta explicação possivelmente não se enquadra para os dados aqui obtidos. Provavelmente o tempo de quatro horas tenha sido muito reduzido para que ocorresse expressiva oxidação do ácido ascórbico.

Cardello & Cardello (1998) citam que a determinação do ácido ascórbico em vegetais é importante, pois, sendo a vitamina mais termolábil, sua presença no alimento indica que provavelmente os demais nutrientes estão sendo preservados.

Realizando-se uma comparação entre as cultivares Verão e Oso Grande em termos qualitativos, encontramos valores de ATT de 0,95 e 0,7%, respectivamente, para as duas cultivares. Segundo Mitcham et al. (1996), para um paladar aceitável, uma acidez máxima de 0,8% é recomendada. De acordo com este parâmetro, a cv. Oso Grande encontra-se dentro dos níveis aceitáveis para um melhor paladar, enquanto a cv. Verão encontra-se um pouco acima. Fazendo a relação açúcares totais/ATT, encontramos um valor menor na cv. Verão (65,3) em relação a cv. Oso Grande (75,3).

Em relação a intensidade de deformação de polpa, os frutos da cv. Oso Grande se mostraram mais firmes que os da cv. Verão. Uma maior firmeza está relacionada com uma maior resistência na armazenagem, que se confirmou neste trabalho, onde os morangos 'Oso Grande' ficaram, pelo menos, dois dias a mais em condições de comercialização.

Comparando-se as duas cultivares em termos de vitamina C, encontramos valores muito aproximados, mostrando que em termos de valor nutricional elas se equivalem.

TABELA 5. Acidez total titulável (ATT), intensidade de deformação de polpa, açúcares totais e ácido ascórbico de morangos cv. Verão, submetidos a um atraso de até quatro horas antes do armazenamento refrigerado, conservados por até sete dias a  $2\pm 2$  °C. São Sebastião do Cai/RS, 2003.

Armazenagem (dias)	Tratamentos (horas após a colheita)		Médias
	1	4	
	<b>Deformação (mm)</b>		
5	2,09	2,03	2,06 A*
7	1,94	2,05	2,00 A
Médias CV = 7,96	2,02 A	2,04 A	2,03
	<b>ATT (% ácido cítrico)</b>		
5	0,96	1,00	0,98 A
7	0,93	0,91	0,92 B
Médias CV = 3,01	0,94 A	0,95 A	0,95
	<b>Açúcares Totais (mg.g<sup>-1</sup>)</b>		
5	57,16	71,62	64,39 A
7	51,52	59,32	55,42 B
Médias CV = 10,45	54,34 B	65,47 A	60,09
	<b>Ácido Ascórbico (mg.100g<sup>-1</sup>)</b>		
5	48,83	54,20	51,52 A
7	48,50	39,87	44,19 A
Médias CV = 20,34	48,67 A	47,04 A	47,79

\*Médias seguidas pela mesma letra, na linha ou na coluna, não diferem significativamente pelo teste de Tukey (P<0,05).

TABELA 6. Acidez total titulável (ATT), intensidade de deformação de polpa, açúcares totais e ácido ascórbico de morangos cv. Oso Grande, submetidos a um atraso de até quatro horas antes do armazenamento refrigerado, conservados por até sete dias a  $2\pm 2$  °C. São Sebastião do Cai/RS, 2003.

Armazenagem (dias)	Tratamentos (horas após a colheita)		Médias
	1	4	
	<b>Deformação (mm)</b>		
5	1,70	2,01	1,85 A*
7	1,27	1,68	1,48 B
Médias CV = 10,01	1,49 B	1,84 A	1,67
	<b>ATT (% ácido cítrico)</b>		
5	0,69	0,74	0,71 A
7	0,69	0,68	0,69 A
Médias CV = 8,11	0,69 A	0,71 A	0,70
	<b>Açúcares Totais (mg.g<sup>-1</sup>)</b>		
5	55,97	57,47	56,72 A
7	50,00	47,37	48,69 B
Médias CV = 11,73	52,99 A	52,42 A	52,71
	<b>Ácido Ascórbico (mg.100g<sup>-1</sup>)</b>		
5	45,40	47,77	46,59 A
7	48,65	46,65	47,65 A
Médias CV = 33,27	47,02 A	47,21 A	47,12

\*Médias seguidas pela mesma letra, na linha ou na coluna, não diferem significativamente pelo teste de Tukey (P<0,05).



## 2.4 CONCLUSÕES

O armazenamento de morangos "Verão" e "Oso Grande" a  $2\pm 2$  °C, em bandejas de isopor, cobertas por filme de PVC de 10 µm de espessura, permite manter os frutos em condições aceitáveis para comercialização por um período de cinco e sete dias, respectivamente.

O intervalo de até quatro horas entre a colheita e o armazenamento refrigerado não reduz significativamente a qualidade de morangos "Verão" e "Oso Grande" após os respectivos períodos de durabilidade.

## **CAPÍTULO III**

### **Composições iniciais de atmosfera modificada para armazenagem de morangos 'Camarosa' e 'Verão'**

#### **3.1 INTRODUÇÃO**

As medidas pós-colheita exercem papel fundamental no atendimento dos anseios dos consumidores. Tão importantes quanto o papel da produção, estas medidas abrangem atividades que devem ser incorporadas pelos produtores, como classificação, embalagens melhores e o uso da tecnologia do frio desde a propriedade até o consumidor (Gayet et al., 2002).

A otimização da qualidade e a redução das perdas em pós-colheita de frutos e vegetais são os maiores objetivos da tecnologia pós-colheita. Além do controle da temperatura, a modificação da atmosfera é outro fator importante no prolongamento da vida útil dos produtos agrícolas (Fonseca et al., 2002).

A atmosfera modificada (AM) pode ser criada passivamente dentro das embalagens através da respiração do produto ou ser ativada pela injeção de uma mistura desejada de gases. Os benefícios da embalagem com filmes, além da criação de condições de AM, podem incluir manutenção da alta umidade relativa e redução da perda de massa; manter a sanidade pela redução da contaminação do produto durante o manuseio; minimizar danos mecânicos e reduzir o contato com outros produtos que possam estar contaminados por fungos. Além disso, pode-se colocar dentro das embalagens

produtos fungicidas, adsorvedores de etileno e, ainda, facilitar a colocação de marcas de identificação com informações relevantes para os consumidores (Kader & Watkins, 2000).

A resposta de morangos à armazenagem em atmosfera controlada (AC) ou AM pode ser diferente de acordo com a variedade ou região onde a cultura está sendo cultivada. O desenvolvimento de odores estranhos pode ocorrer em condições de AC ou AM, tanto com altos níveis de CO<sub>2</sub> como baixos de O<sub>2</sub>. A causa primária do desenvolvimento de odores estranhos aparenta estar relacionada com o acúmulo de compostos voláteis como acetaldeído, etilacetato e etanol, produzidos pela respiração anaeróbica (Larsen & Watkins, 1995).

Embalagens de AM devem ser cuidadosamente projetadas, pois um sistema incorretamente delineado pode ser pouco eficaz ou mesmo prejudicar a vida de prateleira do produto. O modelo deve levar em conta não somente o estágio atual do produto, mas também a dinâmica do processo, porque o produto permanece exposto por um período prolongado. Se a composição da atmosfera for inadequada, o efeito pode não ser benéfico. Por isso, devem ser observadas as características do produto, permeabilidade da embalagem aos gases, temperatura de armazenagem, mistura inicial de gases e a taxa de respiração do produto (Fonseca et al., 2002).

Um método que pode ser utilizado para o controle de podridões durante o transporte e armazenagem é a baixa temperatura juntamente com AM de 15-20 kPa de CO<sub>2</sub> (Mitchell, 1992). Entretanto, o tratamento com CO<sub>2</sub> é somente fungistático. Por esta razão, não há uma proteção residual contra doenças a

partir do momento que o produto é retirado da atmosfera. Com isso, as atmosferas necessárias para o controle de podridões são freqüentemente usadas de acordo com o nível de tolerância de cada produto. AM impróprias podem iniciar ou agravar desordens fisiológicas como: amadurecimento irregular, formação de odores e paladar desagradáveis, além de aumentar a suscetibilidade a doenças (Kader, 1995).

Aquelas mudanças no desenvolvimento que são diretamente influenciadas pelo CO<sub>2</sub> ou O<sub>2</sub>, ou que influenciam a energia necessária para suprir a respiração ou fermentação, podem ser afetadas pela aplicação de AM. Alguns desses processos são mais afetados que outros, por causa da maneira que cada um depende das condições da atmosfera (Kanellis et al., 1993).

Para as cultivares de morangos que são cultivadas no Rio Grande do Sul praticamente não há informações sobre a utilização de atmosfera modificada para morangos. Brackmann et al. (1999) avaliaram a eficiência de diferentes espessuras de filmes comerciais de cloreto de polivinila (PVC) esticável e polietileno de baixa densidade (PEBD) no acúmulo de CO<sub>2</sub> e na manutenção da qualidade de morangos 'Tangi' armazenados a 0,5 e 20 °C. Os autores concluíram que filmes de PEBD com espessura de 60 µm acumulam mais CO<sub>2</sub>, controlando com maior eficiência as podridões e, ainda, que filmes de PVC de 15 µm de espessura não modificam suficientemente a atmosfera, servindo apenas para evitar a desidratação da fruta. Em estudos mais recentes, Calegari et al. (2002) testaram diversas composições iniciais de atmosfera modificada e tempos de armazenagem refrigerada para morangos cv. Oso Grande, utilizando embalagens de PEBD com 90 µm de espessura. Os

resultados mostraram que atmosferas iniciais contendo 3 kPa O<sub>2</sub> + 10 kPa CO<sub>2</sub>, 5 kPa O<sub>2</sub> + 15 kPa CO<sub>2</sub> ou ar ambiente (20,8 kPa O<sub>2</sub> + 0,03 kPa CO<sub>2</sub>) mantiveram a qualidade dos frutos por um período de sete dias a 0 °C. Os benefícios foram a manutenção da qualidade visual, da firmeza da polpa, dos ácidos e açúcares, da coloração da epiderme e ácido ascórbico.

