

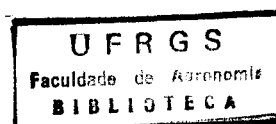
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE AGRONOMIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA

RETARDAMENTO DO RESFRIAMENTO E USO DE ATMOSFERA  
MODIFICADA SOBRE A QUALIDADE DE MORANGOS

Júlio Marques Calegari  
Engenheiro Agrônomo (UFRGS)

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

Porto Alegre (RS), Brasil.  
Abril de 2001.



JULIO MARQUES CALEGARO  
Engenheiro Agrônomo - UFRGS

## DISSERTAÇÃO

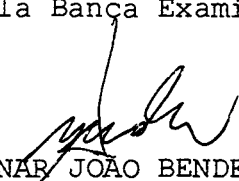
Submetida como parte dos requisitos  
para obtenção do Grau de

### MESTRE EM FITOTECNIA

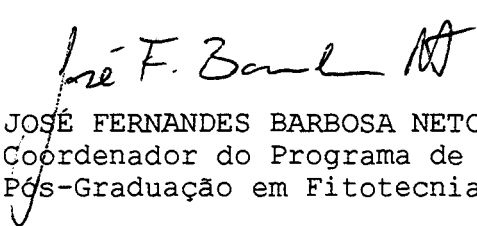
Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia  
Faculdade de Agronomia  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Porto Alegre (RS), Brasil

Aprovado em: 06.04.2001  
Pela Banca Examinadora

Homologado em: 21.05.2001  
Por



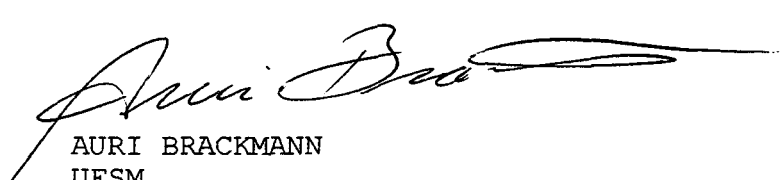
RENAR JOÃO BENDER  
Orientador-PPG Fitotecnia




JOSÉ FERNANDES BARBOSA NETO  
Coordenador do Programa de  
Pós-Graduação em Fitotecnia



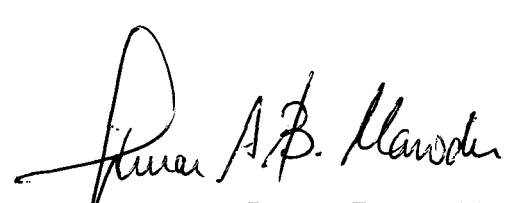
INGRID BERGMAN INCHAUSTI DE BARROS  
PPG Fitotecnia



AURI BRACKMANN  
UFESM



CESAR VALMOR ROMBALDI  
UFPEL



GILMAR ARDUINO BETTIO MARODIN  
Diretor da Faculdade de  
Agronomia

## AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida, inspiração e proteção.

A minha preciosa Família pelo incentivo, apoio, amor e compreensão, durante a realização do mestrado, bem como, durante toda a minha vida...

Ao Professor Dr. Renar João Bender pela orientação, amizade e confiança.

Aos funcionários da Secretaria do Departamento de Horticultura e Silvicultura (DHS), Cleusa e Detamar, pela solicitude e paciência.

Ao Engenheiro Agrônomo e funcionário da UFRGS, Ernani Pezzi, o meu sincero reconhecimento pela sua prestimosa assistência na execução dos experimentos e na realização das análises de laboratório, e também, pelas "ídas e vindas" a Bom Princípio, São Sebastião do Caí e Farroupilha.

Aos Professores do DHS pelo aprendizado, amizade e solicitude.

Aos colegas de mestrado e doutorado do DHS pela amizade e convivência benéfica.

Aos bolsistas de iniciação científica Leonardo e Michel pela amizade e auxílio na realização das análises de laboratório.

Aos produtores de morangos dos municípios de Bom Princípio e São Sebastião do Caí e Farroupilha, em especial ao produtor Nestor Dresh pelo fornecimento da estrutura para realização de parte do experimentos durante o mestrado.

Ao CNPq, pela imprescindível bolsa de mestrado durante os últimos 12 meses de realização do mestrado.

A todos, o meu MUITO OBRIGADO!!!!!!!!!!

# RETARDAMENTO DO RESFRIAMENTO E USO DE ATMOSFERA MODIFICADA SOBRE A QUALIDADE DE MORANGOS<sup>1</sup>

Autor: Júlio Marques Calegari  
Orientador: Renar João Bender

## RESUMO

Uma das grandes dificuldades encontradas na produção de morangos é a conservação dos frutos após a colheita, pois trata-se de um produto extremamente perecível. Uma rápida remoção do campo e um rápido resfriamento dos frutos pode minimizar o problema de conservação. No entanto, tem-se observado que nas regiões produtoras do Rio Grande do Sul os morangos passam por longos períodos expostos à temperatura ambiente, em função do tempo relativamente extenso entre as operações de colheita, transporte e embalagem, o que agrava ainda mais o problema de perecibilidade. Tendo em vista estes aspectos, os objetivos do presente trabalho foram: avaliar os efeitos da demora para o resfriamento de morangos, após a colheita, sobre a qualidade após a 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 os tratamentos foram combinações de horário de colheita x intervalo colheita-armazenagem x tempo de armazenagem. No segundo estudo os tratamentos foram concentrações de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> x tempo de armazenagem. Os resultados do primeiro estudo mostraram que o armazenamento de morangos 'Camarosa' a 4°C por até 7 dias, permite manter, no mínimo, 90% dos frutos em condições aceitáveis de comercialização. Os frutos colhidos nas primeiras horas da manhã apresentam, em média, maiores teores de vitamina C e de ácidos orgânicos, do que aqueles colhidos após o horário das 10 horas da manhã. O retardamento de até 4 horas para o armazenamento refrigerado não afeta a qualidade dos frutos. Os resultados do segundo estudo mostraram que os frutos da cultivar 'Oso Grande' mantidos em AM com concentrações iniciais de 3kPa O<sub>2</sub> + 10kPa CO<sub>2</sub>, 5kPa O<sub>2</sub> + 15kPa CO<sub>2</sub> ou do ar ambiente, apresentaram um bom potencial para o armazenamento a 0°C por até 7 dias. Os benefícios encontrados com o uso destas atmosferas foram a manutenção da firmeza de polpa, da coloração dos frutos, retardamento da senescência, além de aparência aceitável para a comercialização.

---

<sup>1</sup> Dissertação de Mestrado em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. (54p.) Abril, 2001.

# DELAYED COOLING AND CONTROLLED ATMOSPHERE STORAGE ON POSTHARVEST QUALITY OF STRAWBERRIES<sup>1</sup>.

Author: Júlio Marques Calegari

Adviser: Renar João Bender

## SUMMARY

Strawberries are very perishable with a short shelf life after harvest. Rapid removal of field heat is crucial to maintain postharvest quality of the berries. Under actual handling procedures of strawberries in the growing areas of Rio Grande do Sul, the berries undergo long exposure times to elevated temperatures. The present work intended to evaluate the effects of delayed cooling, up to 4 hours after harvest, on fruit quality after storage periods of 7 or 14 days at 4°C. A second study was conducted to evaluate modified atmosphere (MA) storage on berry quality also after 7 or 14 days at 0°C. Cv. Camarosa strawberries picked in the early hours of the day had higher organic acids, vitamin C contents and were acceptable for commercialization after 7 days of storage in comparison to strawberries picked late in the morning when berry temperatures reached 36°C. After refrigerated storage, there were no differences on fruit quality of strawberries cooled shortly after harvest or delayed cooling. 'Oso Grande' strawberries stored in MA with initial concentrations of 3kPa O<sub>2</sub> and 10kPa CO<sub>2</sub>, 5kPa O<sub>2</sub> and 15kPa CO<sub>2</sub> or ambient air were of acceptable quality after 7 days of storage. The use of MA resulted in less susceptibility to deformation, good fruit color and adequate overall appearance.

---

<sup>1</sup> Master of Science dissertation in Agronomy, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. (54p.) April, 2001.

## SUMÁRIO

	pág.
CAPÍTULO I .....	1
INTRODUÇÃO GERAL .....	1
CAPÍTULO II .....	5
AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE MORANGOS 'CAMAROSA' EM RELAÇÃO À DEMORA PARA O ARMAZENAMENTO REFRIGERADO .....	5
2.1. INTRODUÇÃO .....	5
2.2. MATERIAL E MÉTODOS .....	6
2.2.1. Avaliação subjetiva .....	8
2.2.2. Análise física .....	8
2.2.3. Análise química .....	9
2.2.4. Análise estatística .....	10
2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	10
2.3.1. Avaliação subjetiva .....	10
2.3.2. Análise física .....	11
2.3.3. Análise química .....	12
2.4. CONCLUSÃO .....	17
CAPÍTULO III .....	18
UTILIZAÇÃO DE ATMOSFERA MODIFICADA NA CONSERVAÇÃO DE MORANGOS 'OSO GRANDE' EM PÓS-COLHEITA .....	18
3.1. INTRODUÇÃO .....	18
3.2. MATERIAL E MÉTODOS .....	20
3.2.1. Avaliação subjetiva .....	22
3.2.2. Análise física .....	22
3.2.3. Análise química .....	23
3.2.4. Amostragem inicial .....	24
3.2.5. Delineamento experimental e análise estatística .....	25
3.3. RESULTADOS e DISCUSSÃO .....	26
3.3.1. Avaliação subjetiva .....	26
3.3.2. Análise física .....	29
3.3.3. Análise química .....	34
3.4. CONCLUSÃO .....	40
CAPÍTULO IV .....	42
4.1. CONCLUSÕES GERAIS .....	42
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	43
APÊNDICE A .....	46
APÊNDICE B .....	53
VITA .....	54

## RELAÇÃO DE TABELAS

pág.

TABELA 1. Definição dos tratamentos de dois experimentos com morangos 'Camarosa' em função dos fatores: horário de colheita x intervalo colheita-armazenagem x tempo de armazenagem. São Sebastião do Cai/RS, 1999.....	8
TABELA 2. Acidez total titulável de morangos 'Camarosa' colhidos em dois horários da manhã e mantidos por até 4 horas em temperatura ambiente (20-26°C), seguido do armazenamento a 4°C, durante 7 e 14 dias. Valores expressos em % de ácido cítrico. São Sebastião do Cai/RS, 1999.....	13
TABELA 3. Valores médios das variáveis, intensidade de deformação de polpa, acidez total titulável, açúcares totais, vitamina C, intensidade da cor da epiderme e ângulo de intensidade da cor da epiderme, de morangos 'Oso Grande', amostrados no dia da instalação do experimento 1 (16/02/00) e no dia da instalação do experimento 2 (23/01/01). Porto Alegre, 2001.....	25
TABELA 4. Intensidade de deformação de polpa de morangos 'Oso Grande' armazenados em diferentes composições iniciais de atmosferas, durante 7 e 14 dias a 1°C (Experimento 1). Valores expressos em mm de deformação de polpa. Porto Alegre/RS, 2000.....	31
TABELA 5. Acidez total titulável de morangos 'Oso Grande' armazenados em diferentes composições iniciais de atmosferas, durante 7 e 14 dias a 1°C (Experimento 1). Valores expressos em percentagem de ácido cítrico. Porto Alegre/RS, 2000.....	34
TABELA 6. Teores de açúcares totais de morangos 'Oso Grande' armazenados em diferentes composições de atmosfera e tempos de armazenagem a 1°C (Experimento 1). Valores expressos em mg de açúcares por grama de amostra. Porto Alegre/RS, 2000.....	36
TABELA 7. Teores de açúcares totais de morangos 'Oso Grande' mantidos em diferentes composições iniciais de atmosferas e tempos de armazenagem refrigerada a 0°C (Experimento 2). Porto Alegre/RS, 2001.....	37
TABELA 8. Teores de ácido ascórbico de morangos 'Oso Grande' armazenados em diferentes composições de atmosfera e tempos de armazenagem a 1°C (Experimento 1). Valores expressos em mg por 100g de amostra. Porto Alegre/RS, 2000.....	39
TABELA 9. Teores de ácido ascórbico de morangos 'Oso Grande' mantidos em diferentes composições iniciais de atmosferas e tempos de armazenagem a 0°C (Experimento 2). Valores expressos em mg por 100g de amostra. Porto Alegre/RS, 2001.....	39

## RELAÇÃO DE FIGURAS

	pág.
FIGURA 1. Teores de ácido ascórbico de morangos 'Camarosa' colhidos às 8h30min e às 11h30min e armazenados por 7 e 14 dias a 4°C (Experimento 2). São Sebastião do Caí, 1999. ....	16
FIGURA 2. Perda de peso de morangos 'Oso Grande' mantidos em diferentes composições iniciais de atmosferas e tempos de armazenagem a 1°C (Experimento 1). Porto Alegre, 2000. ....	29
FIGURA 3. Intensidade de deformação de polpa de morangos 'Oso Grande', embalados em sacos de polietileno de 90µm de espessura e mantidos em diferentes composições iniciais de atmosfera e tempos de armazenagem a 0°C (Experimento 2). Porto Alegre, 2001. ....	32



## CAPÍTULO I

### INTRODUÇÃO GERAL

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. O morango é rico em vitaminas, especialmente ácido ascórbico, um importante anti-oxidante, que previne o ataque de radicais livres, que são potencialmente nocivos, e aos quais se atribuem responsabilidade nos processos de envelhecimento, formação de tumores e arteriosclerose (Mota, 2001). A necessidade diária na dieta humana, de aproximadamente 60mg de ácido ascórbico, pode ser suprida com a ingestão de apenas 100g de morangos, ou seja, cerca de 5 a 7 frutos de 15 a 20g (Food and Nutrition Board, 1989, citado por Nunes et al.,1998).

Embora seja uma fruta bastante conhecida e apreciada pelos brasileiros, a área explorada com morangos no Brasil é pequena, não chegando a 1000ha. A produção nacional, estimada em 40.000 toneladas anuais, visa atender basicamente o mercado interno, tanto para consumo *in natura*, como para indústria (Groppo & Tessarioli Neto, 1991; Groppo et al., 1997, citados por Resende et al., 1999). Os três maiores produtores nacionais de morangos são os Estados do Rio Grande do Sul, Minas Gerais e São Paulo. No Rio Grande do Sul a produção total ultrapassa as 10.000 toneladas, sendo que deste total, 45% é comercializado na Ceasa/RS, 20% no varejo, 10% ao consumidor e 25% é exportado para outros Estados (Santos, 1999). Três regiões gaúchas se destacam na produção: a região do Vale do Rio Caí, onde são produzidos mais de 5.000 toneladas por

ano; a região da Serra Gaúcha, em que a cultura vem se destacando, justamente porque o período de produção não coincide com o período de maior produção do Vale do Rio Cai, em função das temperaturas médias mais baixas, e a região de Pelotas, na qual a produção se destina principalmente para a indústria. Além dessas regiões tradicionais, há também produção expressiva em alguns municípios da Depressão Central, principalmente nos municípios de Cruzeiro do Sul, Lajeado, Restinga Seca, Santa Cruz do Sul e Venâncio Aires, visando abastecer, basicamente, o mercado dessa região.

Em muitos municípios gaúchos, a cultura do morangueiro desempenha um importante papel na economia. Santos (1999) relata que somente nas duas maiores regiões produtoras (Serra Gaúcha e Vale do Rio Cai) a movimentação financeira foi de mais de 8 milhões de reais no ano de 1998. Além do aspecto financeiro, a cultura do morangueiro é também grande empregadora de mão-de-obra e, segundo informações da Emater/RS, estima-se que mais de 1400 famílias estejam envolvidas direta e indiretamente com a cultura.

Uma das grandes dificuldades encontradas na produção de morangos é a conservação após a colheita, pois trata-se de um produto extremamente perecível podendo atingir perdas totais em apenas 48 horas depois de colhido, se cuidados especiais não forem tomados. Certas práticas adotadas na colheita como compressão dos frutos, manipulação excessiva, mistura de frutos sadios com aqueles infectados por fungos, além da exposição prolongada de morangos recém colhidos, ao sol, ou mesmo, submetidos a altas temperaturas, à sombra, agravam ainda mais o problema de perecibilidade. A sua rápida deterioração acarreta uma série de inconvenientes, tanto para o produtor, como para o comerciante, já que o produto tem de ser vendido o mais rápido possível, a fim de evitar perdas e custos adicionais. Deste modo, a busca de alternativas para ampliar o tempo de

conservação e manter a qualidade dos frutos tem sido uma das preocupações no mundo todo.

Embora não seja uma prática comum entre os produtores de morangos do RS, devido ao elevado custo inicial, a armazenagem em câmara frigorífica, tem minimizado o problema de conservação deste fruto. Baixas temperaturas de armazenagem auxiliam na redução das perdas pós-colheita, além de permitir ao produtor ampliar o período de comercialização, já que os frutos se conservam por mais tempo. Entretanto, mesmo sob temperaturas apropriadas de 0 a 1°C e condições de umidade relativa (U.R.) de 95%, a vida de armazenagem é geralmente de apenas 7 dias. Um rápido pré-resfriamento para 0°C, entre 1 a 2 horas após a colheita é freqüentemente recomendado para a manutenção de uma boa aparência e qualidade dos morangos (Nunes et al., 1995). Contudo, não se tem notícias desta prática no Brasil. Além disso, é comum ocorrerem demoras para o resfriamento, em função das operações de colheita, retirada do campo e embalagem. Poucas informações estão disponíveis com relação a esta demora para resfriar os frutos e os seus efeitos sobre as características de qualidade do produto.

A utilização de baixas temperaturas, tanto durante a armazenagem como no transporte, associada à tecnologia de modificação da atmosfera da embalagem, podem auxiliar na conservação dos frutos por mais tempo. Vários estudos mostram que a alteração da composição de gases da atmosfera da embalagem, durante a armazenagem, tem se mostrado eficiente para ampliar o período de conservação pós-colheita e manter a qualidade dos morangos. A modificação da atmosfera empregando baixas concentrações de O<sub>2</sub>, entre 5 e 10%, e altas de CO<sub>2</sub>, de 15 a 20%, é recomendada e pode aumentar o tempo de conservação dos morangos, mantendo a sua qualidade (Kader, 1997). Os benefícios da utilização destas atmosferas para a conservação de morangos incluem a redução da taxa respiratória (Li & Kader, 1989), da produção de etileno (Kim & Wills,

1998) do crescimento fúngico (Couey et al., 1966; Sommer et al., 1973; El-Kazzas et al., 1982), além do retardamento da perda de coloração da epiderme e da firmeza dos frutos (Li & Kader, 1989; Smith & Skog, 1992; Larsen & Watkins, 1995). Entretanto, exposições prolongadas dos morangos à atmosferas com altos níveis de CO<sub>2</sub> e/ou baixos de O<sub>2</sub>, podem levar ao surgimento de sabores e odores indesejados e perda de coloração dos frutos (El-Kazzas et al., 1982, Li & Kader, 1989). Portanto, para que se possa obter os benefícios desejados com o uso de atmosferas modificadas, faz-se necessário o estudo de combinações adequadas desses gases.

Tendo em vista estes aspectos, o presente trabalho objetivou: avaliar os efeitos da demora para o resfriamento de morangos 'Camarosa' logo após a colheita, sobre a perda de qualidade, após a armazenagem por até 14 dias (Capítulo I); e testar o uso de atmosferas modificadas em embalagens plásticas, empregando diferentes concentrações iniciais de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub>, para o armazenamento refrigerado de morangos 'Oso Grande' por até 14 dias (Capítulo II.).

## CAPÍTULO II

### **Avaliação da qualidade de morangos 'Camarosa' em relação à demora para o armazenamento refrigerado**

#### **2.1. INTRODUÇÃO**

Observações a campo, nas zonas produtoras de morangos do Estado do Rio Grande do Sul, têm mostrado que após a colheita os frutos passam longos períodos em temperatura ambiente, e muitas vezes até, expostos ao sol, o que agrava ainda mais o problema de perecibilidade. Uma rápida remoção do campo dos frutos recém colhidos e um imediato resfriamento dos mesmos é recomendado (Kader, 1992; Ferreira, 1994). Sabe-se que muitos dos processos fisiológicos e bioquímicos tendem a acelerar em temperaturas elevadas. Handenburg et al. (1986) mencionam que para cada 10°C de aumento da temperatura, a taxa respiratória de qualquer produto hortícola aumenta na ordem de duas a três vezes. Kader (1992) salienta ainda, que o controle da respiração é um aspecto desejado, uma vez que o resultado final da atividade respiratória é a deterioração e a senescência do produto hortícola. Michell (1992), por sua vez, cita que a rápida remoção do calor de campo de produtos recém colhidos, através do pré-resfriamento, retarda a respiração, o amadurecimento, a senescência, reduz a perda de água e a deterioração por patógenos, ajudando assim, a manter a qualidade e prolongar a vida de prateleira. Este autor menciona ainda que as perdas por deterioração em morangos, tendem a aumentar quando a demora para o resfriamento de frutos recém colhidos excede 1 hora. O mesmo acontecendo com cerejas quando este intervalo ultrapassa 4 horas. Nunes et al. (1995)

constatarem que uma demora de 6 horas, para o resfriamento de morangos colhidos e que estavam a 30°C, resultou em aumento da perda de água, redução na firmeza dos frutos e perdas de açúcares e vitamina C. Embora um rápido resfriamento e armazenagem refrigerada seja o ideal, no Rio Grande do Sul ainda é pequeno o número de propriedades que possuem câmaras frigoríficas para a execução desta prática. O alto custo inicial para a aquisição de uma câmara frigorífica, associado à falta de capital dos pequenos produtores de morangos, são fatores limitantes para o emprego desta tecnologia. Por outro lado, mesmo entre os produtores mais capitalizados, que dispõem de uma câmara frigorífica, o tempo em que os frutos permanecem em temperatura ambiente é relativamente longo, freqüentemente, superando 2 horas. A demora para resfriar os frutos decorre do tempo necessário para a execução das operações de colheita, transporte até o galpão e embalagem. No Brasil, praticamente não existem trabalhos apresentando informações quanto à influência da demora para o resfriamento de morangos recém colhidos, sobre as propriedades químicas e a qualidade de morangos ofertados ao consumidor. Tendo em vista estes aspectos, o trabalho teve por objetivo avaliar a influência da demora para o resfriamento sobre a qualidade de morangos 'Camarosa' produzidos na região do Vale do Rio Caí, Depressão Central, Rio Grande do Sul.

## 2.2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em uma propriedade no município de São Sebastião do Caí/RS. Morangos sadios e em ponto de colheita (3/4 da superfície vermelho) da cultivar Camarosa foram colhidos em duas datas: 21 de outubro de 1999 (experimento 1) e 25 de novembro de 1999 (experimento 2). No experimento 1, os frutos foram colhidos às 10 horas (1ª colheita) e às 12 horas (2ª colheita) e no experimento 2, os frutos foram colhidos às 8h30min (1ª colheita) e às 11h30min (2ª colheita). As condições climáticas no momento da colheita, nos dois experimentos, foram de tempo bom e temperatura de 20 a 24°C, no

experimento 1, e de 20 a 30°C, no experimento 2. Os morangos colhidos foram colocados em bandejas plásticas com capacidade para 400g (30-40 frutos) e em seguida levados para o galpão de recepção da propriedade, onde foram pesados e embalados com filme de cloreto de polivinila (PVC) de 12µm de espessura. Com o objetivo de avaliar os efeitos da demora para o resfriamento de morangos, após a colheita, sobre a qualidade do produto, os frutos das duas colheitas foram deixados no galpão à temperatura ambiente (20 a 26°C) por um período que variou de 1 a 4 horas. Este período foi estabelecido para tentar simular o que realmente acontece na zona produtora, onde os morangos permanecem por longo tempo à temperatura ambiente, antes de serem colocados em câmara frigorífica. Após o período à temperatura ambiente, as bandejas foram colocadas em câmara frigorífica ( $\pm 4^{\circ}\text{C}$ ), permanecendo armazenadas por 7 e 14 dias. Os tratamentos foram estabelecidos conforme a tabela 1. A unidade experimental foi definida como sendo uma bandeja com cerca de 30 a 40 frutos. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com três repetições por tratamento.

Ao final de cada período de armazenagem os frutos foram transportados até o Laboratório de Pós-colheita do Departamento de Horticultura e Silvicultura, Faculdade de Agronomia, UFRGS, em Porto Alegre, para serem analisados.

TABELA 1. Definição dos tratamentos de dois experimentos com morangos 'Camarosa' em função dos fatores: horário de colheita x intervalo colheita-armazenagem x tempo de armazenagem. São Sebastião do Cai/RS, 1999.

<b>EXPERIMENTO 1</b>			
Tratamento	Horário de colheita	Intervalo colheita-armazenagem	Tempo de armazenagem
T1	10 horas (1ª colheita)	1 hora	7 dias
T2*			14 dias
T3		2 horas	7 dias
T4			14 dias
T5	12 horas (2ª colheita)	1 hora	7 dias
T6			14 dias
<b>EXPERIMENTO 2</b>			
T1	8h30min (1ª colheita)	1 hora	7 dias
T2			14 dias
T3		3 horas	7 dias
T4			14 dias
T5	11h30min (2ª colheita)	1 hora	7 dias
T6			14 dias
T7		4 horas	7 dias
T8			14 dias

\* As amostras do tratamento T2, do experimento 1, foram perdidas durante o período de armazenagem, não sendo possível, portanto, a coleta dos dados.

### 2.2.1. Avaliação subjetiva

Uma avaliação subjetiva dos tratamentos, após cada período de armazenagem, foi feita com o objetivo de descrever o aspecto exterior dos frutos, tanto em relação ao aspecto visual, como em relação à presença de odores, simulando uma avaliação por parte de um consumidor. Procurou-se também com esta avaliação, determinar se os frutos apresentavam condições para serem comercializados. Os aspectos observados na avaliação visual foram o escurecimento da epiderme, murchamento, deterioração e presença de micélio de fungos, principalmente *Botrytis cinerea*.

### 2.2.2. Análise física

#### 2.2.2.1. Perda de peso

As bandejas (repetições) de cada tratamento foram pesadas em balança digital antes e depois do período de armazenagem, sendo a diferença de peso calculada. Os resultados são expressos em percentagem de perda de peso.



### **2.2.3. Análise química**

Os frutos de cada bandeja foram triturados em um processador de frutas e o homogeneizado resultante foi colocado em vidros e imediatamente congelados (-15°C) para uma posterior análise química dos teores de ácido ascórbico e açúcares totais.

#### **2.2.3.1. Acidez total titulável (ATT)**

Sub-amostras de 6,0g do homogeneizado do tecido fresco de cada repetição foram diluídas em 50 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), que foi previamente padronizado para pH 4,00 e pH 6,86. Os resultados foram convertidos em percentagem de ácido cítrico, que é o ácido orgânico presente em maior quantidade em morangos  $[(\text{ml NaOH} \times 0,1 \text{ N} \times 0,064/6,00\text{g}) \times 100]$ , e expressados na base do peso fresco.

#### **2.2.3.2. Açúcares totais**

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

#### **2.2.3.3. Ácido ascórbico (Vitamina C)**

Para análise de vitamina C, sub-amostras de 2,5g do homogeneizado foram diluídas em 50ml de uma mistura de ácido metafosfórico 6% em ácido acético glacial 2N.

A mistura foi centrifugada por 20min a 5000rpm. Os teores de ácido ascórbico total foram determinados pelo método de 2,4-dinitrofenilidrazina (Tereda et al. 1978), com leitura da absorbância a 540nm em espectrofotômetro (modelo 395-UV, Coleman). A concentração de ácido ascórbico de cada amostra foi calculada a partir de uma curva padrão de ácido ascórbico. Os resultados são expressos em miligramas de ácido ascórbico por 100 gramas de amostra, na base do peso fresco.

#### **2.2.4. Análise estatística**

Os dados de cada variável em estudo foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade de erro, utilizando o programa S.A.S. (Statistic Analysis Sistem). No experimento 1, devido a perda do tratamento 2 (T-2) os fatores horário de colheita e intervalo colheita-armazenagem foram considerados como um único fator. Essa medida foi tomada para tornar possível a análise estatística, sem prejuízo dos dados coletados.

### **2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **2.3.1. Avaliação subjetiva**

Na avaliação do experimento 1, após 7 dias de armazenagem, todos os morangos dos três tratamentos (T1, T3 e T5) apresentaram um leve murchamento, caracterizado por uma leve depressão na superfície dos frutos. Não foi constatado escurecimento dos frutos, mas apenas a ausência de brilho nos mesmos. Os frutos apresentaram um bom aroma. Em alguns morangos dos tratamentos T3 e T5, foram observados lesões circulares e escuras, típicas de antracnose (*Colletotrichum acutatum*). Entretanto em nenhum dos tratamentos foi observado a presença de infecções de *Botrytis cinerea*. O aspecto geral dos frutos era bom e os mesmos foram considerados aptos para a comercialização.