A partir destas considerações, o presente trabalho teve o objetivo de avaliar o uso de diferentes composições iniciais de atmosfera modificada e tempos de armazenagem refrigerada na manutenção da qualidade de morangos 'Verão' e 'Camarosa' após a colheita.

### **3.2 MATERIAL E MÉTODOS**

Foram conduzidos quatro experimentos durante os anos de 2002 e 2003, testando diferentes concentrações iniciais de gases, para duas cultivares de morango (Camarosa e Verão).

O experimento 1 foi instalado em dezembro de 2002, quando morangos da cv. Verão foram colhidos em uma propriedade rural de São Sebastião do Caí, RS. O município localiza-se na região do Vale do Rio Caí, com altitude média de 49 m, 29° 36' 00" de latitude e 51° 27' 00" de longitude. O clima, segundo Köppen (1948), é do tipo Cfa. A temperatura no verão varia entre 25 e 35 °C e, no inverno, entre 12 e 25 °C. A precipitação média anual é de 1482 mm.

Os morangos foram colocados em bandejas de isopor, cobertos com uma película de PVC de 10 µm de espessura e transportados (veículo não refrigerado) até o Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos (ICTA) da

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), em Porto Alegre, RS, distante 80 Km do local de produção.

No experimento 2, morangos da cv. Camarosa foram colhidos em janeiro de 2003 de uma lavoura comercial em Farroupilha, RS. O município é localizado na região da Serra Gaúcha, com altitude de 702 m, 29° 14' 30" de latitude e 51° 26' 20" de longitude. O clima é do tipo Cfb, subtropical chuvoso com verão ameno (Köppen, 1948).

Os frutos foram acondicionados em bandejas de plástico e cobertos com película de PVC de 10 µm de espessura. Após, foram transportados (veículo não refrigerado) até o ICTA da UFRGS, distante 120 Km do local de produção, para a instalação do experimento.

As bandejas de cada tratamento, mantendo-se a película de PVC, foram colocadas dentro de uma embalagem de PEBD de 52 cm x 90 cm com 90 µm de espessura. Os tratamentos constituíram-se de uma combinação de gases (3 kPa O<sub>2</sub> + 10 kPa CO<sub>2</sub>, 5 kPa O<sub>2</sub> + 15 kPa CO<sub>2</sub> e 21 kPa O<sub>2</sub> + 15 kPa CO<sub>2</sub>) e tempos de armazenagem refrigerada: 6, 9 e 12 dias a 4 °C (exp. 1); 6 e 13 dias a 1 °C (exp. 2). No experimento 1 não foi avaliada a composição inicial de 21 kPa O<sub>2</sub> + 15 kPa CO<sub>2</sub>. A permeabilidade desta embalagem para O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> é de 0,21 e 0,14 mL/cm<sup>2</sup>/hora, respectivamente.

Os experimentos 3 e 4 foram conduzidos em propriedade rural no município de São Sebastião do Caí, RS. Foram instalados em outubro de 2003.

Morangos das cvs. Verão (exp. 3) e Camarosa (exp. 4) foram colhidos de uma lavoura comercial localizada nesta propriedade e levados até o galpão

de recepção, onde as bandejas de comercialização foram cobertas com filme de PVC de 10  $\mu\text{m}$  de espessura.

As bandejas de cada tratamento, mantendo-se a película de PVC, foram colocadas dentro de uma embalagem de PEBD de 35 cm x 60 cm com 75  $\mu\text{m}$  de espessura. Os tratamentos constituíram-se de uma combinação de gases (3 kPa  $\text{O}_2$  + 10 kPa  $\text{CO}_2$ , 5 kPa  $\text{O}_2$  + 15 kPa  $\text{CO}_2$  e 21 kPa  $\text{O}_2$  + 15 kPa  $\text{CO}_2$ ) e tempos de armazenagem refrigerada (4, 6 e 8 dias a  $2\pm 2$  °C). A permeabilidade desta embalagem para  $\text{O}_2$  e  $\text{CO}_2$  é de 0,21 e 0,15 mL/cm<sup>2</sup>/hora, respectivamente.

Para a obtenção das atmosferas experimentais, o ar das embalagens foi retirado com bomba de vácuo, sendo, a seguir, injetadas as misturas de  $\text{O}_2$  e  $\text{CO}_2$  que constituíram cada tratamento. Foram utilizadas misturas pré-prontas de  $\text{O}_2$  e  $\text{CO}_2$ , com balanço de nitrogênio, em cilindros de 9 m<sup>3</sup>. No tratamento-controle, as embalagens foram apenas insufladas com ar e, em seguida, lacradas com fita adesiva de alta aderência ("Silver Tape"). Após a modificação da atmosfera, as embalagens foram colocadas em câmara frigorífica. Ao final de cada período de armazenagem, os frutos foram transportados (veículo não refrigerado) até o Laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós-colheita da Faculdade de Agronomia da UFRGS para serem analisados.

Para determinar a mudança nos níveis dos gases durante o período de armazenamento refrigerado, foi feito o monitoramento dos níveis de  $\text{O}_2$  e  $\text{CO}_2$  dentro das embalagens de polietileno para os experimentos 2 e 4. As leituras foram realizadas com auxílio de um analisador portátil de  $\text{O}_2$  e  $\text{CO}_2$ , marca

Climasul (modelo CRC 102), através de duas mangueiras que foram adaptadas nas embalagens no momento da instalação do experimento.

Após cada período de armazenagem, uma análise visual quantitativa de cada tratamento foi realizada, tendo como objetivo simular uma avaliação por parte do consumidor. Os aspectos observados foram a ocorrência de doenças fúngicas, principalmente *Botrytis cinerea*, escurecimento da epiderme, perda de brilho natural dos frutos e desenvolvimento de odores estranhos. Para cada parâmetro avaliado foi atribuída uma escala de "sim" ou "não", determinando a ocorrência ou não do fator em questão. Quando houve ocorrência de micélio fúngico, foi calculada sua porcentagem, através da contagem do número de frutos que apresentavam micélio, em relação ao número total de frutos de cada bandeja. Atribuiu-se os conceitos "baixo", para até 10%; "intermediário", quando houve entre 10 e 20% de frutos atacados; e "alto", quando a incidência foi maior que 20%. Com esta avaliação também procurou-se determinar se os frutos apresentavam condições para serem comercializados.

Os morangos também foram avaliados para parâmetros qualitativos e de maturação. As amostras de cada tratamento foram primeiramente pesadas para determinar a porcentagem de perda de massa em relação ao peso inicial. A seguir avaliou-se a intensidade de deformação de polpa por medidor de deformação de polpa de Hamson (1952), modificado por Gull (1987). Foram utilizados dez morangos de cada repetição, sendo os mesmos colocados individualmente sobre a plataforma e submetidos a compressão de 250 gf



durante 5 segundos, utilizando-se uma ponteira Magness-Taylor de 11 mm de diâmetro. Os resultados são expressos em milímetros de deformação de polpa.

Após a determinação da intensidade de deformação de polpa, os frutos foram triturados com o auxílio de um processador de frutas, sendo o homogeneizado resultante conservado em um freezer a -15 °C. Este homogeneizado, após descongelado, foi usado para a determinação da acidez total titulável (ATT) e dos teores de ácido ascórbico e de açúcares totais.

Na determinação da ATT, sub-amostras de 6,0 g do homogeneizado do tecido de cada repetição foram diluídas em 100 mL de água destilada. A ATT foi determinada pela titulação com solução de NaOH 0,1N até pH 8,1, utilizando-se um pHmetro (modelo D-20, Digimed), previamente padronizado para pH 4,00 e pH 6,86. Os resultados foram convertidos em porcentagem de ácido cítrico  $[(\text{mL NaOH} \times 0,1\text{N} \times 0,064 / 6,00) \times 100]$  e expressados na base do peso fresco.

Para a determinação da vitamina C, sub-amostras de 2,5 g do homogeneizado foram diluídas em 50 mL de uma mistura de ácido metafosfórico 6% em ácido acético glacial 2N. A mistura foi centrifugada por 30 minutos a 5000 rpm. Os teores de ácido ascórbico foram determinados pelo método de 2,4-dinitrofenilidrazina (Tereda et al., 1978), com leitura de absorbância a 540 nm em espectrofotômetro (modelo 395-UV, Coleman). Foi calculada a concentração através de uma curva padrão de ácido ascórbico de 5 a 30  $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ . Os resultados são expressos em miligramas de ácido ascórbico por 100 g de amostra, na base do peso fresco.

Para determinação do teor de açúcares totais, sub-amostras de 4,0 g do homogeneizado do tecido de cada repetição foram diluídas em 36 mL de etanol (80%) e fervidos em banho-maria por 20 minutos à 80 °C. O extrato alcoólico obtido foi congelado (-15 °C) até o dia seguinte, quando então, foi feita a filtração, completando-se o volume para 100 mL com etanol 80%, em balão volumétrico. Uma alíquota de 1 mL do filtrado foi novamente diluída em 100 mL de etanol 80%. Os teores de açúcares totais foram determinados através do método Fenol-Ácido Sulfúrico (Dubois et al., 1956) com leitura de absorbância a 490 nm em espectrofotômetro (modelo 395-UV, Coleman). A concentração de açúcares totais foi calculada a partir de uma curva padrão de glicose de 20 a 100  $\mu\text{g}.\text{mL}^{-1}$ . Os resultados são expressos em miligramas de açúcares por grama de amostra, na base do peso fresco.