Os morangos dos tratamentos armazenados por 14 dias (T4 e T6) apresentaram um leve murchamento (caracterizado por uma pequena depressão na superfície), além do

escurecimento da epiderme e perda de brilho. A presença de micélio de *B. cinerea* foi constatado em todas as bandejas destes tratamentos. A severidade foi maior apenas em uma repetição do tratamento com colheita às 12h e armazenagem por 14 dias (T6), onde quase toda a bandeja estava tomada pelo fungo. Aroma de fermentado foi constatado em todos os tratamentos, indicando nitidamente um processo de deterioração dos frutos aos 14 dias. Devido a estes aspectos, os frutos não foram considerados aptos para a comercialização.

Na avaliação do experimento 2, após 7 dias de armazenagem, todos os frutos dos tratamentos (T1, T3, T5 e T7) apresentaram um leve murchamento. Não foi observado escurecimento dos morangos, mas apenas ausência de brilho na superfície. Nas amostras do tratamento T3, cerca de 5% dos frutos apresentaram pequenas lesões circulares e escuras na epiderme causadas por antracnose, além de início de deterioração. Nenhum aroma de fermentado foi constatado nos quatro tratamentos. De uma maneira geral, os frutos foram considerados aptos para a comercialização.

Após 14 dias de armazenagem, os frutos de todos os tratamentos (T2, T4, T6 e T8) apresentaram início de deterioração e de senescência, além de murchamento, escurecimento e ausência de brilho. O escurecimento das sépalas também foi notado, sendo este aspecto bastante marcante, principalmente quando os frutos estão em estágio de avançada maturação. Um leve aroma de fermentado foi constatado em todos os tratamentos. Os frutos não foram considerados aptos para a comercialização.

### **2.3.2. Análise física**

No experimento 1, não foram encontradas diferenças de perda de peso entre os tratamentos. A perda de peso média foi de 1,5%. No experimento 2, houve um aumento significativo da perda de peso com o aumento do tempo de armazenagem. Os frutos dos tratamentos armazenados por 7 dias tiveram uma perda de peso média de 1,1% contra

1,5% nos tratamentos armazenados por 14 dias. A perda de peso constatada nos dois experimentos, deve ser atribuída fundamentalmente à perda de água em decorrência do processo transpiratório. Avelar Filho [1988?] menciona que o morango, devido ao seu tamanho, apresenta uma grande área superficial em relação ao seu volume, o que favorece a transpiração. Além disso, não possui uma cobertura protetora que pudesse dificultar a saída de água. A desidratação exerce um efeito negativo sobre a aparência dos morangos, uma vez que a saída de água dos tecidos acarreta o murchamento e enrugamento, tornando-os inaceitáveis para a comercialização. Devido a estes aspectos, o controle da desidratação é um fator desejado durante o armazenamento de morangos. Robinson et al. (1975), citado por Nunes et al. (1995), mencionam que a máxima perda de peso comercialmente aceitável para morangos é de aproximadamente 6%. De acordo com esse critério, verifica-se que no presente trabalho, em todos os tratamentos de ambos os experimentos as perdas de peso ficaram abaixo do limite tolerado.

### **2.3.3. Análise química**

No experimento 1, diferenças significativas na acidez total titulável (A.T.T.), foram observadas em relação ao fator combinado horário de colheita e intervalo colheita – armazenagem (Tabela 2). Os morangos colhidos às 10 horas (1ª colheita) com um intervalo colheita-armazenagem, tanto de 1 hora, como de 2 horas, apresentaram em média maiores valores de A.T.T. do aqueles colhidos às 12 horas (2ª colheita) com 1 hora de intervalo colheita-armazenagem.

No experimento 2, diferenças significativas foram observadas tanto entre horários de colheita, como entre intervalos colheita–armazenagem (Tabela 2). Os morangos colhidos às 8h30min apresentaram maiores valores de A.T.T. do que aqueles colhidos às 11h30min. Ao analisarmos os resultados dos dois experimentos, constatou-se que há um

indicativo de que os frutos colhidos no final da manhã, apresentam em média, menores teores de ácidos orgânicos.

TABELA 2. Acidez total titulável de morangos 'Camarosa' colhidos em dois horários da manhã e mantidos por até 4 horas em temperatura ambiente (20-26°C), seguido do armazenamento a 4°C, durante 7 e 14 dias. Valores expressos em % de ácido cítrico. São Sebastião do Cai/RS, 1999.

<b>Experimento 1</b>			
<b>Horário de colheita / Intervalo colheita-armazenagem<sup>1</sup></b>			
<b>10 horas - 1 hora</b> <sup>2</sup> 1,12 a	<b>10 horas - 2 horas</b> 1,10 a	<b>12 horas - 1 hora</b> 0,97 b	
<b>Experimento 2</b>			
<b>Horário de colheita</b>		<b>Intervalo colheita - armazenagem</b>	
<b>8h30min</b> <sup>2</sup> 0,71 a	<b>11h30min</b> 0,64 b	<b>1 hora</b> <sup>2</sup> 0,65 b	<b>3-4 horas</b> 0,70 a

<sup>1</sup> Os fatores horário de colheita e intervalo colheita-armazenagem foram considerados como um único fator devido a perda de um tratamento neste experimento.

<sup>2</sup> Médias seguidas de mesma não diferem significativamente pelo teste de Duncan (P<0,05).

Estes resultados podem estar relacionados com a temperatura dos frutos na hora da colheita. Em medições realizadas nas duas colheitas do experimento 2 (usando um termômetro infravermelho) verificou-se que os frutos colhidos às 8h30min apresentaram uma temperatura média de 21°C em sua superfície, enquanto que os frutos colhidos às 11h30min, apresentaram uma temperatura média de 36°C. A menor A.T.T. encontrada nos morangos colhidos às 12h (experimento 1) e às 11h30min (experimento 2) pode estar relacionada com a atividade respiratória dos frutos nestes horários. É provável que em temperaturas mais elevadas, como as registradas no final da manhã, a taxa respiratória dos frutos seja intensificada, resultando em um maior consumo de substrato respiratório. Este fato poderia explicar os menores valores de A.T.T encontrados nos frutos colhidos no final da manhã. Do ponto de vista de conservação, esta informação é de extrema relevância, uma vez que maiores valores de A.T.T. nos frutos deve se refletir em um maior período de conservação, devido ao maior teor de reservas de ácidos orgânicos.

Diferenças significativas de A.T.T. também foram observadas entre intervalos colheita – armazenagem de ambos os experimentos porém, estas diferenças ficaram mais claras no experimento 2, uma vez que no experimento 1, a perda de um tratamento dificultou a interpretação dos resultados. Assim, os maiores valores de A.T.T. foram observados nos tratamentos cujo intervalo para a armazenagem foi de 3 a 4 horas (Tabela 2). Entretanto, estes resultados parecem contraditórios, uma vez que o esperado seria que os maiores valores de A.T.T. fossem encontrados nos tratamentos cuja a demora para o resfriamento fosse menor, ou seja, de 1 hora. Nunes et al. (1995) observaram que morangos 'Sweet Charlie', 'Oso Grande' e 'Chandler', armazenados por 7 dias a 1°C, seguido de 1 dia a 20°C, que foram prontamente resfriados, após a colheita, apresentaram menores valores de A.T.T., em comparação com aqueles em que houve uma demora de 6 horas para o armazenamento (resultados expressados na base do peso fresco). Por outro lado, quando os valores de A.T.T. foram expressados na base do peso seco, a A.T.T. foi maior nos frutos prontamente resfriados do que naqueles com uma demora de 6 horas para o resfriamento. Os autores no entanto, não mencionam as razões para estas diferenças.

Contudo, no presente estudo, é possível que os maiores valores de A.T.T. observados nos tratamentos com intervalo de 3 a 4 horas entre a colheita e a armazenagem, estejam relacionados com um maior período de exposição dos frutos à temperaturas elevadas (acima de 24°C). De acordo com Spagnol et al. (1994), a exposição prolongada de um produto hortícola à temperaturas elevadas, após a colheita, leva a um aumento na taxa respiratória. Desde modo, essa exposição à altas temperaturas pode ter induzido a um aumento na atividade respiratória, gerando uma demanda por energia nos tecidos. Sendo assim, é possível que tenha havido a conversão de açúcares em ácidos orgânicos, para atender a esta demanda por energia, aumentando portanto, os teores de ácidos orgânicos nos frutos destes tratamentos.

Quanto aos teores de açúcares totais, não foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos do experimento 1, nem entre os do experimento 2. Os valores médios encontrados para os tratamentos de ambos os experimentos foram de 75,4mg/g e 66,1mg/g, respectivamente. Um dos fatores que podem explicar estes resultados é que, no experimento 2, houve uma redução significativa no conteúdo de água dos frutos com o aumento do tempo de armazenagem. É possível que a ausência de diferenças entre os tratamentos dos dois tempos de armazenagem, 7 e 14 dias, tenha ocorrido devido ao efeito de concentração dos açúcares aos 14 dias, em função da perda de água, mascarando as diferenças entre os tratamentos, que poderiam ser atribuídas ao consumo das substâncias de reserva. Nunes et al. (1995) encontraram diferenças significativas nos teores de açúcares de morangos armazenados durante 7 dias a 1°C, seguido de 1 dia a 20°C, e que foram submetidos ou não, a uma demora de 6 horas para o armazenamento refrigerado. Como no presente estudo, os intervalos entre a colheita e a armazenagem foram inferiores a 6 horas, é possível que não tenha havido tempo suficiente para a uma redução significativa nos teores de açúcares totais que pudessem caracterizar diferenças entre os frutos prontamente resfriados (1 hora de demora) e aqueles com uma demora de 2 horas (experimento 1) ou 3-4 horas (experimento 2).

Em relação à variável vitamina C, nenhuma diferença entre tratamentos do experimento 1 foi constatada. O teor médio de vitamina C encontrado foi de 64,3mg/100g. Já no experimento 2, houve interação significativa entre horário de colheita e tempo de armazenagem (Figura 1).

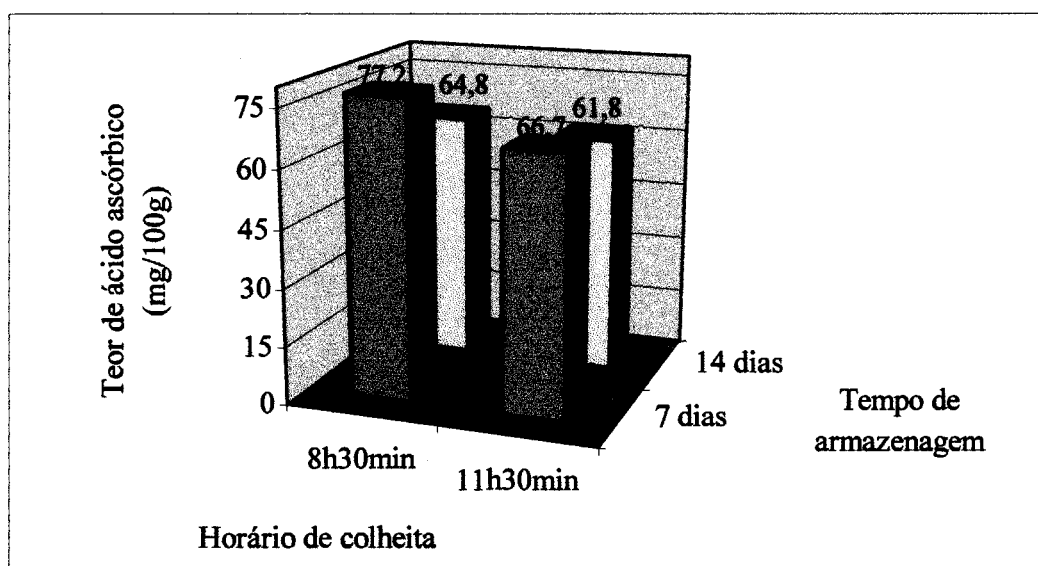


FIGURA 1. Teores de ácido ascórbico de morangos 'Camarosa' colhidos às 8h30min e às 11h30min e armazenados por 7 e 14 dias a 4°C (Experimento 2). São Sebastião do Cai, 1999.

Hudson & Mazur (1985) mencionam que os teores de ácido ascórbico tendem a diminuir com o aumento do tempo de armazenagem, como resultado do processo de degradação. No entanto, os resultados do experimento 1 não mostraram este efeito. Já no experimento 2, diferenças significativas só foram observadas entre os tratamentos da primeira colheita (8h30min), em que os frutos armazenados por 7 dias, apresentaram maiores teores de ácido ascórbico em comparação aos frutos armazenados por 14 dias. Estes resultados sugerem que os frutos colhidos no início da manhã, tendem a apresentar maiores teores de vitamina C do que os frutos colhidos no final da manhã. Entretanto, estas diferenças deixam de existir se os frutos forem armazenados por um tempo maior do que 7 dias. É provável que os maiores teores de ácido ascórbico encontrados nos morangos colhidos no início da manhã estejam relacionados com a fisiologia dos frutos. Hudson & Mazur (1985) mencionam que vários fatores afetam o conteúdo de ácido ascórbico dos frutos, tais como, a luz, a temperatura, o oxigênio, a umidade, a atividade enzimática e a



acidez. Para Lee & Kader (2000), fatores pós-colheita, tais como, tempo prolongado de armazenagem, temperaturas elevadas, baixa U.R, injúrias físicas e dano por frio, tendem a aumentar as perdas de ácido ascórbico. Estes autores mencionam ainda que a oxidação do ácido ascórbico é favorecida também pelo pH alcalino. Como no presente estudo os maiores valores de acidez foram encontrados nos tratamentos cuja colheita foi realizada no início da manhã, é possível que os maiores teores de ácido ascórbico, observados neste período do dia estejam relacionados com essa maior acidez, e também, com a temperatura ambiente menos elevada, resultando portanto, em menores taxas de oxidação de ácido ascórbico. Do ponto de vista nutricional estes resultados dão um indicativo de que os frutos colhidos nas primeiras horas da manhã são favorecidos com maiores teores de vitaminas C do que aqueles colhidos em horários mais quentes da manhã.

#### 2.4. CONCLUSÃO

O armazenamento de morangos 'Camarosa' a 4°C por até 7 dias, permite manter, no mínimo, 90% dos frutos em condições aceitáveis de comercialização.

Os frutos colhidos nas primeiras horas da manhã apresentam, em média, maiores teores de vitamina C e de ácidos orgânicos, do que aqueles colhidos após o horário das 10 horas da manhã.

O retardamento de até 4 horas para o armazenamento refrigerado não afeta a qualidade dos frutos.

## CAPÍTULO III

### Utilização de atmosfera modificada na conservação de morangos 'Oso Grande' em pós-colheita

#### 3.1. INTRODUÇÃO

Uma das grandes dificuldades encontradas na produção de morangos é a conservação, pois trata-se de um produto extremamente perecível, atingindo perdas totais em apenas 48 horas depois de colhido, se cuidados especiais não forem tomados. A rápida deterioração dos morangos, em temperatura ambiente, tem sido atribuída à elevada taxa respiratória e ao aumento da produção de etileno (Kader, 1992; Ferreira et al., 1994). Outros fatores, tais como, a suscetibilidade à injúria mecânica, à perda de água (Nunes et al., 1995) e à deterioração causada por fungos, especialmente, *Botrytis cinerea* (Couey et al., 1966; Sommer et al., 1973); El-Kazzaz et al., 1983), contribuem para diminuir o período de conservação. Alterações na cor, na firmeza de polpa e perda de brilho natural também são observadas após a colheita. Por ser um produto de alto valor comercial, principalmente no mercado *in natura*, o morango requer a utilização de tecnologia adequada para uma melhor conservação. O manejo da temperatura pode auxiliar no aumento do tempo de conservação pós-colheita porém, mesmo sob condições de temperaturas apropriadas de 0 a 1°C e umidade relativa do ar (UR) de 90 a 95%, a vida de armazenagem do morango é de apenas 7 dias (Nunes et al., 1995). Por outro lado, baixas temperaturas servem também como base para métodos complementares de conservação de frutos, tais como o controle ou a modificação da atmosfera, irradiação e o uso de produtos

químicos, que se utilizados isoladamente, muitas vezes não surtem efeito satisfatório (Botrel, 1994). A utilização de atmosfera modificada constitui-se em um método de conservação mais barato que o controle atmosférico, podendo ser, além disso, mais viável tecnicamente. A atmosfera modificada não se restringe ao uso em câmaras frigoríficas, e normalmente, para a sua obtenção, são utilizados filmes de polietileno de baixa densidade com diferentes espessuras, bem como filmes de cloreto de polivinila (PVC), que são delgados e duas vezes mais permeáveis que os de polietileno. Um dos fatores mais importantes no uso desse tipo de embalagem é a possibilidade de manutenção de valores elevados de UR em seu interior, acima de 95% (Chitarra & Chitarra, 1990), evitando desta forma, a perda excessiva de água pelos frutos. O emprego de atmosferas com baixas concentrações de  $O_2$  (5-10%) e altas de  $CO_2$  (15-20%), tem sido recomendado e pode aumentar o tempo de conservação dos morangos, mantendo a sua qualidade (Kader, 1997). Os benefícios para a conservação dos frutos incluem a redução da taxa respiratória (Li & Kader, 1989), da produção de etileno (Kim & Wills, 1998), do crescimento fúngico (Couey et al., 1966; Sommer et al., 1973; El-Kazzaz et al., 1982), além do retardamento da perda de cor e firmeza dos frutos (Li & Kader, 1989; Smith, 1992; Smith & Skog, 1992; Larsen & Watkins, 1995). Entretanto, exposições prolongadas dos morangos a atmosferas com altos níveis de  $CO_2$  e/ou baixos de  $O_2$ , podem levar ao surgimento de sabores e odores indesejados e perda de coloração dos frutos (El-Kazzaz et al., 1982, Li & Kader, 1989; Ke et al., 1993). Deste modo, a busca de métodos que proporcionem um maior tempo de conservação e que, além disso, mantenham as boas características de qualidade e aparência dos frutos é fundamental. No Brasil, especialmente no Rio Grande do Sul, praticamente não há estudos relatando o uso de atmosferas modificadas, bem como, de combinações apropriadas desses gases para a conservação de morangos. Tendo em vista estes aspectos, objetivou-se com o presente trabalho avaliar o uso de diferentes composições iniciais de

atmosferas e tempos de armazenagem refrigerada para conservação de morangos 'Oso Grande' após a colheita.

### 3.2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em duas etapas. Na primeira, foi realizado um estudo preliminar utilizando vidros, para testar duas misturas de gases e dois tempos de armazenagem (experimento 1). Na segunda, o estudo foi repetido com as mesmas misturas de gases e tempos de armazenagem porém, empregando embalagens de polietileno (experimento 2).

No experimento 1, morangos da cultivar Oso Grande, provenientes de uma lavoura comercial localizada no município de Farroupilha – RS, foram colhidos a granel no dia 6 de fevereiro de 2000 e levados para o Laboratório de Pós-Colheita do Departamento de Horticultura e Silvicultura da Faculdade de Agronomia – UFRGS, em Porto Alegre. No laboratório, os morangos sadios e sem danos foram distribuídos em 24 bandejas, procurando-se uniformizar o número de frutos (cerca de 30-40 frutos) nestes recipientes. Em seguida, procedeu-se a colocação dos morangos que estavam nas bandejas em vidros de 700ml de capacidade. Vinte e quatro vidros foram utilizados, sendo estes, divididos em três grupos de oito vidros para as três atmosferas experimentais: 3kPa O<sub>2</sub> + 10 kPa CO<sub>2</sub>, 5kPa O<sub>2</sub> + 15kPa CO<sub>2</sub> e ar ambiente (controle). Com exceção dos oito vidros destinados para os tratamentos com ar ambiente, os demais vidros foram tampados, lacrados com parafuso e interconectados por mangueiras (ligadas em série) e conectados em uma das pontas do conjunto a um cilindro com a mistura de gases (3kPa O<sub>2</sub> + 10kPa CO<sub>2</sub> ou 5kPa O<sub>2</sub> + 15kPa CO<sub>2</sub>). Em cada grupo de oito vidros o tempo de passagem da mistura de gases foi de uma hora, período este, considerado suficiente para uniformizar a concentração de gases no interior dos vidros. Após este tempo, tanto a saída do cilindro que fornecia a mistura como a outra extremidade do conjunto foram fechadas. As mangueiras que

interligavam os vidros foram cortadas procurando-se vedar as pontas a fim de evitar a saída e mistura de gases. Efetuada a separação dos vidros, os mesmos foram colocados em câmara B.O.D. com a temperatura ajustada para 1°C. Dos oito vidros de cada atmosfera experimental, quatro ficaram armazenados por 7 dias e quatro permaneceram por 14 dias. Após o término do período de armazenagem procedeu-se a avaliação dos tratamentos.

No experimento 2, morangos da cultivar Oso Grande, provenientes da mesma lavoura comercial do experimento 1, foram colhidos no dia 23 de janeiro de 2001, colocados em bandejas plásticas, cobertos com filme de PVC e armazenados em câmara frigorífica (0°C), na propriedade. No dia seguinte, trinta e cinco bandejas foram transportadas em veículo sem refrigeração, por aproximadamente duas horas, até o Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos (ICTA) da UFRGS, em Porto Alegre/RS, para instalação do experimento. Os tratamentos constituíram-se da combinação de misturas de gases [3kPa O<sub>2</sub> + 10kPa CO<sub>2</sub>, 5kPa O<sub>2</sub> + 15kPa CO<sub>2</sub> e ar ambiente (controle)] e tempos de armazenagem refrigerada (7 e 14 dias). A unidade experimental constituiu-se de uma bandeja com capacidade para 400g (35-40 frutos), sendo que cada tratamento foi constituído de quatro repetições (bandejas). Inicialmente, as bandejas (sem o filme de PVC) de cada tratamento foram acondicionadas em caixas de papelão (44 x 33 x 10cm) e envolvidas em um saco de polietileno de 53cm x 90cm e 90µm de espessura, cuja abertura foi lacrada com uma fita adesiva de alta aderência ("Duck Tape"). Para a obtenção da atmosfera experimental, uma mangueira conectada a uma bomba de vácuo foi introduzida na embalagem para retirar o ar do seu interior. Em seguida, esta mangueira foi conectada a um dos cilindros de 9m<sup>3</sup> que continham ou a mistura de 3kPa O<sub>2</sub> + 10kPa CO<sub>2</sub> ou a mistura de 5kPa O<sub>2</sub> + 15kPa CO<sub>2</sub>. Nos outros dois tratamentos controle, os sacos foram apenas inflados com ar e em seguida lacrados com a mesma fita. Após a modificação da atmosfera, as embalagens foram colocadas em câmara frigorífica e mantidas à temperatura

e 0°C. Ao final de cada período de armazenagem, os frutos foram transportados até o laboratório de Pós-colheita para serem analisados.

### **3.2.1. Avaliação subjetiva**

Uma avaliação subjetiva dos tratamentos de cada experimento, após cada período de armazenagem, foi feita com o objetivo de descrever o aspecto exterior dos frutos, tanto em relação ao aspecto visual, como em relação a presença de odores, simulando uma avaliação por parte de um consumidor. Procurou-se também com esta avaliação, determinar se os frutos apresentavam condições para serem comercializados. Os aspectos observados na avaliação visual foram o escurecimento dos frutos, murchamento, deterioração e presença de micélio de fungos, principalmente *Botrytis cinerea*.

### **3.2.2. Análise física**

#### **3.2.2.1. Perda de peso**

As amostras de cada tratamento foram pesadas em balança digital antes e depois do período de armazenagem e a diferença de peso foi calculada. Os resultados são expressos em percentagem de perda de peso.

#### **3.2.2.2. Intensidade de deformação de polpa**

A intensidade de deformação de polpa foi determinada através do medidor de deformação da polpa de Hamson (1952), modificado por Gull (1987). Vinte frutos de cada repetição foram utilizados, sendo que os mesmos foram individualmente colocados sobre uma plataforma e submetidos a compressão de 250gf durante 5 segundos, utilizando-se uma ponteira Magness-Taylor de 8 mm de diâmetro. Os resultados são expressos em milímetros de deformação da polpa.

#### **3.2.2.3. Análise de cores**

A análise da coloração da epiderme dos frutos foi feita apenas no experimento 2. Uma bandeja adicional de cada tratamento, após cada período de armazenagem, foi levada

té a EMBRAPA Uva e Vinho, em Bento Gonçalves/RS para análise de cores, com um colorímetro (Minolta), sendo a cor de cada morango expressada pelos valores  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ . Estes valores foram usados para calcular o "croma" [ $c = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ ], que indica a intensidade (saturação) da cor, e o "ângulo de intensidade da cor" [ $h^\circ = \arctang(b^*/a^*)$ ], onde  $0^\circ$  = vermelho,  $90^\circ$  = amarelo e  $180^\circ$  = verde e  $270^\circ$  = azul.

### 3.2.3. Análise química

No experimento 1, após a determinação da intensidade de deformação de polpa, os frutos de cada vidro (repetição) foram congelados em nitrogênio líquido e conservados em um congelador ( $-15^\circ\text{C}$ ) para uma posterior análise das propriedades químicas. No dia da realização da análise, os frutos foram descongelados e triturados em um processador de frutas, sendo o homogeneizado resultante, usado para a determinação da acidez total titulável, açúcares totais e ácido ascórbico total. No experimento 2, cerca de 20 frutos de cada bandeja (repetição) foram separados e imediatamente congelados em nitrogênio líquido e conservados em um congelador ( $-15^\circ\text{C}$ ) para uma posterior análise dos teores de ácido ascórbico. O restante dos frutos de cada bandeja foram usados para a determinação da intensidade de deformação de polpa, sendo em seguida triturados em um processador de frutas. O homogeneizado resultante foi usado para a determinação da acidez total titulável e açúcares totais.

#### 3.2.3.1. Acidez total titulável (A.T.T.)

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

### **3.2.3.2. Açúcares totais**

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

### **3.2.3.3. Ácido ascórbico (vitamina C)**

Para análise de vitamina C, sub-amostras de 2,5g do homogeneizado foram diluídas em 50ml de uma mistura de ácido metafosfórico 6% em ácido acético glacial 2N. A mistura foi centrifugada por 20min a 5000rpm. Os teores de ácido ascórbico (total) foram determinados pelo método de 2,4-dinitrofenilidrazina (Tereda et al., 1978), com leitura da absorbância a 540nm em Espectrofotômetro (modelo 395-UV, Coleman). A concentração de ácido ascórbico total, de cada amostra, foi calculada a partir de uma curva padrão de ácido ascórbico. Os resultados são expressos em miligramas de ácido ascórbico por 100 gramas de amostra, na base do peso fresco.

### **3.2.4. Amostragem inicial**

No dia da instalação de cada experimento, uma amostragem inicial constituída de quatro bandejas com morangos foi tomada e analisada. A tabela 3 apresenta os valores médios para as variáveis em estudo dos experimento 1 e 2. No experimento 2, uma quinta bandeja com 30 a 40 morangos foi usada para análise da coloração da epiderme de cada



fruto, sendo registrado os valores da intensidade da cor (croma) e ângulo da intensidade da cor ( $h^\circ$ ). Os respectivos valores são apresentados na tabela 3.

TABELA 3. Valores médios das variáveis, intensidade de deformação de polpa, acidez total titulável, açúcares totais, vitamina C, intensidade da cor da epiderme e ângulo de intensidade da cor da epiderme, de morangos 'Oso Grande', amostrados no dia da instalação do experimento 1 (16/02/00) e no dia da instalação do experimento 2 (23/01/01). Porto Alegre, 2001.

Variável	Experimento 1	Experimento 2
	-----Valor médio-----	
<sup>1</sup> Intensidade de deformação de polpa	0,22mm	0,42mm
<sup>1</sup> Acidez total titulável	0,77%	0,84%
<sup>1</sup> Açúcares totais	40,2mg/g	32,7mg/g
<sup>1</sup> Vitamina C	47,0mg/100g	56,4mg/100g
<sup>2,3</sup> Intensidade da cor da epiderme (croma)	-	41,2
<sup>2,3</sup> Ângulo da intensidade da cor da epiderme ( $h^\circ$ )	-	33,2°

<sup>1</sup> Média de quatro repetições (bandejas com 35-40 frutos); <sup>2</sup> média de uma bandeja com 30 a 4 frutos; <sup>3</sup> amostragem feita somente no experimento 2.

### 3.2.5. Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental empregado foi o Delineamento Completamente Casualizado em esquema fatorial com dois fatores (Composição da Atmosfera e Tempo de Anagenagem) e quatro repetições por tratamento. Os dados de cada variável em estudo foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas estatisticamente pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade de erro, utilizando o programa SANEST (Sistema de Análise Estatística). A média da amostragem inicial (dia "0"), foi comparada com a média geral, tanto dos tratamentos armazenados por 7 dias, como dos armazenados por 14 dias, através do teste de T.

### 3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.3.1. Avaliação subjetiva

Na avaliação do experimento 1, após 7 dias de armazenagem, os morangos mantidos em ar ambiente apresentaram escurecimento da superfície, ausência de brilho e murchamento acentuado. Em duas repetições foi observado o início de crescimento de micélio de *Botrytis cinerea*. Nenhum odor estranho foi constatado neste tratamento. Devido à aparência, os frutos não foram considerados aptos para comercialização. No tratamento com atmosfera inicial de 3kPa O<sub>2</sub> + 10kPa CO<sub>2</sub> não foi observado murchamento nem escurecimento dos frutos. Entretanto, os morangos não tinham o brilho característico dos frutos frescos. Em nenhuma das repetições foi constatado a presença de fungos. Os frutos apresentaram um bom aroma. Os morangos foram considerados aptos para comercialização. No tratamento com atmosfera inicial de 5kPa O<sub>2</sub> + 15kPa CO<sub>2</sub>, os frutos apresentaram um leve escurecimento da epiderme porém, nitidamente bem menor que os frutos mantidos em ar ambiente. A ausência de brilho natural e de murchamento também foi observado nestes frutos. Nenhum aroma estranho foi constatado neste tratamento. Os morangos foram considerados aptos para comercialização.