A unidade experimental consistiu de uma bandeja com capacidade para 300 g, contendo aproximadamente 25-30 frutos. O delineamento experimental, para todos os experimentos, foi o completamente casualizado, em esquema fatorial. No experimento 1 foi utilizado o fatorial 3x3 (três composições iniciais de atmosfera modificada e três tempos de armazenagem), com quatro repetições. O fatorial utilizado para o experimento 2 foi o 4x2, com três repetições, enquanto os experimentos 3 e 4 foram em fatorial 4x3, com três repetições.

No mesmo dia em que cada experimento foi instalado, tomou-se uma amostra com três ou quatro repetições (bandejas) para serem analisadas (amostra inicial), de acordo com o experimento.

Os dados de cada variável foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o programa SAS 8.2 (SAS Institute, 2001).

### **3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Na avaliação do experimento 1 (Tabela 7), após 6 dias de armazenagem, todos os tratamentos apresentaram um nível alto (acima de 20%) de frutos com ocorrência de micélio. Na mesma época de avaliação, os três tratamentos utilizados apresentaram aroma de fermentado, escurecimento da epiderme e perda de brilho natural, além de um início de deterioração. Nas avaliações realizadas aos 9 e 12 dias, os frutos apresentaram as mesmas características que aos 6 dias. Portanto, já na primeira época de avaliação os morangos não apresentavam condições de serem comercializados. Esta rápida deterioração pode ser devido a problemas com a temperatura da câmara-fria, que nos primeiros 4 dias após a instalação do experimento se manteve próxima a 8 °C, acelerando muito o metabolismo e conseqüentemente o processo de deterioração dos frutos.

O problema ocorrido com a câmara-fria, apesar de ter prejudicado o objetivo do trabalho, mostra a realidade da cadeia produtiva do morango no Estado. A maior parte da armazenagem é realizada em temperaturas elevadas, muito acima de 8 °C, como aconteceu neste experimento. Ainda deve-se atentar para o fato que, mesmo nesta temperatura e utilizando atmosfera modificada, a vida útil foi menor que 6 dias. Além disso, muitas vezes a

comercialização é realizada nas ruas, em temperaturas que passam de 30 °C e são totalmente inadequadas para a manutenção da qualidade dos morangos.

Como as condições para uma avaliação adequada do experimento 1 não foram as ideais, o mesmo não será discutido para os demais parâmetros qualitativos.

Para o experimento 2, na avaliação feita aos 6 dias, os frutos mantidos em atmosfera inicial de 3kPa O<sub>2</sub> + 10 kPa CO<sub>2</sub> apresentaram um nível baixo de ataque fúngico (abaixo de 10%), sendo que nos outros tratamentos não foi observado nenhuma ocorrência de crescimento de micélio (Tabela 7). Nenhum tratamento apresentou escurecimento da epiderme, perda de brilho natural ou aroma de fermentado, sendo os frutos considerados aptos para comercialização.

Na análise visual quantitativa realizada aos 13 dias de armazenagem, os quatro tratamentos mostravam um nível de ataque fúngico entre 10 e 20%. O escurecimento da epiderme só não foi observado no tratamento com 3kPa O<sub>2</sub> + 10 kPa CO<sub>2</sub>. Em relação a presença de odores estranhos, com exceção do tratamento controle, todos os outros apresentaram aroma de fermentado. Nenhum tratamento manteve o brilho natural dos frutos, assim como nenhum dos tratamentos apresentou condições de comercialização após 13 dias de armazenagem.

No quarto dia de armazenagem, os frutos do experimento 3 ainda apresentavam seu brilho natural e não mostravam escurecimento da epiderme, ataque fúngico e odores estranhos (Tabela 7). Ao sexto dia, a única diferença em relação a análise feita anteriormente é que os frutos do tratamento 3kPa O<sub>2</sub>

+ 10 kPa CO<sub>2</sub> apresentaram escurecimento do epiderme. No oitavo e último dia de avaliação, todos os tratamentos testados apresentaram escurecimento da epiderme dos frutos, provavelmente devido ao estágio de maturação mais avançado. Não houve entretanto, ocorrência de ataque fúngico, perda de brilho natural e constatação de odores estranhos. Os frutos de todos os tratamentos foram considerados aptos para comercialização.

Para o experimento 4, na avaliação realizada no quarto dia de armazenagem, não foi constatado nenhum odor estranho, os frutos apresentavam brilho natural e não se observou nenhum crescimento de fungos e não houve escurecimento da epiderme dos frutos (Tabela 7). Estes resultados se repetiram na avaliação do sexto dia de armazenagem, com exceção da atmosfera inicial com 3kPa O<sub>2</sub> + 10 kPa CO<sub>2</sub>, que apresentou odor de fermentado. As maiores diferenças entre os tratamentos ocorreram após 8 dias de armazenagem, mas os frutos não apresentaram crescimento fúngico.

Em relação ao escurecimento da epiderme, somente o tratamento controle foi eficiente, ou seja, manteve a cor vermelha característica de frutos frescos. A presença de brilho natural, assim como a não ocorrência de odores estranhos foram observadas somente no tratamento controle e na atmosfera com composição inicial de 21kPa O<sub>2</sub> + 15 kPa CO<sub>2</sub>. Somente os frutos destes tratamentos foram considerados aptos para comercialização após 8 dias de armazenagem. Este resultado da avaliação subjetiva podem levar ao entendimento que a cultivar Camarosa é mais sensível a níveis baixos de O<sub>2</sub> que a cultivar Verão, ocorrendo fermentação quando os frutos são expostos a um período prolongado de armazenagem, neste caso, 8 dias. A ocorrência de

odores estranhos está relacionada ao incremento de etilacetato e etanol, provenientes da respiração anaeróbica (Larsen & Watkins, 1995).

TABELA 7. Análise visual quantitativa de morangos cultivar Verão e Camarosa armazenados em sacos de polietileno com diferentes composições iniciais de atmosfera modificada. Porto Alegre/RS, 2002/2003.

EXPERIMENTO 1 - CULTIVAR VERÃO					
		micélio	escurecimento	fermentado	brilho
6 dias	ar	A	S	S	N
	3+10	A	S	S	N
	5+15	A	S	S	N
EXPERIMENTO 2 - CULTIVAR CAMAROSA					
6 dias	ar	N	N	N	S
	3+10	B	N	N	S
	5+15	N	N	N	S
	21+15	N	N	N	S
13 dias	ar	I	S	N	N
	3+10	I	N	S	N
	5+15	I	S	S	N
	21+15	I	S	S	N
EXPERIMENTO 3 - CULTIVAR VERA0					
4 dias	ar	N	N	N	S
	3+10	N	N	N	S
	5+15	N	N	N	S
	21+15	N	N	N	S
6 dias	ar	N	N	N	S
	3+10	N	S	N	S
	5+15	N	N	N	S
	21+15	N	N	N	S
8 dias	ar	N	S	N	S
	3+10	N	S	N	S
	5+15	N	S	N	S
	21+15	N	S	N	S
EXPERIMENTO 4 - CULTIVAR CAMAROSA					
4 dias	ar	N	N	N	S
	3+10	N	N	N	S
	5+15	N	N	N	S
	21+15	N	N	N	S
6 dias	ar	N	N	N	S
	3+10	N	N	S	S
	5+15	N	N	N	S
	21+15	N	N	N	S
8 dias	ar	N	N	N	S
	3+10	N	S	S	N
	5+15	N	S	S	N
	21+15	N	S	N	S

S = sim; N = não; B = baixo (<10%); I = intermediário (10-20%); A = alto (>20%)

Monitorando a evolução dos níveis de gases nas embalagens observamos, no experimento 2, que os níveis de  $O_2$  e  $CO_2$  se igualaram ao final do período de armazenagem (Figura 2) devido, provavelmente, à permeabilidade das embalagens. Isto pode explicar porque não foram encontradas diferenças entre os tratamentos utilizados.

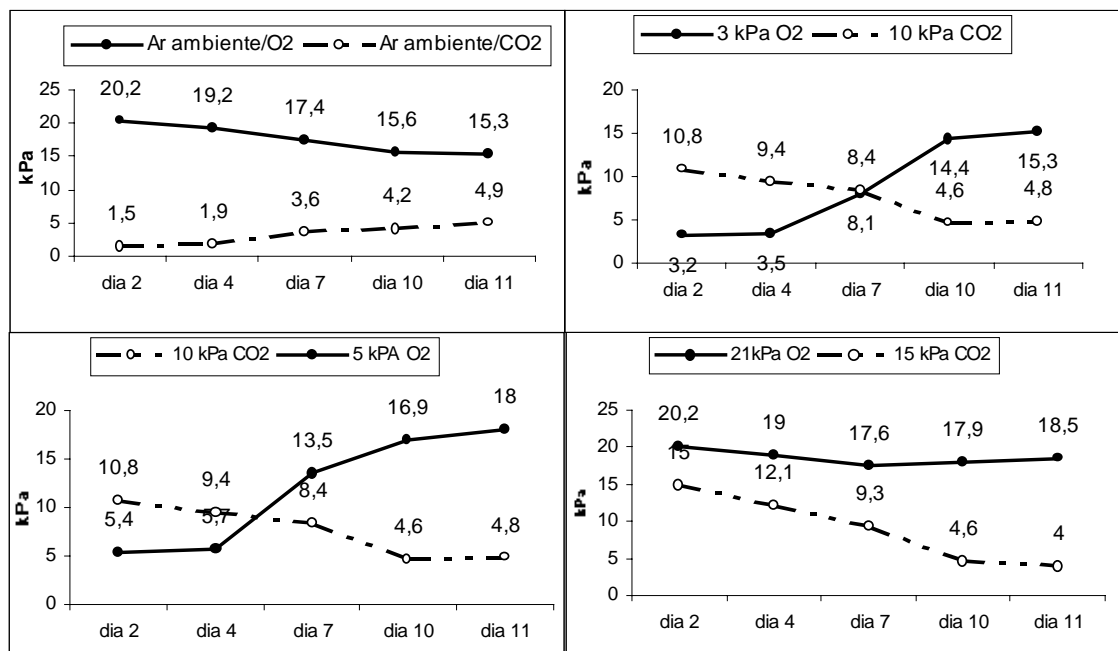


FIGURA 2. Evolução dos níveis de  $O_2$  e  $CO_2$  dentro das embalagens de PEBD ( $90\mu m$ ) durante onze dias de armazenagem refrigerada (exp. 2). Porto Alegre/RS, 2003.