Aos 14 dias de armazenagem os frutos mantidos em ar ambiente apresentaram escurecimento da epiderme mais acentuado, em relação aos 7 dias, ausência de brilho, além de murchamento pronunciado. Não foi constatado a presença de odores estranhos. O crescimento de micélio de *B. cinerea* foi observado em todas as repetições. Os morangos deste tratamento não foram considerados aptos para a comercialização. Nos frutos mantidos em atmosfera inicial de 3kPa O<sub>2</sub> + 10kPa CO<sub>2</sub>, foi observado um leve escurecimento da epiderme e ausência de brilho, além de um leve murchamento. Nenhum odor estranho foi constatado neste tratamento. Em apenas uma repetição foi observado a presença de *B. cinerea*. Cerca de 70% frutos apresentavam condições de serem

### 3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.3.1. Avaliação subjetiva

Na avaliação do experimento 1, após 7 dias de armazenagem, os morangos mantidos em ar ambiente apresentaram escurecimento da superfície, ausência de brilho e murchamento acentuado. Em duas repetições foi observado o início de crescimento de micélio de *Botrytis cinerea*. Nenhum odor estranho foi constatado neste tratamento. Devido à aparência, os frutos não foram considerados aptos para comercialização. No tratamento com atmosfera inicial de 3kPa O<sub>2</sub> + 10kPa CO<sub>2</sub> não foi observado murchamento nem escurecimento dos frutos. Entretanto, os morangos não tinham o brilho característico dos frutos frescos. Em nenhuma das repetições foi constatado a presença de fungos. Os frutos apresentaram um bom aroma. Os morangos foram considerados aptos para comercialização. No tratamento com atmosfera inicial de 5kPa O<sub>2</sub> + 15kPa CO<sub>2</sub>, os frutos apresentaram um leve escurecimento da epiderme porém, nitidamente bem menor que os frutos mantidos em ar ambiente. A ausência de brilho natural e de murchamento também foi observado nestes frutos. Nenhum aroma estranho foi constatado neste tratamento. Os morangos foram considerados aptos para comercialização.

Aos 14 dias de armazenagem os frutos mantidos em ar ambiente apresentaram escurecimento da epiderme mais acentuado, em relação aos 7 dias, ausência de brilho, além de murchamento pronunciado. Não foi constatado a presença de odores estranhos. O crescimento de micélio de *B. cinerea* foi observado em todas as repetições. Os morangos deste tratamento não foram considerados aptos para a comercialização. Nos frutos mantidos em atmosfera inicial de 3kPa O<sub>2</sub> + 10kPa CO<sub>2</sub>, foi observado um leve escurecimento da epiderme e ausência de brilho, além de um leve murchamento. Nenhum odor estranho foi constatado neste tratamento. Em apenas uma repetição foi observado a presença de *B. cinerea*. Cerca de 70% frutos apresentavam condições de serem

comercializados. Os morangos mantidos em atmosfera inicial de 5kPa O<sub>2</sub> + 15kPa CO<sub>2</sub> também apresentaram um leve murchamento, ausência de brilho e de odores estranhos. Foi observado um escurecimento mais acentuado dos frutos, em relação ao tratamento anterior porém, bem menor que nos frutos mantidos em ar ambiente. Em nenhuma repetição foi observado o desenvolvimento micelial de *B. cinerea*. Cerca de 70% dos estavam aptos para comercialização. Apesar dos frutos armazenados por 14 dias nas atmosferas com 3kPa O<sub>2</sub> + 10kPa CO<sub>2</sub> e 5kPa O<sub>2</sub> + 15kPa CO<sub>2</sub> terem apresentado um leve murchamento e escurecimento, o aspecto dos frutos não era ruim, podendo estes serem comercializados porém, como frutos de segunda categoria.

Na avaliação do experimento 2, após 7 dias de armazenagem refrigerada, observou-se que os frutos do tratamento controle apresentaram-se com uma coloração vermelho intenso em sua superfície, porém sem o brilho característico de morangos frescos. Não foi observado murchamento evidente. Em apenas uma das repetições (bandejas) foi observado um início de crescimento de micélio de *B. cinerea* porém, em um único fruto. Não foi constatado aroma de fermentado característico de frutos em processo de deterioração e senescência. Os morangos foram considerados aptos para comercialização. Os frutos armazenados em atmosferas iniciais de 3kPa O<sub>2</sub> + 10kPa CO<sub>2</sub> e 5kPa O<sub>2</sub> + 15kPa CO<sub>2</sub> também apresentaram uma coloração vermelho intenso em sua superfície, e sem brilho. Em nenhuma das repetições foi observado murchamento evidente ou a presença de fungos. Nenhum aroma de fermentado foi constatado nestes tratamentos. Todos os frutos foram considerados aptos para comercialização.

Após 14 dias de armazenagem refrigerada, os frutos das três atmosferas experimentais apresentaram uma coloração vermelho-escuro em sua superfície e sem brilho. Um leve murchamento dos frutos foi observado em todas as repetições dos tratamentos. No tratamento controle foi observado a presença de *B. cinerea* em pelo menos

20% dos frutos de cada repetição, enquanto que nas outras duas atmosferas experimentais (3kPa O<sub>2</sub> + 10kPa CO<sub>2</sub> e 5kPa O<sub>2</sub> + 15kPa CO<sub>2</sub>), a percentagem de morangos atacados por *B. cinerea* foi menor, cerca de 5% dos frutos de cada bandeja. Em nenhum dos tratamentos foi constatado aroma de fermentado por ocasião da abertura da embalagem. Devido ao aspecto visual ruim, representado pelo escurecimento dos frutos, presença de fungos e murchamento, os morangos não foram considerados aptos para a comercialização.

A experiência tem mostrado que aparência de um produto hortícola é um dos fatores mais importantes na decisão de compra, especialmente se este estiver embalado. Esta observação decorre do fato de que uma vez embalado, a única forma de avaliar o produto é através do aspecto exterior, já que não é possível fazer uma avaliação por meio do toque e/ou manuseio. Como normalmente os morangos são comercializados em bandejas recobertas com filme plástico, a aparência dos frutos torna-se o principal atributo de qualidade a ser avaliado. No presente estudo, apenas os morangos armazenados por 7 dias, com exceção daqueles mantidos em vidros destampados, apresentaram condições de serem comercializados, tendo como base a aparência dos frutos. Resultados diferentes foram observados por Scalon et al. (1995), os quais verificaram que morangos 'Sequóia' armazenados a 4°C em atmosfera modificada em embalagem de polietileno, mantiveram ótima aparência, brilho, coloração aceitável para a comercialização e sem nenhum sinal de contaminação fúngica, por até 14 dias. Contudo, a experiência tem mostrado que frutos das cultivares Camarosa, Oso Grande, Verão, Campinas e Tudla, amostrados na região produtora do Vale do Rio Caí (RS), apresentam perda de brilho natural da superfície nos primeiros dias após a colheita, sendo bem nítido este aspecto após 7 dias de armazenagem a 6°C.

### 3.3.2. Análise física

Na avaliação da variável perda de peso, dos tratamentos do experimento 1, foi constatado interação significativa entre composição da atmosfera e tempo de armazenagem (figura 2).

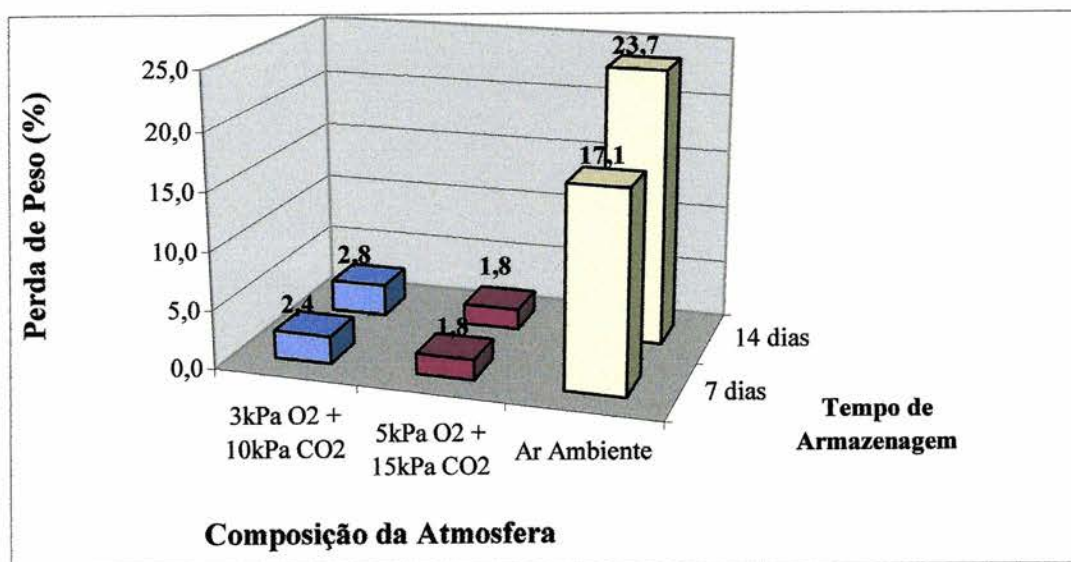


FIGURA 2. Perda de peso de morangos 'Oso Grande' mantidos em diferentes composições iniciais de atmosferas e tempos de armazenagem a 1°C (Experimento 1). Porto Alegre, 2000.

Os frutos mantidos em ar ambiente apresentaram maior perda de peso em relação àqueles das outras duas atmosferas experimentais, tanto aos 7, quanto aos 14 dias de armazenagem. Diferenças significativas dentro da mesma composição da atmosfera, só foram observadas entre os tratamentos mantidos em ar ambiente, sendo que as maiores perdas se deram aos 14 dias. A maior percentagem de perda de peso, observada nesses tratamentos, deve ser atribuída à elevada desidratação dos frutos. Como a água é o principal componente do peso em morangos, sua redução implica na diminuição do peso final dos frutos. Dentre os fatores que afetam a perda de água e, conseqüentemente, o peso, destaca-se a UR. Neste experimento, é provável que a UR dentro da câmara B.O.D, tenha

se mantido em valores inferiores aos recomendados para o armazenamento de morangos (entre 90 e 95% de UR) (Kader, 1992).

Como os vidros dos tratamentos mantidos em ar ambiente estavam destampados, os frutos tiveram uma tendência maior para perder água do que aqueles das outras duas atmosferas experimentais, cujos vidros, permaneceram tampados. Robinson et al. (1975), citado por García et. et. (1998), mencionam que a máxima perda de peso comercialmente tolerada para morangos é de 6%. De acordo com esse critério, constata-se que tanto os frutos mantidos nas atmosferas iniciais de 3kPa O<sub>2</sub> + 10kPa CO<sub>2</sub>, como de 5kPa O<sub>2</sub> + 15kPa CO<sub>2</sub>, apresentaram valores abaixo do tolerado. O mesmo não ocorrendo com os frutos mantidos em ar ambiente, cujos valores de perda de peso ficaram bem acima do limite tolerado. A análise visual dos frutos, após o período de armazenagem, confirma a afirmação desses pesquisadores, uma vez que os frutos mantidos em ar ambiente estavam murchos e portanto, sem condições de serem comercializados.

No experimento 2, diferenças de perda de peso dos morangos foram constatadas entre tempos de armazenagem. Nos tratamentos armazenados por 14 dias, a perda de peso foi em média de 2,3%, contra 0,9% para os tratamentos armazenados por 7 dias. O incremento de perda de peso, com o aumento do tempo de armazenagem, deve ser atribuído à perda de água pelos frutos, decorrente do processo transpiratório. A redução do peso dos frutos em função da desidratação, normalmente é observada durante a armazenagem, devido à diferença de pressão de vapor existem entre o ar dos espaços intercelulares da epiderme dos frutos e o ar que circunda os mesmos (Kader, 1992).

Na avaliação da variável intensidade de formação de polpa, no experimento 1, constatou-se que os frutos mantidos em ar ambiente apresentaram uma maior deformação de polpa, em relação aos frutos das outras duas atmosferas experimentais (Tabela 4).

TABELA 4. Intensidade de deformação de polpa de morangos 'Oso Grande' armazenados em diferentes composições iniciais de atmosferas, durante 7 e 14 dias a 1°C (Experimento 1). Valores expressos em mm de deformação de polpa. Porto Alegre/RS, 2000.

<b>Composição da Atmosfera</b>		
<b>Ar Ambiente</b>	<b>3kPa O<sub>2</sub> + 10kPa CO<sub>2</sub></b>	<b>5kPa O<sub>2</sub> + 15kPa CO<sub>2</sub></b>
0,51 a	0,11 b	0,10 b

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan ( $P < 0,05$ ).

A maior intensidade de deformação de polpa dos morangos mantidos em ar ambiente, provavelmente tenha ocorrido devido à diminuição da turgescência dos tecidos, como uma consequência da elevada transpiração dos frutos. A redução da firmeza de polpa em frutos armazenados em ar ambiente também foi observada por outros pesquisadores. Larsen & Watkins (1995) trabalhando com morangos da cultivar Pajaro observaram uma diminuição gradual na firmeza dos frutos quando estes foram mantidos em ar ambiente, durante um período de armazenagem de até 12 dias. García et al. (1998), estudando a qualidade de morangos 'Oso Grande' e 'Camarosa' embalados ou não em diferentes filmes plásticos, também constataram uma menor firmeza da polpa após 4 dias de armazenagem, quando os frutos não foram embalados com filme. Na comparação entre a amostra inicial e os tratamentos armazenados por 7 e 14 dias (pelo teste de T), nenhuma diferença significativa foi encontrada entre os tempos de armazenagem.

No experimento 2, foi constatada interação significativa entre composição da atmosfera e tempo de armazenagem refrigerada para a variável intensidade de deformação de polpa (Figura 3).



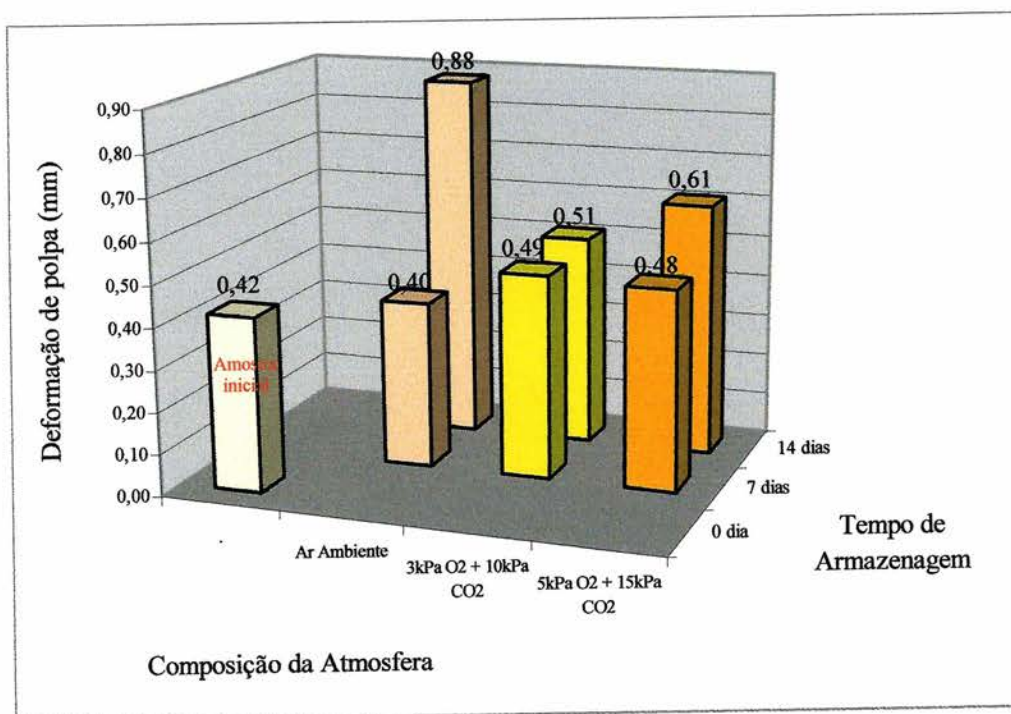


FIGURA 3. Intensidade de deformação de polpa de morangos 'Oso Grande', embalados em sacos de polietileno de 90 $\mu$ m de espessura e mantidos em diferentes composições iniciais de atmosfera e tempos de armazenagem a 0°C (Experimento 2). Porto Alegre, 2001.

Aos 7 dias de armazenagem não houve diferenças entre as atmosferas experimentais. Entretanto, aos 14 dias os frutos do tratamento controle apresentaram-se mais suscetíveis à deformação do que os das outras duas atmosferas, os quais não diferiram entre si. Entre os tratamentos controle, houve um aumento na intensidade de deformação de polpa de mais de 100% dos 7 para os 14 dias de armazenagem. Nas outras duas atmosferas experimentais, não houve diferenças significativas com o aumento do tempo de armazenagem. Li & Kader (1989), trabalhando com morangos 'Selva' constataram que os frutos armazenados a 2°C em atmosferas com altos níveis de CO<sub>2</sub> (10 a 20%) e/ou baixos de O<sub>2</sub> (0,5 a 2%), por até 14 dias, estavam mais firmes do que os frutos armazenados em ar ambiente. Estes resultados foram mais tarde confirmados por Larsen & Watkins (1995), os quais constaram que morangos 'Pajaro' armazenados a 0°C em atmosfera com 20% de CO<sub>2</sub> estavam mais firmes, após 12 dias, do que os frutos armazenados em ar ambiente.

Assim, os resultados do presente estudo, indicam uma possível contribuição das atmosferas com concentrações iniciais de 3kPa O<sub>2</sub> + 10kPa CO<sub>2</sub> e 5kPa O<sub>2</sub> + 15kPa CO<sub>2</sub> para a manutenção da firmeza, já que não houve diferença significativa na intensidade de deformação de polpa com o aumento do tempo de armazenagem.

Quando comparados com a amostra inicial (dia "0"), os tratamentos armazenados por 7 dias não apresentaram alteração significativa na intensidade de deformação de polpa. Entretanto, aos 14 dias, foi constatado um aumento significativo na intensidade de deformação de polpa em relação à amostra inicial. Estes resultados parecem contradizer a afirmação feita acima porém, estas diferenças se devem à contribuição da média do tratamento controle aos 14 dias, o qual apresentou um aumento significativo na intensidade de deformação de polpa em relação aos outros dois tratamentos.

A manutenção da firmeza de polpa dos frutos é um importante atributo de qualidade no manejo pós-colheita. Frutos mais firmes, em geral, estão associados a uma melhor conservação e aspecto visual, sendo portanto, mais apreciados pelos consumidores.

Na avaliação da cor da epiderme dos morangos do experimento 2, nenhuma diferença significativa foi encontrada entre os tratamentos, em termos de valores de "croma" e "h", os quais indicam, respectivamente, a intensidade da cor e o ângulo de intensidade da cor. Os tratamentos armazenados por 7 e 14 dias também não diferiram da amostra inicial. Os valores médios para o "croma" e "h" da amostra inicial foram de 41,2 e 33,2°, respectivamente, enquanto que os valores de "croma" e "h" da média geral dos tratamentos foram de 43,2 e 33,6°. Estes resultados indicam que a coloração da epiderme dos morangos não foi afetada significativamente, nem pelas composições de gases no interior da embalagem, nem pelo tempo de armazenagem. Os valores de "croma" semelhantes, mostram que não houve escurecimento acentuado dos frutos, enquanto que o

valor "h" semelhantes indicam que a cor vermelha dos frutos manteve-se praticamente a mesma em relação ao início do experimento.

Resultados semelhante foram encontrados por Nunes e Morais (1995), Garcia et al.(1998) e Sanz et al. (1999) que também não observaram alteração na cor nem o escurecimento dos morangos, armazenados por 7, 4 e 7 dias, respectivamente.

A manutenção da cor dos morangos durante a armazenagem é um outro atributo de qualidade desejado, já que o escurecimento excessivo dos frutos compromete seu aspecto visual e portanto a sua aceitação pelo consumidor.

### 3.3.3. Análise química

Em relação à acidez total titulável (A.T.T.) dos morangos do experimento 1, diferenças significativas foram encontradas entre as composições de atmosferas (Tabela 5).

TABELA 5. Acidez total titulável de morangos 'Oso Grande' armazenados em diferentes composições iniciais de atmosferas, durante 7 e 14 dias a 1°C (Experimento 1). Valores expressos em percentagem de ácido cítrico. Porto Alegre/RS, 2000.

Composição da Atmosfera		
Ar ambiente 0,92 a	3kPa O <sub>2</sub> + 10kPa CO <sub>2</sub> 0,66 b	5kPa O <sub>2</sub> + 15kPa CO <sub>2</sub> 0,67 b

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan (P<0,05).

Os maiores valores de A.T.T. encontrados nos tratamentos com ar ambiente devem estar relacionados a uma maior perda de água pelos frutos, resultando na concentração dos ácidos orgânicos presentes no suco celular. Na comparação da amostragem inicial com os tratamentos armazenados, tanto aos 7 dias, como aos 14 dias, não foram encontradas alterações significativas de A.T.T. Diversos trabalhos têm mostrado pouca variação na A.T.T. durante a armazenagem. Li & Kader (1989) também não encontraram variação significativa nos valores de A.T.T. em morangos 'Selva' durante o armazenamento a 2°C em atmosferas enriquecidas com CO<sub>2</sub> e/ou com baixos níveis de O<sub>2</sub> e em ar. Segundo Reyes et al. (1982), citado por Sanz et al. (1999), durante o

amadurecimento dos morangos, o conteúdo de ácido málico diminui rapidamente, enquanto que o de ácido cítrico, diminui mais lentamente. Sanz et al. (1999) mencionam que os níveis de ácido málico e ácido cítrico devem dar um indicativo do grau de amadurecimento dos frutos.

Na avaliação do experimento 2, os valores de A.T.T. não diferiram entre os tratamentos, sendo o valor médio encontrado para esta variável de 0,89%. Resultados semelhantes foram encontrados por El-Kazzaz et al. (1983), os quais não constataram diferenças significativas na A.T.T. em morangos das cultivares G3 e G4, armazenados a 0°C por até 21 dias, em atmosferas com diferentes níveis de O<sub>2</sub> e/ou CO<sub>2</sub> e em ar.

Na comparação da amostra inicial com os tratamentos armazenados por 7 e 14 dias, foi observado um aumento na A.T.T, com o aumento do tempo de armazenagem. Entretanto, diferenças significativas só foram observadas entre a amostra inicial e os tratamentos armazenados por 14 dias, sendo os valores médios encontrados para esta variável de 0,84% e 0,92%, respectivamente e 0,87%, para os tratamentos armazenados por 7 dias. O aumento da A.T.T. dos tratamentos armazenados por 14 dias deve estar relacionado com a perda de água dos frutos. Nunes & Morais (1995) observaram que o efeito de concentração, devido à perda de água durante a armazenagem, tende a obscurecer as alterações nos teores de sólidos solúveis totais, acidez titulável e ácido ascórbico, quando expressados na base da matéria fresca. Weichman (1986), citado por Nunes & Morais (1995), por sua vez, menciona que os ácidos orgânicos tendem a diminuir e não a aumentar, durante o amadurecimento dos frutos, devido à utilização como substrato para a respiração. Deste modo, o aparente aumento da A.T.T. observado aos 14 dias, deve ser uma consequência não da síntese de ácidos orgânicos, mas sim, do efeito da concentração, em função da perda de água pelos frutos. Embora o efeito de concentração mencionado anteriormente deva ser considerado, é possível que os teores de ácidos orgânicos não

tenham diminuído significativamente ao longo do tempo de armazenagem. Sendo assim, os resultados obtidos no presente experimento são um indicativo de que as concentrações de gases no interior das embalagens podem ter contribuído para retardar a atividade respiratória e assim, diminuir o consumo de reservas de ácidos orgânicos. Este efeito pode ter ocorrido mesmo entre os tratamentos com ar ambiente, cujas concentrações iniciais de  $O_2$  e  $CO_2$  possivelmente eram de 21% e 0,03%, mas que provavelmente se alteraram com a atividade respiratória dos frutos (consumo de  $O_2$  e produção de  $CO_2$ ), atingindo concentrações que pudessem retardar a respiração. Sanz et al. (1999) observaram que os níveis de  $O_2$  foram reduzidos de 21% para 4,84% e os níveis de  $CO_2$  aumentaram de 0,03% para 23,38% quando morangos 'Camarosa' foram mantidos por 2 dias a  $0^\circ C$ , seguidos de mais 5 dias a  $20^\circ C$  em embalagens de polipropileno microperfuradas.

Em relação à variável açúcares totais, no experimento 1, houve diferenças significativas, tanto entre tempos de armazenagem, como entre composições da atmosfera (Tabela 6).

TABELA 6. Teores de açúcares totais de morangos 'Oso Grande' armazenados em diferentes composições de atmosfera e tempos de armazenagem a  $1^\circ C$  (Experimento 1). Valores expressos em mg de açúcares por grama de amostra. Porto Alegre/RS, 2000.

<b>Composição da Atmosfera</b>		
<b>Ar ambiente</b>	<b>3kPa <math>O_2</math> + 10kPa <math>CO_2</math></b>	<b>5kPa <math>O_2</math> + 15kPa <math>CO_2</math></b>
<sup>1</sup> 55,9 a	37,8 b	37,7 b
<b>Tempo de Armazenagem</b>		
<b>7 dias</b>	<b>14 dias</b>	
<sup>1</sup> 48,6 a	39,0 b	

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Duncan ( $P < 0,05$ ).

Os maiores teores de açúcares totais verificados nos tratamentos com ar ambiente devem ter ocorrido em função da elevada perda de água pelos frutos (superior a 17%), levando a um aumento na concentração de açúcares por grama de tecido.

Como os resultados são expressados na base do peso fresco, os teores de açúcares podem estar mascarados, levando a falsa conclusão de que os tratamentos mantidos em ambiente foram superiores aos outros tratamentos. Em relação ao fator tempo de armazenagem, houve um aumento significativo dos teores de açúcares totais do início do experimento até os 7 dias (40,1 mg/g e 48,6 mg/g, respectivamente), seguido de uma redução significativa aos 14 dias (39,0 mg/g). Os menores valores observados aos 14 dias se devem aos frutos terem consumido mais reservas de carboidratos para manter a atividade respiratória. Resultados semelhantes ao do presente estudo, foram encontrados por outros autores. Sanz et al. (1999) verificaram aumento nos teores de glicose e frutose de morangos 'Camarosa' até o terceiro dia de armazenagem, seguido de uma redução nos teores destes açúcares até o sétimo dia de armazenagem.

No experimento 2, diferenças significativas foram encontradas entre tempos de armazenagem (Tabela 7).

TABELA 7. Teores de açúcares totais de morangos 'Oso Grande' mantidos em diferentes composições iniciais de atmosferas e tempos de armazenagem refrigerada a 0°C (Experimento 2). Porto Alegre/RS, 2001.

Tempo de Armazenagem	Açúcares Totais (mg/g)
7 dias	35,2 b
14 dias	40,2 a
0 dia <sup>1</sup>	32,6 A
7 dias	35,2 A
0 dia <sup>1</sup>	32,6 B
14 dias	40,2 A

<sup>1</sup> Corresponde a amostra tomada no dia da instalação do experimento (23/01/01).

Médias seguidas de mesma letra **minúscula** não diferem entre si pelo teste de Duncan (P<0,05) e médias seguidas de mesma letra **maiúscula** não diferem entre si pelo teste de T (P<0,05).

O aparente aumento nos teores de açúcares durante o armazenamento pode não representar o comportamento dos frutos. Isto porque, os morangos dos tratamentos armazenados por 14 dias, apresentaram uma perda de peso (perda de água) três vezes

maior, em relação aos armazenados por 7 dias, ocorrendo portanto, a concentração de açúcares por grama de amostra. Deste modo, é possível que os valores mais elevados aos 14 dias se deva a este fenômeno, mascarando os resultados quando expressados na base da matéria fresca. Na comparação da média da amostra inicial (Tabela 7), pelo teste de T, com as médias dos tratamentos armazenados por 7 e 14 dias, os resultados não mostraram aumento significativo dos teores de açúcares totais até os 7 dias porém, mostraram que os tratamentos armazenados por até 14 dias apresentaram valores mais elevados de açúcares totais. Normalmente, os teores de açúcares tendem a diminuir significativamente, em função do catabolismo das reservas de carboidratos, ou podem apresentar uma pequena variação ao longo do período de armazenagem, dependendo da composição de gases a que os frutos estão submetidos. Na literatura, entretanto, os resultados são contraditórios. El-Kazzaz et al. (1982) e Li & Kader (1989) não encontraram diferenças significativas nos teores de sólidos solúveis em morangos armazenados a 2°C e 0°C por até 14 e 21 dias, respectivamente. Por outro lado, Scalon et al. (1995) encontraram aumento nos teores de sólidos solúveis em morangos "Sequóia" armazenados a 0°C por até 14 dias em atmosfera modificada.