No experimento 4 o acompanhamento foi realizado diariamente, durante um período de sete dias (Figura 3). A temperatura da câmara-fria estava regulada para uma variação entre 0 e 4 °C. A evolução dos níveis dos gases seguiu um padrão parecido com o do experimento 2, sendo que no dia 7 as concentrações eram equivalentes, e as pequenas variações aconteceram devido a temperatura e a permeabilidade ao  $CO_2$ , que é levemente superior na embalagem de 75  $\mu m$ .

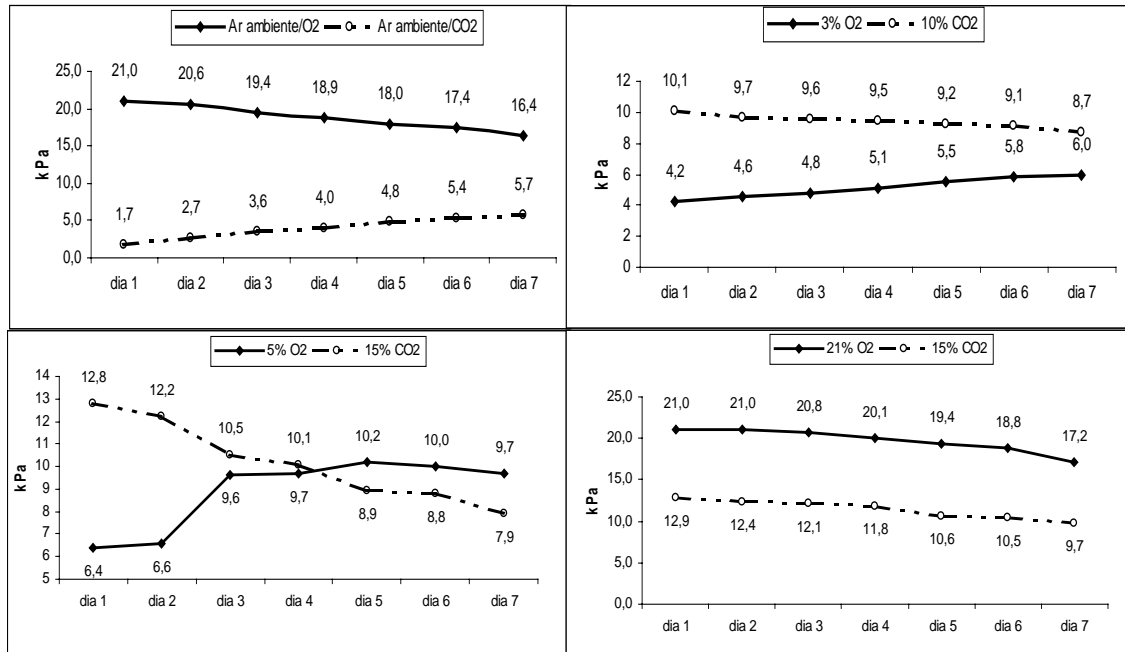


FIGURA 3. Evolução dos níveis de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> dentro das embalagens de PEBD (75 $\mu$ m) durante sete dias de armazenagem refrigerada (exp. 4). São Sebastião do Caí/RS, 2003.

A perda de massa nos experimentos 2, 3 e 4 foi baixa, sempre menor que 1% (Figuras 4 e 5). Para todos os tratamentos e tempos de armazenagem refrigerada utilizados, o percentual de perda de massa ficou muito abaixo do limite máximo aceito para comercialização que, segundo Robinson et al. (1975), citados por García et al. (1998), é de 6% para morangos.



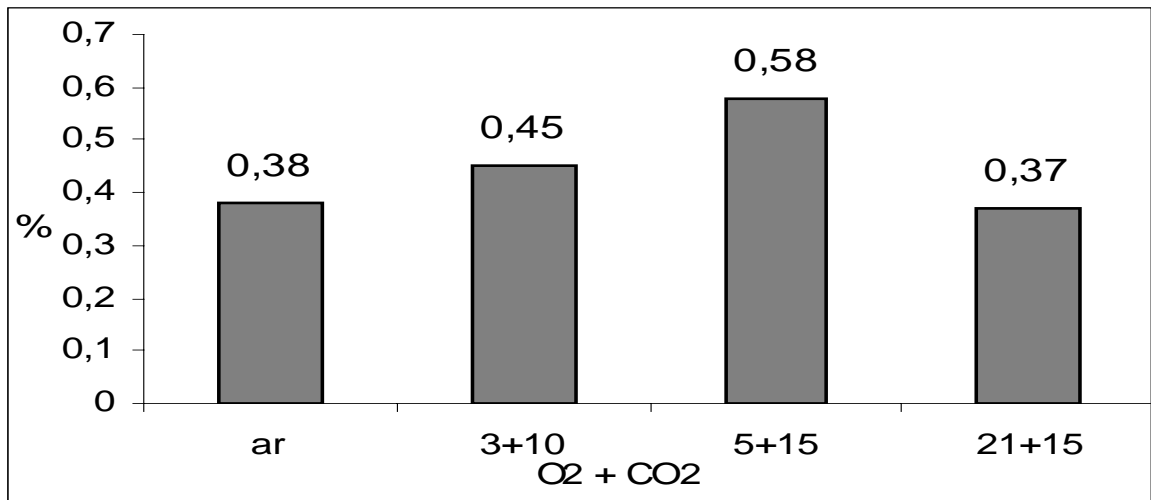


FIGURA 4. Perda de massa (%) de morangos cv. Camarosa armazenados por treze dias em sacos de polietileno (90  $\mu$ m) com diferentes composições iniciais de atmosfera modificada, sob refrigeração. Porto Alegre/RS, 2003.

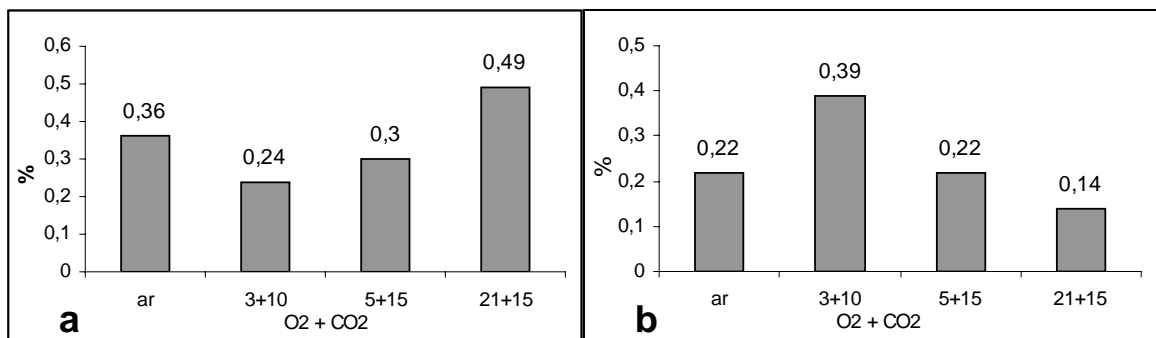


FIGURA 5. Perda de massa (%) de morangos cv. Verão (a) e Camarosa (b) armazenados por oito dias em sacos de polietileno (75  $\mu$ m) com diferentes composições iniciais de atmosfera modificada, sob refrigeração. São Sebastião do Caí/RS, 2003.

Calegario (2001) menciona que o morango não possui uma cobertura protetora para dificultar a saída da água e que a desidratação exerce um efeito negativo sobre a aparência dos mesmos, uma vez que a saída de água dos tecidos acarreta murchamento e enrugamento, tornando-os inaceitáveis para a comercialização. Com isso o controle da perda de água dos frutos torna-se necessária. Os dados obtidos mostram que as embalagens utilizadas

permitiram um bom controle da transpiração dos frutos, fazendo com que a perda de massa ficasse dentro de níveis aceitáveis, não prejudicando o aspecto visual dos frutos.

Quanto a intensidade de deformação de polpa, o experimento 3 mostrou diferenças significativas somente entre tempos de armazenagem (Tabela 9). A intensidade de deformação foi a mesma até a avaliação do dia 6, sendo que aumentou no oitavo dia. Nos experimentos 2 e 4 não foram encontradas diferenças entre tratamentos, assim como entre épocas de avaliação (Tabelas 8 e 10). Calegaro et al. (2002), citam que a manutenção da firmeza da polpa dos morangos é um importante atributo de qualidade no manejo pós-colheita. Os mesmos autores citam que, frutos mais firmes, em geral, estão associados a uma melhor conservação e aspecto visual, sendo, portanto, preferidos pelos consumidores.

A firmeza da polpa é determinada pela força de coesão entre as pectinas. Com a evolução da maturação e senescência ocorre a ação das enzimas pectinolíticas, particularmente a celulase (endo-1,4- $\beta$ -glucanase), a poligalacturonase e a pectinametilesterase, que transformam a pectina insolúvel em solúvel e promovem o amolecimento dos frutos (Seymour et al., 1993). Os resultados obtidos indicam que as concentrações de gases nas embalagens podem ter contribuído para diminuir ou retardar a ação das enzimas pectinolíticas, mantendo a firmeza dos frutos.

Os teores de ácidos orgânicos, para o experimento 3, mostraram diferenças significativas somente entre épocas de avaliação, com valor médio de 0,8 % (Tabela 9). Os valores médios encontrados para o dias 0, 4, 6 e 8

foram, respectivamente, 0,87%, 0,86%, 0,76% e 0,72%. Observamos que ocorreu uma diminuição significativa da ATT com o avanço do período de armazenagem.

Pelayo et al. (2003) testando as cultivares Aromas, Diamante e Selva em atmosfera com alto CO<sub>2</sub>, encontraram uma diminuição da ATT em frutos da cv. Diamante, armazenados por 11 dias. Mas os autores citam que, para as três cultivares, houve uma consistente diminuição somente nos níveis de ácido málico, o que não aconteceu com o cítrico, que é o ácido orgânico dominante em morangos (72-74% do total de ácidos).

No experimento 2 com a cv. Camarosa, foram encontradas diferenças entre épocas de avaliação (Tabela 8). A acidez apresentou um aumento até o dia 6, seguida de uma diminuição até o último dia de avaliação, ficando com níveis próximos aos da amostra inicial. Com valor médio de 1,08%, os teores de ácidos orgânicos do experimento 4 mostraram uma diminuição até o sexto dia, seguida de elevação até o oitavo dia. Não foram encontradas diferenças entre tratamentos (Tabela 10). Souza et al. (1999), avaliando a qualidade e a vida pós-colheita de morangos cv. Sequóia, mostraram um incremento na acidez na fase inicial de armazenagem, com posterior redução até o período final. Os autores citam que, provavelmente, o aumento na ATT ocorreu devido a elevação da concentração de CO<sub>2</sub> e redução dos níveis de O<sub>2</sub> pela armazenagem em atmosfera modificada. Isto pode ter afetado o sistema de enzimas glicolíticas, resultando na elevação dos ácidos. Também comentam que a posterior redução pode ter sido resultado da oxidação dos ácidos durante o ciclo de Krebs.

Para açúcares totais, não houveram diferenças significativas entre tratamentos, assim como entre épocas de avaliação, para os experimentos 2 e 4 (Tabelas 8 e 10). Os teores médios foram de 39,17 e 37,81mg.g<sup>-1</sup> de amostra. Souza et al. (1999) encontraram resposta semelhante nos teores de sólidos solúveis totais de morangos "Sequóia" armazenados por 21 dias em atmosfera modificada.

Diferenças significativas foram encontradas entre os tratamentos testados e também nos diferentes tempos de armazenagem refrigerada, para o experimento 3 (Tabela 9). Os teores de açúcares aumentaram até o sexto dia, em seguida diminuindo, quando no oitavo dia os níveis ficaram próximos aos da amostra inicial. Cordenunsi et al. (2003), observando as mudanças físico-químicas de cinco cultivares de morangos frigoarmazenados por sete dias, encontraram um incremento nos níveis de açúcares totais nas cultivares Toyonoka, Mazi e Dover. Os autores citam que, como morangos não tem uma reserva de amido para a síntese de açúcares após a colheita, este incremento pode ser consequência da degradação da parede celular. A redução nos níveis de açúcares no período final de armazenagem foi devido, provavelmente, a sua utilização na rota glicolítica. Para as cultivares Oso Grande e Campineiro, Cordenunsi et al. (2003) não observaram mudanças nos teores de açúcares totais. O tratamento que apresentou maiores níveis de açúcares (54,27 mg.g<sup>-1</sup>) foi a atmosfera inicial com 3kPa O<sub>2</sub> + 10 kPa CO<sub>2</sub>, enquanto as concentrações mais baixas (46,72 mg.g<sup>-1</sup>) foram encontradas no tratamento controle. Holcroft & Kader (1999) observaram que, em morangos "Selva", houve uma diminuição significativa dos açúcares nos frutos armazenados em ar ambiente com relação

aqueles que permaneceram em atmosfera controlada com concentrações variáveis de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub>.

Para os experimentos 3 e 4, as concentrações médias de ácido ascórbico foram 45,42 e 49,89 mg.100g<sup>-1</sup>, expressos na base fresca. Ao nível de P<0,05 não ocorreram diferenças entre os diferentes tempos de armazenagem refrigerada e nem entre os tratamentos utilizados (Tabelas 9 e 10).

Diferenças entre épocas de avaliação foram encontradas para o experimento 2 (Tabela 8). O teor de vitamina C foi menor na amostra inicial do que em relação as amostras dos dias 6 e 13. Este resultado é semelhante ao de Agar et al. (1997), que observaram incremento no conteúdo de vitamina C em morangos "Elvira" durante a primeira metade do período de armazenagem, que foi de 20 dias em atmosfera controlada (0; 10; 15 ou 20% CO<sub>2</sub> + 1ou 3% O<sub>2</sub>), com uma posterior redução significativa (50%) no período final da armazenagem. Os autores explicam que, provavelmente, este aumento foi devido ao processo de amadurecimento dos frutos armazenados naquelas condições, enquanto que a posterior diminuição foi devido ao efeito dos altos níveis de CO<sub>2</sub>, que incentivam a oxidação do ácido ascórbico para ácido dehidroascórbico. No presente trabalho, devido ao menor período de armazenagem, além dos níveis de CO<sub>2</sub> manterem-se em níveis mais baixos devido a permeabilidade das embalagens, não foi observado este efeito.

As embalagens utilizadas permitiram manter uma alta umidade relativa, reduzindo a perda de água, o que possibilitou manter os níveis de ácido

ascórbico, fato este que é demonstrado nos trabalhos de Nunes et al. (1995b, 1998).

Wright & Kader (1997) observaram um aumento (100-122 mg.100g<sup>-1</sup>) do conteúdo de vitamina C de caquis "Fuyu" armazenados por cinco dias a 5 °C em atmosfera com 12% CO<sub>2</sub>, seguido de uma posterior diminuição no conteúdo até o oitavo dia. Neste mesmo trabalho, Wright & Kader não observaram diminuição significativa no conteúdo de vitamina C de morangos "Selva" armazenados por sete dias em ar ambiente e atmosfera controlada.

Comparando-se as cultivares Verão e Camarosa em termos qualitativos, temos os seguintes resultados. Em relação a ATT ocorreu variação entre as cultivares e entre experimentos. A cultivar Verão (exp. 3) apresentou 0,8%, enquanto morangos "Camarosa" (exp. 2 e 4), mostraram níveis de 0,73 e 1,08%. Sendo assim, apenas os experimentos 2 e 3 ficaram dentro dos valores de acidez indicados por Mitcham et al. (1996), que para um paladar aceitável, deve ser de no máximo 0,8%. Os dados mostram a variação que ocorre entre regiões de cultivo, sendo que a cv. Camarosa produzida na Serra Gaúcha (exp. 2) apresentou-se menos ácida que aquela produzida na Região do Vale do Rio Caí e com valores semelhantes aos da cv. Verão.

Com relação a açúcares totais, a cv. Verão apresentou 49,80 mg.g<sup>-1</sup>, sendo, para esta variável, superior a cv. Camarosa que apresentou, respectivamente, 39,17 e 37,81mg.g<sup>-1</sup> de açúcares totais, para os experimentos 2 e 4.

A cv. Verão mostra uma tendência de menor resistência a deformação da polpa. Nos dois experimentos com a cv. Camarosa (2 e 4) não foi observada

variação na firmeza entre os diferentes tempos de armazenagem, o que ocorreu no experimento com a cv. Verão.

Com relação ao conteúdo de ácido ascórbico, a variação maior ocorreu entre os anos, sendo o conteúdo quase duas vezes maior em 2003 que em 2002. Hakala et al. (2003) analisou o conteúdo de vitamina C em cinco cultivares de morangos, por dois anos consecutivos, encontrando uma variação de 32,4 até 84,7 mg.100g<sup>-1</sup>. Estes autores também encontraram variação significativa entre os anos. O motivo desta diferença, segundo os autores, é a média das temperaturas que variou de um ano para o outro.

TABELA 8. Intensidade de deformação de polpa, acidez total titulável, açúcares totais e ácido ascórbico de morangos cultivar Camarosa, armazenados em sacos de polietileno (90 $\mu$ m) sob diferentes composições iniciais de atmosfera modificada por treze dias a 1 °C. Porto Alegre/RS, 2003.

Armazenagem (dias)	Tratamentos (O <sub>2</sub> + CO <sub>2</sub> )				Médias
	Ar ambiente	3 + 10	5 + 15	21 + 15	
<b>Deformação (mm)</b>					
0	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96 A*
6	0,81	0,93	1,10	1,12	0,99 A
13	0,96	0,94	1,17	0,93	1,00 A
<b>Médias</b>					
CV = 21,12	0,91 A	0,94 A	1,08 A	1,00 A	0,98
<b>ATT (% ácido cítrico)</b>					
0	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71 B
6	0,81	0,75	0,77	0,74	0,77 A
13	0,77	0,75	0,70	0,69	0,73 AB
<b>Médias</b>					
CV = 6,38	0,76 A	0,73 A	0,73 A	0,72 A	0,73
<b>Açúcares Totais (mg.g<sup>-1</sup>)</b>					
0	40,27	40,27	40,27	40,27	40,27 A
6	51,30	43,83	38,27	26,47	39,97 A
13	39,73	32,17	41,20	34,45	36,89 A
<b>Médias</b>					
CV = 22,44	43,77 A	38,75 A	39,91 A	33,73 A	39,17
<b>Ácido Ascórbico (mg.100g<sup>-1</sup>)</b>					
0	21,77	21,77	21,77	21,77	21,77 B
6	33,30	32,13	34,07	31,00	32,62 A
13	33,53	27,80	29,57	25,95	29,21 A
<b>Médias</b>					
CV = 12,45	29,53 A	27,23 A	28,47 A	26,24 A	27,83

\*Médias seguidas pela mesma letra, na linha ou na coluna, não diferem significativamente pelo teste de Tukey (P<0,05).