Na avaliação da variável ácido ascórbico, experimento 1, diferenças significativas foram encontradas tanto entre tempo de armazenagem, como entre composição da atmosfera (Tabela 8). Teores mais elevados de ácido ascórbico encontrados nos tratamentos mantidos em ar ambiente, podem ser atribuídos a grande perda de água verificada pelos frutos, resultando numa maior concentração nos seus tecidos. Nunes et al. (1998) citam que a elevada perda de água durante a armazenagem de morangos, tende a mascarar as perdas de ácido ascórbico, quando os valores são expressados na base do peso fresco.

TABELA 8. Teores de ácido ascórbico de morangos 'Oso Grande' armazenados em diferentes composições de atmosfera e tempos de armazenagem a 1°C (Experimento 1). Valores expressos em mg por 100g de amostra. Porto Alegre/RS, 2000.

Composição da Atmosfera		
Ar ambiente	3kPa O <sub>2</sub> + 10kPa CO <sub>2</sub>	5kPa O <sub>2</sub> + 15kPa CO <sub>2</sub>
<sup>1</sup> 59,4 a	46,4 b	44,1 b
Tempo de Armazenagem		
7 dias	14 dias	
<sup>1</sup> 53,3 a	46,7 b	

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem significativamente pelo teste de Duncan (P<0,05).

Em estudos anteriores usando morangos 'Chandler', 'Oso Grande' e 'Sweet Charlie', Nunes et al. (1995) observaram que o aparente aumento no conteúdo de ácido ascórbico total, expressado na base do peso fresco, durante a armazenagem, foi devida mais à perda de água do que a um aumento real nos teores. Embora os teores expressados na base do peso fresco devam representar melhor as concentrações dos nutrientes para um consumidor, a expressão do conteúdo total de ácido ascórbico na base do peso seco deve representar melhor os reais valores desta vitamina. Neste estudo, os teores de ácido ascórbico diminuíram com o tempo de armazenagem. Este dados contrariam as conclusões de Li & Kader (1989) e Nunes & Morais (1995), os quais não verificaram diferenças significativas no conteúdo de ácido ascórbico, durante armazenagem de morangos 'Selva' e 'Chandler'.

No experimentos 2, diferenças significativas também foram verificadas entre tempos de armazenagem (Tabela 9).

TABELA 9. Teores de ácido ascórbico de morangos 'Oso Grande' mantidos em diferentes composições iniciais de atmosferas e tempos de armazenagem a 0°C. Valores expressos em mg por 100g de amostra. Porto Alegre/RS, 2001.

Tempo de Armazenagem	
7 dias	14 dias
57,0 a	52,5 b

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan (P<0,05).



Houve uma redução no conteúdo de vitamina C com o aumento do tempo de armazenagem. Esta variação não foi detectada pelo teste de T, o qual não mostrou diferenças significativas nos teores de vitamina C da amostra inicial (56,5mg/100g), tanto em relação aos tratamentos armazenados por 7 dias (57,0mg/100g), como em relação aos armazenados por 14 dias (52,5mg/100g); embora numericamente, o valor obtido aos 14 dias tenha sido inferior à amostra inicial. A redução nos teores de vitamina C também foi observada por outros autores. Cardello & Cardello (1998) verificaram uma diminuição gradual do conteúdo de vitamina C com o amadurecimento de mangas. Este autor cita que a determinação do conteúdo de ácido ascórbico em vegetais é importante, pois sendo a vitamina mais termolábil, sua presença no alimento, indica que provavelmente os demais nutrientes também estão sendo preservados.

A não existência de diferença significativa entre a amostra inicial e os tratamentos armazenados por 14 dias deve ser atribuída à perda de água, pois conforme descrito anteriormente, os frutos armazenados por 14 dias, apresentaram uma perda de peso três vezes maior do que aqueles armazenados por 7 dias. O resultado disso é uma maior concentração de ácido ascórbico por grama de tecido, resultando em valores semelhantes aos observados no início do experimento.

### 3.4. CONCLUSÃO

O estudo preliminar empregando vidros para a obtenção de atmosferas modificadas mostrou que o armazenamento de morangos 'Oso Grande' com concentrações iniciais de 3kPa O<sub>2</sub> + 10kPa CO<sub>2</sub> ou 5kPa O<sub>2</sub> + 15kPa CO<sub>2</sub> a 1°C, apresentam um bom potencial para a conservação dos frutos por até 7 dias. Os benefícios encontrados com a utilização destas atmosferas foram a manutenção da firmeza de polpa, dos teores de ácidos orgânicos, de açúcares totais, além do controle do desenvolvimento de podridões causadas por *Botrytis cinerea*.

A modificação da atmosfera em embalagens de polietileno de 90 $\mu$ m de espessura, empregando concentrações iniciais de 3kPa O<sub>2</sub> + 10kPa CO<sub>2</sub>, 5kPa O<sub>2</sub> + 15kPa CO<sub>2</sub> ou do ar ambiente, no armazenamento de morangos 'Oso Grande' a 0°C, possibilitou aumentar o período de conservação e manter a qualidade dos frutos até 7 dias. Os benefícios da utilização destas atmosferas foram a manutenção da firmeza de polpa, da coloração dos frutos, dos teores de açúcares totais e de vitamina C, além do controle do desenvolvimento de podridões causadas por *Botrytis cinerea*.

## CAPÍTULO IV

### 4.1. CONCLUSÕES GERAIS

Curtos períodos entre a colheita e o resfriamento indicaram não representar uma redução significativa na qualidade de morangos após o armazenamento por até 7 dias.

Neste trabalho ficou nítida a importância da colheita de morangos em horários mais frescos do dia, em especial, no início da manhã, devido a melhor qualidade dos frutos.

A utilização de atmosferas modificadas empregando embalagens de polietileno de 90 $\mu$ m de espessura e concentrações iniciais de 3kPa O<sub>2</sub> + 10kPa CO<sub>2</sub> e 5kPa O<sub>2</sub> + 15kPa CO<sub>2</sub> e do ar ambiente, apresentaram um bom potencial para a conservação de morangos por até 7 dias.

Novas pesquisas para avaliar os efeitos da demora para o resfriamento de morangos com intervalos maiores do que 4 horas devem ser feitas, pois períodos maiores do que estes são comuns de ocorrem nos locais de produção e poderão mostrar uma redução significativa na qualidade dos frutos.

Sugere-se também, testar a utilização de atmosferas modificadas com as mesmas misturas de gases porém, com períodos maiores do que 7 dias e menores do que 14 dias a fim de verificar a extensão do tempo de conservação e dos benefícios utilizando estas atmosferas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- VELAR FILHO, J.A. de. **Fisiologia e conservação pós-colheita do morango (*Fragaria x ananassa* Dutch)**. Viçosa: [s.n.], [1988?]. 155f. Trabalho realizado como parte das exigências da disciplina FIT 363 – Produção de Hortaliças I.; Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia - Universidade Federal de Viçosa - MG.
- OTREL, N. Sistemas de armazenamento. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.17, n.180, p.9-13, 1994.
- ARDELLO, 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.
- CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/FAEPE, 1990. 320p.
- QUEY, H.M.; FOLLSTAD, M.N.; UOTA, M. Low-oxygen atmospheres for control of postharvest decay of fresh strawberries. **Phytopathology**, Sant Paul, v.56, p.1339-1341, 1966.
- UBOIS, M.; GILLES, K.A.; HAMILTON, J.K. 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.
- L-KAZZAZ, M.K.; SOMMER, N.F.; FORTLAGE, R.J. Effect of different atmospheres on postharvest decay and quality of fresh strawberries. **Phytopathology**, Sant Paul, v.73, n.2, p. 282-285, 1983.
- ERREIRA, M.D.; BRECHT, J.K.; SARGENT, S.A. et al. Physiological responses of strawberry to film wrapping and precooling methods. **Proceeding of the Florida State Society for Horticultural Science**, Florida, v.107, p.265-269, 1994.
- MARCÍA, 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.
- GULL, D.D. A simplified firmness tester for horticultural products. **HortScience**, Alexandria, v. 22, n. 5, p.1146, 1987. ASHS Annual Meeting, 84 & ISTH Annual Congress, 34, 1987, Orlando, Florida, USA. Program & Abstracts.

- HANDENBURG, R.E.; WATADA, A.E.; WANG, C.Y. **The commercial storage of fruits, vegetables and florist and nursery stocks**. Washington: U.S.D.A., 1986. 136p. (Agriculture handbook, 66).
- 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.
- HUDSON, D.E.; MAZUR, M.M. Ascorbic acid, riboflavin, and thiamin content of strawberries during postharvest handling. **HortScience**, Alexandria, v.20, n.1, p.71-72, 1985.
- KADER, A.A. **Postharvest technology of horticultural crops**. 2.ed. Oakland: Division of Agriculture and Natural Resources of University of California, 1992. 296p.
- KADER, A.A. A summary of CA requirements and recommendations for fruits other than apples and pears. In: INTERNATIONAL CONTROLLED ATMOSPHERE RESEARCH CONFERENCE, 7, 1997, Davis. **Proceedings...** Davis: Department of Pomology of University of California, 1997. v.3, p.33.
- KE, D.; EL-SHEIKN, T.; MATEOS, M.; et al. Anaerobic metabolism of strawberries under elevated CO<sub>2</sub> and reduced O<sub>2</sub> atmospheres. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v.343, p.93-99, 1993.
- KIM, G-H; WILLS, R.B. Interaction of enhanced carbon dioxide and reduced ethylene on the storage life of strawberries. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, Ashford, v.73, n.2, p.181-184, 1998.
- LARSEN, M.; WATKINS, C. B. Firmness and aroma composition of strawberries following short-term high carbon dioxide treatments. **HortScience**, Alexandria, v.30, n. 2, p.303-305, 1995.
- LI, C.; KADER, A.A. Residual effects of controlled atmospheres on postharvest physiology and quality of strawberries. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.114, n.4, p.629-634, 1989.
- MICHELL, F.G. Cooling horticultural commodities: I. The need for cooling. In: KADER, A.A. **Postharvest technology of horticultural crops**. 2.ed. Oakland: Division of Agriculture and Natural Resources of University of California, 1992. p.53.
- MOTA, T.G. Antioxidantes. **Sociedade Portuguesa de Cardiologia**. [Lisboa: s.n.], 2001. Disponível em: <[http://www.spc.pt/publico/garra\\_3/Comp-9.htm](http://www.spc.pt/publico/garra_3/Comp-9.htm)>. Acesso em 11 mar. 2001.
- NUNES, M.C.N.; BRECHT, J.K.; MORAIS, A.M.M.B. 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, 1995.

- NUNES, M.C.N.; MORAIS, A.M.M.B. Quality of strawberries after storage in controlled atmospheres at above optimum storage temperatures. **Proceeding of the Florida State Society for Horticultural Science**, Florida, v. 108, p.273-277, 1995.
- NUNES, M.C.N.; BRECHT, J.K.; MORAIS, A.M.M.B. 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.6, p.1033-1036, 1998.
- RESENDE, L.M. de A.; MASCARENHAS, M.H.T.; PAIVA, B.M. Panorama da produção e comercialização do morango. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.20, n.198, p.5-9, 1999.
- SANTOS, A.M. Situação da cultura do morangueiro no estado do Rio Grande do Sul. In: SIMPÓSIO NACIONAL DO MORANGO: MORANGO TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO E PROCESSAMENTO, 1999, Pouso Alegre. **Anais...** Pouso Alegre: [s.n.], 1999. p.115-117.
- SANZ, C.; PÉREZ, A.G.; OLÍAS, R. OLÍAS, J.M. Quality of strawberries packed with perforated polypropylene. **Journal of Food Science**, Chicago, v.64, n.4, p.748-752. 1999.
- SCALON, S.P.Q.; CHITARRA, A.B.; CHITARRA, M.I.F.; et al. Conservação de morangos (*Fragaria ananassa* Duch.) cv. Sequóia em atmosfera modificada. In: CONGRESSO DA PÓS-GRADUAÇÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS, 8, 1995, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 1995. p. 24-25.
- SMITH, R.B. Controlled atmosphere storage of "Readcoat" strawberry fruit. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.117, n.2, p.260-264, 1992.
- SMITH, R.B.; SKOG, L.J. Postharvest carbon dioxide treatment enhances firmness of several cultivars of strawberry. **HortScience**, Alexandria, v.27, n.5, p.420-421, 1992.
- SOMMER, N.F.; FORTLAGE, R.J.; MITCHELL, F.G.; et al. Reduction of postharvest losses of strawberries fruits from gray mold. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.98, n.3, p.285-288, 1973.
- SPAGNOL, W.A.; ROCHA, J.L.V.; PARK, K.J. Pré-resfriamento de frutas e hortaliças. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, v.17, n.180, p.5-9. 1994.
- TEREDA, M.; WATANABE, Y.; KUNITOMA, M.; HAYASHI, E. 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.

## APÊNDICE A

## Análises estatísticas

TABELA 1A. Resumo da análise de variância para a variável perda de peso de morangos 'Camarosa' colhidos em dois horários (às 10 horas e às 12 horas) com dois intervalos colheita-armazenagem (1 horas e 2 horas) e dois tempos de armazenagem (7 e 14 dias) a 4°C. São Sebastião do Cai/RS, 1999.

Causas de Variação	G.L.	Q.M.
Colheita-Atraso <sup>1</sup>	2	1,71396667 ns
Tempo	1	0,52920000 ns
Colheita-atraso x tempo	1	0,01333333 ns
Resíduo	10	0,71992593

<sup>1</sup> Fator combinado: horário de colheita/intervalo colheita-armazenagem

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

Média Geral = 1,5%

TABELA 2A. Resumo da análise de variância para a variável acidez total titulável de morangos 'Camarosa' colhidos em dois horários (às 10 horas e às 12 horas) com dois intervalos colheita-armazenagem (1 horas e 2 horas) e dois tempos de armazenagem (7 e 14 dias) a 4°C. São Sebastião do Cai/RS, 1999.

Causas de Variação	G.L.	Q.M.
Colheita-Atraso <sup>1</sup>	2	0,03653611 *
Tempo	1	0,00563333 ns
Colheita-atraso x tempo	1	0,00750000 ns
Resíduo	10	0,00396667 ns

<sup>1</sup> Fator combinado: horário de colheita/intervalo colheita-armazenagem.

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

Média Geral = 1,05%

TABELA 3A. Resumo da análise de variância para a variável açúcares totais de morangos 'Camarosa' colhidos em dois horários (às 10 horas e às 12 horas) com dois intervalos colheita-armazenagem (1 horas e 2 horas) e dois tempos de armazenagem (7 e 14 dias) a 4°C. São Sebastião do Cai/RS, 1999.