TABELA 9. Intensidade de deformação de polpa, acidez total titulável, açúcares totais e ácido ascórbico de morangos cultivar Verão, armazenados em sacos de polietileno (75µm) sob diferentes composições iniciais de atmosfera modificada por oito dias a 2±2 °C. São Sebastião do Cai/RS, 2003.

Armazenagem (dias)	Tratamentos (O <sub>2</sub> + CO <sub>2</sub> )				Médias
	Ar ambiente	3 + 10	5 + 15	21 + 15	
<b>Deformação (mm)</b>					
0	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07 B*
4	1,06	1,13	0,91	1,01	1,03 B
6	1,67	1,34	1,33	0,76	1,28 B
8	1,34	1,86	1,75	2,16	1,78 A
<b>Médias</b> CV = 26,83	1,28 A	1,35 A	1,26 A	1,25 A	1,29
<b>ATT (% ácido cítrico)</b>					
0	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87 A
4	0,85	0,87	0,88	0,84	0,86 A
6	0,77	0,77	0,75	0,76	0,76 B
8	0,75	0,81	0,71	0,68	0,72 B
<b>Médias</b> CV = 5,59	0,81 A	0,81 A	0,80 A	0,79 A	0,80
<b>Açúcares Totais (mg.g<sup>-1</sup>)</b>					
0	41,83	41,83	41,83	41,83	41,83 C
4	51,20	62,37	52,33	42,87	52,19 B
6	52,60	67,50	64,63	64,20	62,23 A
8	41,27	45,40	41,77	43,40	42,96 C
<b>Médias</b> CV = 11,81	46,72 B	54,27 A	50,14 AB	48,07 AB	49,80
<b>Ácido Ascórbico (mg.100g<sup>-1</sup>)</b>					
0	44,40	44,40	44,40	44,40	44,40 A
4	44,70	39,70	45,07	45,80	43,65 A
6	40,70	41,17	53,33	52,77	46,99 A
8	44,00	47,86	49,73	44,97	46,64 A
<b>Médias</b> CV = 15,15	43,28 A	43,28 A	48,13 A	46,98 A	45,42

\*Médias seguidas pela mesma letra, na linha ou na coluna, não diferem significativamente pelo teste de Tukey (P<0,05).

TABELA 10. Intensidade de deformação de polpa, acidez total titulável, açúcares totais e ácido ascórbico de morangos cultivar Camarosa, armazenados em sacos de polietileno (75 $\mu$ m) sob diferentes composições iniciais de atmosfera modificada por oito dias a 2 $\pm$ 2 °C. São Sebastião do Caí/RS, 2003.

Armazenagem (dias)	Tratamentos (O <sub>2</sub> + CO <sub>2</sub> )				Médias
	Ar ambiente	3 + 10	5 + 15	21 + 15	
<b>Deformação (mm)</b>					
0	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43 A*
4	1,14	1,36	1,33	1,35	1,30 A
6	1,30	1,23	1,30	1,24	1,26 A
8	1,24	1,21	1,31	1,29	1,26 A
<b>Médias</b> CV = 14,62	1,27 A	1,31 A	1,34 A	1,32 A	1,31
<b>ATT (% ácido cítrico)</b>					
0	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15 A
4	1,04	1,06	1,07	1,03	1,05 BC
6	1,06	0,94	1,04	1,08	1,03 C
8	1,14	1,08	1,06	1,10	1,10 AB
<b>Médias</b> CV = 5,27	1,10 A	1,06 A	1,08 A	1,09 A	1,08
<b>Açúcares Totais (mg.g<sup>-1</sup>)</b>					
0	37,93	37,93	37,93	37,93	37,93 A
4	38,80	37,90	33,80	31,00	35,37 A
6	38,25	36,50	36,07	37,90	37,18 A
8	35,13	41,43	44,50	42,13	40,80 A
<b>Médias</b> CV = 13,89	37,53 A	38,44 A	38,07 A	37,24 A	37,81
<b>Ácido Ascórbico (mg.100g<sup>-1</sup>)</b>					
0	55,87	55,87	55,87	55,87	55,87 A
4	50,87	52,60	46,33	42,37	48,04 A
6	51,83	49,13	41,90	37,45	45,08 A
8	47,33	50,63	44,60	55,53	49,52 A
<b>Médias</b> CV = 23,58	51,47 A	52,06 A	47,17 A	47,80 A	49,89

\*Médias seguidas pela mesma letra, na linha ou na coluna, não diferem significativamente pelo teste de Tukey (P<0,05).

### 3.4 CONCLUSÕES

No experimento 2, a modificação da atmosfera empregando embalagens de PEBD de 90 $\mu$ m de espessura, com concentrações iniciais de 3 kPa O<sub>2</sub> + 10 kPa CO<sub>2</sub>, 5 kPa O<sub>2</sub> + 15 kPa CO<sub>2</sub>, 21 kPa O<sub>2</sub> + 15 kPa CO<sub>2</sub> ou do ar ambiente (20,8 kPa O<sub>2</sub> + 0,03 kPa CO<sub>2</sub>), possibilitaram manter a qualidade de morangos 'Camarosa' por até seis dias a 1 °C.

Para o experimento 3, o uso de embalagem de PEBD com 75 $\mu$ m de espessura, com as diferentes concentrações iniciais de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub>, permitiram manter a qualidade de morangos 'Verão' por até oito dias a 2 $\pm$ 2 °C.

A utilização de embalagem de PEBD com 75 $\mu$ m de espessura, apenas insufladas com ar ambiente ou com a concentração inicial de 21 kPa O<sub>2</sub> + 15 kPa CO<sub>2</sub>, para o experimento 4, permitiram manter a qualidade de morangos 'Camarosa' por até oito dias a 2 $\pm$ 2 °C.

## **CAPÍTULO IV**

### **4.1 CONCLUSÕES GERAIS**

Morangos 'Verão' e 'Oso Grande' não reduzem significativamente sua qualidade com atraso de até 4 horas entre a colheita e armazenamento refrigerado. A qualidade é mantida após um período de armazenagem de cinco e sete dias a  $2\pm 2$  °C, respectivamente, para as cultivares Verão e Oso Grande.

O uso de atmosfera modificada empregando sacos de PEBD de 75 ou 90 $\mu$ m de espessura, contendo apenas ar ambiente, é suficiente para manter a qualidade de morangos 'Verão' e 'Camarosa' por até 8 dias de armazenagem a  $2\pm 2$  °C.

Novas pesquisas, utilizando-se embalagens de 75 ou 90  $\mu$ m de espessura, devem ser feitas para a cultivar Camarosa, testando-se períodos maiores que oito e menores que treze dias, pois esta cultivar apresenta potencial para um período de conservação maior que oito dias.

Estudos testando diferentes concentrações iniciais de O<sub>2</sub> são recomendados com o objetivo de definir uma concentração mínima, onde não ocorra a formação de odores estranhos, ocasionados pela respiração anaeróbica, pois a mesma aparenta ser sensível ao armazenamento prolongado com baixos níveis de O<sub>2</sub>.

## REFERÊNCIAS

AGAR, I.T.; STREIF, J.; BANGERTH, F. Effect of high CO<sub>2</sub> and controlled atmosphere (CA) on the ascorbic and dehydroascorbic acid content of some berry fruits. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.11, p.47-55, 1997.

ANUÁRIO DA AGRICULTURA BRASILEIRA: AGRIANUAL 2002. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2001. p.438-440.

BERNALTE, M.J. et al. Influence of storage delay on quality of "Van" sweet cherry. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.28, p.303-312, 2003.

BRACKMANN, A.; HUNSCHE, M.; BALEM, T.A. Efeito de filmes de PVC esticável e polietileno no acúmulo de CO<sub>2</sub> e na manutenção pós-colheita de morangos cv. Tangi. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.5, n.2, p.89-92, 1999.

CALEGARO, J.M. **Efeito do retardamento para a refrigeração e do uso de atmosfera modificada sobre a qualidade de morangos**. 2001. 54f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

CALEGARO, J.M.; PEZZI, E.; BENDER, R.J. Utilização de atmosfera modificada na conservação de morangos em pós-colheita. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.8, p.1049-1055, 2002.

CARDELLO, H.M.A.B.; CARDELLO, L. Teor de vitamina C, atividade de ascorbato oxidase e perfil sensorial de manga (*Mangifera indica* L.) var. Haden, durante o amadurecimento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.18, n.2, p.211-217, 1998.

CORDENUNSI, B.R.; NASCIMENTO, J.R.O.; LAJOLO, F.M. Physico-chemical changes related to quality of five strawberry fruit cultivars during cool-storage. **Food Chemistry**, Amsterdam, v.83, p.167-173, 2003.

CORTEZ, L.A.B. et al. Importância do resfriamento para frutas e hortaliças no Brasil. In: CORTEZ, L.A.B. et al. **Resfriamento de frutas e hortaliças**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002a. p.17-35.

CORTEZ, L.A.B. et al. Resfriamento rápido a ar: métodos da câmara-frigorífica e do ar forçado. In: CORTEZ, L.A.B. et al. **Resfriamento de frutas e hortaliças**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002b. p.231-272.

DUBOIS, M. et al. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical Biochemistry**: methods in the biological sciences, Orlando, v.28, p.350-356, 1956.

FONSECA, S.C.; OLIVEIRA, F.A.R.; BRECHT, J.K. Modelling respiration of fresh fruits and vegetables for modified atmosphere packages: a review. **Journal of Food Engineering**, Oxford, v.52, p.99-119, 2002.

GARCÍA, J.M.; MEDINA, R.J.; OLÍAS, J.M. Quality of strawberries automatically packed in different plastic films. **Journal of Food Science**, Chicago, v.63, n.6, p.1037-1041, 1998.

GAYET, J.P.; CORTEZ, L.A.B.; MORETTI, C.L. O marketing do frio para frutas e hortaliças. In: CORTEZ, L.A.B. et al. **Resfriamento de frutas e hortaliças**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. p.49-58.

GORRIS, L.; TAUSCHER, B. Quality and safety aspects of novel minimal processing technology. In: OLIVEIRA, F.A.R.; OLIVEIRA J.C. (Ed.) **Processing of foods**: Quality optimization and process assessment. Boca Raton: CRC Press, 1999. p.325-339.

GULL, D.D. A simplified firmness tester for horticultural products. **HortScience**, Alexandria, v.22, n.5, p.1146, 1987.

HAKALA, M. et. al. Effects of varieties and cultivation conditions on the composition of strawberries. **Journal of Food Composition and Analysis**, Amsterdam, v.16, p.67-80, 2003.

HAMSON, A.R. Measuring firmness of tomatoes in a breeding program. **Proceeding of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.60, p.425-433, 1952.

HERTOG, M.L.A.T.M. et al. Predicting keeping quality of strawberries (cv. "Elsanta") packed under modified atmospheres: an integrated model approach. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.15, p.1-12, 1999.

HERTOG, M.L.A.T.M.; NICHOLSON, S.E.; BANKS, N.H. The effect of modified atmospheres on the rate of firmness change in "Braeburn" apples. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.23, p.175-184, 2001.

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**, Amsterdam, v.17, p.19-32, 1999.

HUI, C.K.P. et al. Transporte frigorífico de frutas e hortaliças. In: CORTEZ, L.A.B. et al. **Resfriamento de frutas e hortaliças**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. p.191-230.

JOÃO, P.L. et al. **Levantamento da fruticultura comercial do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EMATER/RS - ASCAR, 2002. 80p.

KADER, A.A. Postharvest biology and technology: an overview. In: KADER, A.A. (Ed.) **Postharvest Technology of Horticultural Crops**. Oakland: University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, 1992. p.15-20. (Publication 3311)

KADER, A.A. Regulation of fruit physiology by controlled/modified atmospheres. **Acta Horticulturae**, Leuven, v.398, p.59-70, 1995.

KADER, A.A.; WATKINS, C.B. Modified atmosphere packaging - toward 2000 and beyond. **HortTechnology**, Amsterdam, v.10, n.3, p.483-486, 2000.

KANELIS, A.K. et al. Biochemical and molecular aspects of low oxygen action on fruit ripening. In: PECH, J.C.; LATCHÉ, A., BALAGUÉ, C. (Ed.) **Proceedings of the International Symposium on Cellular and Molecular Aspects of Biosynthesis and Action of Plant Hormone Ethylene**. Agen, France: Kluwer, 1993. p.117-122.

KÖPPEN, W. **Climatología**: con un estudio de los climas de la tierra. Mexico: Fondo de Cultura Económica, 1948. 478p.

LARSEN, M.; WATKINS, C.B. Firmness and concentrations of acetaldehyde, ethyl acetate and ethanol in strawberries stored in controlled and modified atmospheres. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.5, p.39-50, 1995.

LEE, S.K.; KADER, A.A. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.20, p.207-220, 2000.

MANNING, K. Soft fruits. In: SEYMOUR, G.B.; TAYLOR, J.E.; TUCKER, G.A. (Eds) **Biochemistry of fruit ripening**. London: Chapman & Hall, 1993. p.347-377.

MITCHAM, E.J.; CRISOSTO, C.H.; KADER, A.A. Produce facts. Strawberry. Recommendations for maintaining postharvest quality. **Perishables Handling Newslett**, Davis, v.87, p.21-22, 1996.

- MITCHELL, F.G. Postharvest handling systems: small fruits. In: KADER, A.A. (Ed.) **Postharvest Technology of Horticultural Crops**. Oakland: University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, 1992. p.223-231. (Publication 3311)
- MONTERO, T.M. et al. Quality attributes of strawberry during ripening. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.65, p.239-250, 1996.
- NUNES, M.C.N. et al. Physical and chemical quality characteristics of strawberries after storage are reduced by a short delay to cooling. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.6, p.17-28, 1995a.
- NUNES, M.C.N. et al. Effects of delays to cooling and wrapping on strawberry quality (cv. Sweet Charlie). **Food Control**, Oxford, v.6, p.323-328, 1995b.
- NUNES, M.C.N. et al. Controlling temperature and water loss to maintain ascorbic acid levels in strawberries during postharvest handling. **Journal of Food Science**, Chicago, v.63, n.3, p.1033-1036, 1998.
- PELAYO, C.; EBELER, S.E.; KADER, A. A. Postharvest life and flavor quality of three strawberry cultivars kept at 5 °C in air or air+20kPa CO<sub>2</sub>. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.27, p.171-183, 2003.
- SAS Institute. **System for Information**. Versão 8.2. Cary, 2001. 4 CD's.
- SATO, G.S.; ASSUMPÇÃO, R. Pólos de produção de morango. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.32, n.11, p.41-49, 2002.
- SEYMOUR, G.B.; TAYLOR, J.E.; TUCKER, G.A. **Biochemistry of fruit ripening**. London: Chapman & Hall, 1993. p.53-81.
- SOUZA, A.L.B. et al. Post-harvest application of CaCl<sub>2</sub> in strawberry fruits (*Fragaria x ananassa* Dutch. cv. Sequóia): evaluation of fruit quality and post-harvest life. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.23, n.4, p.841-848, 1999.
- TEREDA, M. et. al. Differential rapid analysis of ascorbic acid and ascorbic acid 2-sulfate by dinitrophenylhydrazine method. **Analytical Biochemistry: methods in the biological sciences**, Orlando, v.84, p.604-608, 1978.
- THOMPSON, J. et al. Effect of cooling delays on fruit and vegetable quality. **Perishables Handling Newslett**, Davis, n.105, p.1-4, 2001.
- TISKJENS, L.M.M.; POLDERDIJK, J.J. A generic model for keeping quality of vegetable produce during storage and distribution. **Agricultural Systems**, Amsterdam, v.51, p.431-452, 1996.



WATKINS, C.B. et al. Cultivar variation in response of strawberry fruit of high carbon dioxide treatments. **Journal of Food Science**, Chicago, v.79, p.886-890, 1999.

WRIGHT, K.P.; KADER, A.A. Effect of slicing and controlled-atmosphere storage on the ascorbate content and quality of strawberries and persimmons. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.10, p.39-48, 1997.

## APÊNDICES

### Análises estatísticas

1. Resumo da análise de variância para a variável perda de massa na cultivar Verão, com atraso de uma e quatro horas para o resfriamento, armazenada por até sete dias a  $2\pm 2$  °C. São Sebastião do Cai/RS, 2003.

<b>Causas da variação</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>
Atraso	1	0,00254423 ns
Época	1	1,43654423 *
Atraso x época	1	0,07366731 ns
Resíduo	11	0,08577955

(\*) significativo; (ns) não significativo ( $P < 0,05$ )

2. Resumo da análise de variância para a variável deformação de polpa na cultivar Verão, com atraso de uma e quatro horas para o resfriamento, armazenada por até sete dias a  $2\pm 2$  °C. São Sebastião do Cai/RS, 2003.

<b>Causas da variação</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>
Atraso	1	0,00223141 ns
Época	1	0,01461603 ns
Atraso x época	1	0,02853910 ns
Resíduo	11	0,02600379

(\*) significativo; (ns) não significativo ( $P < 0,05$ )

3. Resumo da análise de variância para a variável acidez total titulável na cultivar Verão, com atraso de uma e quatro horas para o resfriamento, armazenada por até sete dias a  $2\pm 2$  °C. São Sebastião do Cai/RS, 2003.

<b>Causas da variação</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>
Atraso	1	0,00044583 ns
Época	1	0,01442376 *
Atraso x época	1	0,00353526 ns
Resíduo	11	0,00081197

(\*) significativo; (ns) não significativo ( $P < 0,05$ )

4. Resumo da análise de variância para a variável açúcares totais na cultivar Verão, com atraso de uma e quatro horas para o resfriamento, armazenada por até sete dias a  $2\pm 2$  °C. São Sebastião do Caí/RS, 2003.

<b>Causas da variação</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>
Atraso	1	457,3231410 *
Época	1	297,1416026 *
Atraso x época	1	40,9231410 ns
Resíduo	11	39,460833

(\*) significativo; (ns) não significativo ( $P < 0,05$ )

5. Resumo da análise de variância para a variável ácido ascórbico na cultivar Verão, com atraso de uma e quatro horas para o resfriamento, armazenada por até sete dias a  $2\pm 2$  °C. São Sebastião do Caí/RS, 2003.

<b>Causas da variação</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>
Atraso	1	9,8000641 ns
Época	1	198,3385256 ns
Atraso x época	1	180,7077564 ns
Resíduo	11	94,484924

(\*) significativo; (ns) não significativo ( $P < 0,05$ )

6. Resumo da análise de variância para a variável perda de massa na cultivar Oso Grande, com atraso de uma e quatro horas para o resfriamento, armazenada por até sete dias a  $2\pm 2$  °C. São Sebastião do Caí/RS, 2003.