Causas de Variação	G.L.	Q.M.
Colheita-Atraso <sup>1</sup>	2	331,55819444 ns
Tempo	1	24,36750000 ns
Colheita-atraso x tempo	1	39,96750000 ns
Resíduo	10	172,28800000

<sup>1</sup> Fator combinado: horário de colheita/intervalo colheita-armazenagem.

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

Média Geral = 75,4 mg/g

TABELA 4A. Resumo da análise de variância para a variável ácido ascórbico de morangos 'Camarosa' colhidos em dois horários (às 10 horas e às 12 horas) com dois intervalos colheita-armazenagem (1 horas e 2 horas) e dois tempos de armazenagem (7 e 14 dias) a 4°C. São Sebastião do Cai/RS, 1999.

Causas de Variação	G.L.	Q.M.
Colheita-Atraso <sup>1</sup>	2	53,21736111 ns
Tempo	1	6,02083333 ns
Colheita-atraso x tempo	1	8,84083333 ns
Resíduo	10	15,74666667

<sup>1</sup> Fator combinado: horário de colheita/intervalo colheita-armazenagem.

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

Média Geral = 64,3 mg/100g

TABELA 5A. Resumo da análise de variância para a variável perda de peso de morangos 'Camarosa' colhidos em dois horários (8h30min e 10h30min) com dois intervalos colheita-armazenagem (1 horas e 3-4horas) e dois tempos de armazenagem (7 e 14 dias) a 4°C. São Sebastião do Cai/RS, 1999.

Causas de Variação	G.L.	Q.M.
Colheita	1	0,77041667 ns
Atraso	1	0,26041667 ns
Tempo	1	0,30375000 *
Colheita x atraso	1	2,60041667 ns
Colheita x tempo	1	0,35041667 ns
Atraso x tempo	1	0,30375000 ns
Colheita x atraso x tempo	1	1,00041667 ns
Resíduo	16	1,08500000

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

Média Geral = 1,52%

TABELA 6A. Resumo da análise de variância para a variável acidez total titulável de morangos 'Camarosa' colhidos em dois horários (8h30min e 10h30min) com dois intervalos colheita-armazenagem (1 horas e 3-4horas) e dois tempos de armazenagem (7 e 14 dias) a 4°C. São Sebastião do Cai/RS, 1999.

Causas de Variação	G.L.	Q.M.
Colheita	1	0,02600417 *
Atraso	1	0,01353750 *
Tempo	1	0,00050417 ns
Colheita x atraso	1	0,01000417 ns
Colheita x tempo	1	0,01000417 ns
Atraso x tempo	1	0,00033750 ns
Colheita x atraso x tempo	1	0,00070417 ns
Resíduo	16	0,00240000 ns

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

Média Geral = 0,70%



TABELA 7A. Resumo da análise de variância para a variável ácido ascórbico de morangos 'Camarosa' colhidos em dois horários (8h30min e 10h30min) com dois intervalos colheita-armazenagem (1 horas e 3-4horas) e dois tempos de armazenagem (7 e 14 dias) a 4°C. São Sebastião do Cai/RS, 1999.

Causas de Variação	G.L.	Q.M.
Colheita	1	79,20666667 ns
Atraso	1	119,70666667 ns
Tempo	1	455,88166667 *
Colheita x atraso	1	125,12666667 ns
Colheita x tempo	1	278,80166667 *
Atraso x tempo	1	20,53500000 ns
Colheita x atraso x tempo	1	127,88166667 ns
Resíduo	16	474,1800000

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

Média Geral = 67,6 mg/100g

TABELA 8A. Resumo da análise de variância para a variável açúcares totais de morangos 'Camarosa' colhidos em dois horários (8h30min e 10h30min) com dois intervalos colheita-armazenagem (1 horas e 3-4horas) e dois tempos de armazenagem (7 e 14 dias) a 4°C. São Sebastião do Cai/RS, 1999.

Causas de Variação	G.L.	Q.M.
Colheita	1	2.40666667 ns
Atraso	1	0,32666667 ns
Tempo	1	113,53500000 ns
Colheita x atraso	1	22,81500000 ns
Colheita x tempo	1	22,42666667 ns
Atraso x tempo	1	43,74000000 ns
Colheita x atraso x tempo	1	23,60166667 ns
Resíduo	16	27,82791667

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

Média Geral = 66,1 mg/g

TABELA 9A. Resumo da análise de variância para a variável perda de peso de morangos 'Oso Grande' mantidos em diferentes composições iniciais de atmosferas e tempos de armazenagem refrigerada. Porto Alegre/RS, 2000.

Causas de Variação	G.L.	Q.M.
Atmosfera	2	889.4467171 *
Tempo	1	33.1350550 *
Atmosfera x Tempo	2	27.8149673 *
Resíduo	18	5.5066601

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

Média geral = 8, 25%

TABELA 10A. Resumo da análise de variância para a variável intensidade de deformação de polpa de morangos 'Oso Grande' mantidos em diferentes composições iniciais de atmosferas e tempos de armazenagem refrigerada. Porto Alegre/RS, 2000.

<b>Causas de Variação</b>	<b>G.L.</b>	<b>Q.M.</b>
Atmosfera	2	0.4579626 *
Tempo	1	0.0384001 ns
Atmosfera x Tempo	2	0.0538625 ns
Resíduo	18	0.0241444

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

Média geral = 0,24 mm de deformação.

TABELA 11A. Resumo da análise de variância para a variável acidez total titulável de morangos 'Oso Grande' mantidos em diferentes composições iniciais de atmosferas e tempos de armazenagem refrigerada. Porto Alegre/RS, 2000.

<b>Causas de Variação</b>	<b>G.L.</b>	<b>Q.M.</b>
Atmosfera	2	0.1757169 *
Tempo	1	0.0392047
Atmosfera x Tempo	2	0.0036164
Resíduo	18	0.0119791

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

Média geral = 0,75%

TABELA 12A. Resumo da análise de variância para a variável açúcares totais de morangos 'Oso Grande' mantidos em diferentes composições iniciais de atmosferas e tempos de armazenagem refrigerada. Porto Alegre/RS, 2000.

<b>Causas de Variação</b>	<b>G.L.</b>	<b>Q.M.</b>
Atmosfera	2	623.5813986 *
Tempo	1	628.3257840 *
Atmosfera x Tempo	2	144.9319895 ns
Resíduo	18	67.9036472

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

Média geral = 49,6 mg/g

TABELA 13A. Resumo da análise de variância para a variável ácido ascórbico de morangos 'Oso Grande' mantidos em diferentes composições iniciais de atmosferas e tempos de armazenagem refrigerada. Porto Alegre/RS, 2000.

Causas de Variação	G.L.	Q.M.
Atmosfera	2	549.6981348 *
Tempo	1	261.3590374 *
Atmosfera x Tempo	2	4.6018366 ns
Resíduo	18	34.0692239

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

Média geral = 50,0 mg/100g

TABELA 14A. Resumo da análise de variância para a variável perda de peso de morangos 'Oso Grande' mantidos em diferentes composições iniciais de atmosferas e tempos de armazenagem refrigerada. Porto Alegre/RS, 2001.

Causas de Variação	G.L.	Q.M.
Atmosfera	2	0,5337503 ns
Tempo	1	10,1400017 *
Atmosfera x Tempo	2	0,2037497 ns
Resíduo	18	0,2958333

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

Média geral = 1,6 %

TABELA 15A. Resumo da análise de variância para a variável intensidade de deformação de polpa de morangos 'Oso Grande' mantidos em diferentes composições iniciais de atmosferas e tempos de armazenagem refrigerada. Porto Alegre/RS, 2001.

Causas de Variação	G.L.	Q.M.
Atmosfera	2	0,0426042 *
Tempo	1	0,2688167 *
Atmosfera x Tempo	2	0,1186792 *
Resíduo	18	0,0080083

(\*) Significativo ( $P < 0,05$ ),

Média geral = 0,56mm de deformação

TABELA 16A. Resumo da análise de variância para a variável intensidade da cor ("croma") da epiderme de morangos 'Oso Grande' mantidos em diferentes composições iniciais de atmosferas e tempos de armazenagem refrigerada. Porto Alegre/RS, 2001.

Causas de Variação	G.L.	Q.M.
Atmosfera	2	1,66864985 ns
Tempo	1	25,98814450 ns
Atmosfera x Tempo	2	36,38423543 ns
Resíduo	18	36,87228839 ns

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

Média geral = 43,2

TABELA 17A. Resumo da análise de variância para a variável ângulo de intensidade da cor ( $h^\circ$ ) da epiderme de morangos 'Oso Grande' mantidos em diferentes composições iniciais de atmosferas e tempos de armazenagem refrigerada. Porto Alegre/RS, 2001.

Causas de Variação	G.L.	Q.M.
Atmosfera	2	21,28646429 ns
Tempo	1	39,39687896 ns
Atmosfera x Tempo	2	57,50609481 ns
Resíduo	18	29,31887591 ns

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

Média geral = 33,6°

TABELA 18A. Resumo da análise de variância para a variável acidez total titulável de morangos 'Oso Grande' mantidos em diferentes composições iniciais de atmosferas e tempos de armazenagem refrigerada. Porto Alegre/RS, 2001

Causas de Variação	G.L.	Q.M.
Atmosfera	2	0,0017791 ns
Tempo	1	0,0112666 ns
Atmosfera x Tempo	2	0,0006542 ns
Resíduo	18	0,0031806

(s) não significativo ( $P < 0,05$ ),

Média geral = 0,89%



TABELA 19A. Resumo da análise de variância para a variável açúcares totais de morangos 'Oso Grande' mantidos em diferentes composições iniciais de atmosferas e tempos de armazenagem refrigerada. Porto Alegre/RS, 2001.

Causas de Variação	G.L.	Q.M.
Atmosfera	2	89,2969992 ns
Tempo	1	147,5137315 *
Atmosfera x Tempo	2	20,1913750 ns
Resíduo	18	29,2899519

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

Média geral = 37,7mg/g

TABELA 20A. Resumo da análise de variância para a variável ácido ascórbico de morangos 'Oso Grande' mantidos em diferentes composições iniciais de atmosferas e tempos de armazenagem refrigerada. Porto Alegre/RS, 2001.

Causas de Variação	G.L.	Q.M.
Atmosfera	2	19,3005926 ns
Tempo	1	121,9482876 *
Atmosfera x Tempo	2	16,6826864 ns
Resíduo	18	7,0685943

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

Média geral = 54,7mg/100g

TABELA 19A. Resumo da análise de variância para a variável açúcares totais de morangos 'Oso Grande' mantidos em diferentes composições iniciais de atmosferas e tempos de armazenagem refrigerada. Porto Alegre/RS, 2001.

<b>Causas de Variação</b>	<b>G.L.</b>	<b>Q.M.</b>
Atmosfera	2	89,2969992 ns
Tempo	1	147,5137315 *
Atmosfera x Tempo	2	20,1913750 ns
Resíduo	18	29,2899519

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

Média geral = 37,7mg/g

TABELA 20A. Resumo da análise de variância para a variável ácido ascórbico de morangos 'Oso Grande' mantidos em diferentes composições iniciais de atmosferas e tempos de armazenagem refrigerada. Porto Alegre/RS, 2001.

<b>Causas de Variação</b>	<b>G.L.</b>	<b>Q.M.</b>
Atmosfera	2	19,3005926 ns
Tempo	1	121,9482876 *
Atmosfera x Tempo	2	16,6826864 ns
Resíduo	18	7,0685943

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

Média geral = 54,7mg/100g

## APÊNDICE B



FIGURA 1B. Experimento com morangos 'Oso Grande' em atmosfera modificada. Atmosferas experimentais, da esquerda para a direita: ar ambiente,  $3\text{kPa O}_2 + 10\text{kPa CO}_2$  e  $5\text{kPa O}_2 + 15\text{kPa CO}_2$ . Porto Alegre/RS, 2000.

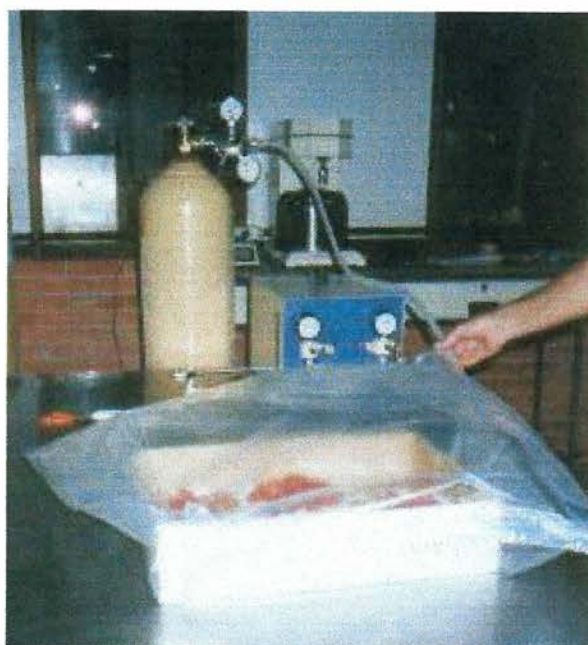


FIGURA 2B. Experimento com morangos 'Oso Grande' em atmosfera modificada. Injeção de um mistura de  $3\text{kPa O}_2 + 10\text{kPa CO}_2$  em embalagem de polietileno de  $90\mu\text{m}$ , após a prévia retirada do ar do interior da embalagem, com o auxílio de uma bomba de vácuo. Porto Alegre/RS, 2001.

## VITA

Júlio Marques Calegare, filho de José Gabriel Calegare e Véra Lúcia Marques Calegare, nasceu em 14 de julho de 1974, no município de Porto Alegre, Rio Grande do Sul.

Cursou o primário no Colégio Estadual de 1º Grau Apolinário Porto Alegre, em Santiago/RS e na Escola Estadual de 1º Grau Imperatriz Leopoldina, em Porto Alegre. O secundário cursou na Escola Estadual de 1º e 2º Graus Florinda Tubino Sampaio, em Porto Alegre.

Em setembro de 1992 ingressou no Curso de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Durante o período do curso, fez estágios curriculares no Centro Agrícola Demonstrativo da Prefeitura Municipal de Porto Alegre (CAD-PMPA), nos meses de julho de 1995 e janeiro de 1996; no Escritório Municipal da Emater, em Santa Maria, no mês de fevereiro de 1997; na Companhia Brasileira de Micronutrientes S.A (CBM S.A.), em Canoas, no mês de julho de 1997; e na United Trading Company S.A. (UTC S.A.), em Curicó, Chile, no mês de janeiro de 1998. Em outubro de 1998 colou grau de Engenheiro Agrônomo na referida universidade.

Em março de 1999 iniciou o Curso de Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Área de Concentração Horticultura, Opção Fruticultura, da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.