<b>Causas da variação</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>
Atraso	1	0,02102500 ns
Época	1	0,06250000 ns
Atraso x época	1	0,03422500 ns
Resíduo	12	0,01747083

(\*) significativo; (ns) não significativo ( $P < 0,05$ )

7. Resumo da análise de variância para a variável deformação de polpa na cultivar Oso Grande, com atraso de uma e quatro horas para o resfriamento, armazenada por até sete dias a  $2\pm 2$  °C. São Sebastião do Caí/RS, 2003.

<b>Causas da variação</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>
Atraso	1	0,50765625 *
Época	1	0,56625625 *
Atraso x época	1	0,01050625 ns
Resíduo	12	0,02786042

(\*) significativo; (ns) não significativo ( $P < 0,05$ )

8. Resumo da análise de variância para a variável acidez total titulável na cultivar Oso Grande, com atraso de uma e quatro horas para o resfriamento, armazenada por até sete dias a  $2\pm 2$  °C. São Sebastião do Caí/RS, 2003.

<b>Causas da variação</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>
Atraso	1	0,00167314 ns
Época	1	0,00242407 ns
Atraso x época	1	0,00327407 ns
Resíduo	12	0,00322543

(\*) significativo; (ns) não significativo ( $P < 0,05$ )

9. Resumo da análise de variância para a variável açúcares totais na cultivar Oso Grande, com atraso de uma e quatro horas para o resfriamento, armazenada por até sete dias a  $2\pm 2$  °C. São Sebastião do Caí/RS, 2003.

<b>Causas da variação</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>
Atraso	1	1,2656250 ns
Época	1	258,4056250 *
Atraso x época	1	17,0156250 ns
Resíduo	12	38,2052083

(\*) significativo; (ns) não significativo ( $P < 0,05$ )

10. Resumo da análise de variância para a variável perda de massa na cultivar Oso Grande, com atraso de uma e quatro horas para o resfriamento, armazenada por até sete dias a  $2\pm 2$  °C. São Sebastião do Caí/RS, 2003.

<b>Causas da variação</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>
Atraso	1	0,14062500 ns
Época	1	4,51562500 ns
Atraso x época	1	19,14062500 ns
Resíduo	12	245,817292

(\*) significativo; (ns) não significativo ( $P < 0,05$ )

11. Resumo da análise de variância para a variável intensidade de deformação de polpa de morangos cultivar Camarosa, armazenados em sacos de polietileno (90 $\mu$ m) sob diferentes composições iniciais de atmosfera modificada por treze dias à 1 °C. Porto Alegre/RS, 2003.

<b>Causas da variação</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>
Atmosfera	3	0,04709642 ns
Época	2	0,00498397 ns
Atmosfera x época	6	0,028443369 ns
Resíduo	24	0,04328313

(\*) significativo; (ns) não significativo ( $P < 0,05$ )

12. Resumo da análise de variância para a variável acidez total titulável de morangos cultivar Camarosa, armazenados em sacos de polietileno (90 $\mu$ m) sob diferentes composições iniciais de atmosfera modificada por treze dias à 1 °C. Porto Alegre/RS, 2003.

<b>Causas da variação</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>
Atmosfera	3	0,00418619 ns
Época	2	0,01143161 *
Atmosfera x época	6	0,00160498 ns
Resíduo	24	0,00219989

(\*) significativo; (ns) não significativo (P<0,05)

13. Resumo da análise de variância para a variável açúcares totais de morangos cultivar Camarosa, armazenados em sacos de polietileno (90 $\mu$ m) sob diferentes composições iniciais de atmosfera modificada por treze dias à 1 °C. Porto Alegre/RS, 2003.

<b>Causas da variação</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>
Atmosfera	3	141,6590741 ns
Época	2	38,7716026 ns
Atmosfera x época	6	112,9754630 ns
Resíduo	23	77,281087

(\*) significativo; (ns) não significativo (P<0,05)

14. Resumo da análise de variância para a variável ácido ascórbico de morangos cultivar Camarosa, armazenados em sacos de polietileno (90 $\mu$ m) sob diferentes composições iniciais de atmosfera modificada por treze dias à 1 °C. Porto Alegre/RS, 2003.

<b>Causas da variação</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>
Atmosfera	3	16,4422778 ns
Época	2	352,6945667 *
Atmosfera x época	6	8,6037570 ns
Resíduo	22	12,009924

(\*) significativo; (ns) não significativo (P<0,05)

15. Resumo da análise de variância para a variável intensidade de deformação de polpa de morangos cultivar Verão, armazenados em sacos de polietileno (75 $\mu$ m) sob diferentes composições iniciais de atmosfera modificada por oito dias à 2 $\pm$ 2 °C. São Sebastião do Cai/RS, 2003.

<b>Causas da variação</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>
Atmosfera	3	0,02347564 ns
Época	3	1,43289786 *
Atmosfera x época	9	0,26144564 ns
Resíduo	32	0,07934758

(\*) significativo; (ns) não significativo (P<0,05)

16. Resumo da análise de variância para a variável acidez total titulável de morangos cultivar Verão, armazenados em sacos de polietileno (75 $\mu$ m) sob diferentes composições iniciais de atmosfera modificada por oito dias à 2 $\pm$ 2 °C. São Sebastião do Cai/RS, 2003.

<b>Causas da variação</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>
Atmosfera	3	0,00126101 ns
Época	3	0,07004929 *
Atmosfera x época	9	0,00095701 ns
Resíduo	32	0,00232084

(\*) significativo; (ns) não significativo (P<0,05)

17. Resumo da análise de variância para a variável açúcares totais de morangos cultivar Verão, armazenados em sacos de polietileno (75 $\mu$ m) sob diferentes composições iniciais de atmosfera modificada por oito dias à 2 $\pm$ 2 °C. São Sebastião do Cai/RS, 2003.

<b>Causas da variação</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>
Atmosfera	3	130,294167 ns
Época	3	1082,335833 *
Atmosfera x época	9	67,266944 ns
Resíduo	32	34,615208

(\*) significativo; (ns) não significativo (P<0,05)

18. Resumo da análise de variância para a variável ácido ascórbico de morangos cultivar Verão, armazenados em sacos de polietileno (75 $\mu$ m) sob diferentes composições iniciais de atmosfera modificada por oito dias à 2 $\pm$ 2 °C. São Sebastião do Caí/RS, 2003.

<b>Causas da variação</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>
Atmosfera	3	75,7475000 ns
Época	3	32,5436111 ns
Atmosfera x época	9	38,1858333 ns
Resíduo	32	49,936667

(\*) significativo; (ns) não significativo (P<0,05)

19. Resumo da análise de variância para a variável intensidade de deformação de polpa de morangos cultivar Camarosa, armazenados em sacos de polietileno (75 $\mu$ m) sob diferentes composições iniciais de atmosfera modificada por oito dias à 2 $\pm$ 2 °C. São Sebastião do Caí/RS, 2003.

<b>Causas da variação</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>
Atmosfera	3	0,00887222 ns
Época	3	0,07670556 ns
Atmosfera x época	9	0,01103333 ns
Resíduo	32	0,03680208

(\*) significativo; (ns) não significativo (P<0,05)

20. Resumo da análise de variância para a variável acidez total titulável de morangos cultivar Camarosa, armazenados em sacos de polietileno (75 $\mu$ m) sob diferentes composições iniciais de atmosfera modificada por oito dias à 2 $\pm$ 2 °C. São Sebastião do Caí/RS, 2003.

<b>Causas da variação</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>
Atmosfera	3	0,00432279 ns
Época	3	0,03480698 *
Atmosfera x época	9	0,00438895 ns
Resíduo	32	0,00326183

(\*) significativo; (ns) não significativo (P<0,05)

21. Resumo da análise de variância para a variável açúcares totais de morangos cultivar Camarosa, armazenados em sacos de polietileno (75µm) sob diferentes composições iniciais de atmosfera modificada por oito dias à 2±2 °C. São Sebastião do Caí/RS, 2003.

<b>Causas da variação</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>
Atmosfera	3	3,4429683 ns
Época	3	60,9388571 ns
Atmosfera x época	9	28,9550045 ns
Resíduo	32	27,607688

(\*) significativo; (ns) não significativo (P<0,05)

22. Resumo da análise de variância para a variável ácido ascórbico de morangos cultivar Camarosa, armazenados em sacos de polietileno (75µm) sob diferentes composições iniciais de atmosfera modificada por oito dias à 2±2 °C. São Sebastião do Caí/RS, 2003.

<b>Causas da variação</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>
Atmosfera	3	73,1251905 ns
Época	3	239,0999683 ns
Atmosfera x época	9	57,6131527 ns
Resíduo	32	138,335645

(\*) significativo; (ns) não significativo (P<0,05)



## **VITA**

Michel Elias Casali, filho de Marino João Casali e Líbera Macagnan Casali, nasceu em 01 de agosto de 1977, no município de Antônio Prado, Rio Grande do Sul.

Cursou o ensino fundamental na Escola Estadual de 1º e 2º Graus Professor Ulisses Cabral, entre os anos de 1984 e 1991.

Foi aluno da Escola Agrotécnica Federal de Sertão - RS, onde formou-se Técnico em Agropecuária em abril de 1995.

Em março de 1996 iniciou o Curso de Agronomia na Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Foi bolsista de iniciação científica de 1997 até o final do curso. Realizou estágios na Braspomi - Fruticultura e Frigorificação em São Francisco de Paula, RS, no escritório municipal da Emater em Antônio Prado, RS e na Embrapa - Centro Nacional de Pesquisa em Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE. Colou grau de Engenheiro Agrônomo em 29 de julho de 2001.

Em março de 2002 ingressou no Curso de Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Área de Concentração Horticultura, na Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.