AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE ALGUMAS VARIEDADES
DE MORANGO PARA O PROCESSO DE CONGELAÇÃO

SHIRLEY APARECIDA GARCIA BERBARI

Dissertação apresentada à Escola
Superior de Agricultura "Luiz de
Queiroz", da Universidade de São
Paulo, para obtenção do título de
Mestre em Ciências, área de concentração
- Ciência e Tecnologia de
Alimentos.

P I R A C I C A B A
Estado de São Paulo - Brasil
Agosto - 1992

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE ALGUMAS VARIEDADES
DE MORANGO PARA O PROCESSO DE CONGELAÇÃO

SHIRLEY APARECIDA GARCIA BERBARI

Engenheira de Alimentos

Orientador: Prof. Dr. JOÃO NUNES NOGUEIRA

Dissertação apresentada à Escola
Superior de Agricultura "Luiz de
Queiroz", da Universidade de São
Paulo, para obtenção do título de
Mestre em Ciências, área de concentração
- Ciência e Tecnologia de
Alimentos.

P I R A C I C A B A

Estado de São Paulo - Brasil

agosto - 1992

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Livros da
Divisão de Biblioteca e Documentação - PCAP/USP**

- B484a Berbari, Shirley Aparecida Garcia
Avaliação da qualidade de algumas variedades de
morango para o processo de congelação. Piracicaba,
1992.
90p. ilustr.

Diss.(Mestre) - ESALQ
Bibliografia.

1. Morango - Variedade - Congelamento 2. Morango-
Tecnologia I. Escola Superior de Agricultura Luiz de
Queiroz, Piracicaba

CDD 664.80475

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE ALGUMAS VARIEDADES
DE MORANGO PARA O PROCESSO DE CONGELAÇÃO**

SHIRLEY APARECIDA GARCIA BERBARI

Aprovada em: 03.09.1992

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. João Nunes Nogueira

ESALQ/USP

Prof. Dr. Homero Fonseca

ESALQ/USP

Prof. Dr. Keigo Minami

ESALQ/USP

Prof. Dr. JOÃO NUNES NOGUEIRA
Orientador

*Com carinho,
Ao meu pai Heros (in memoriam)
À minha mãe Shirley e a minha
irmã Paula,
dedico este trabalho.*

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS	i
LISTA DE TABELAS	ii
RESUMO	iv
SUMMARY	vi
1. INTRODUÇÃO	01
2. OBJETIVOS	04
3. REVISÃO DE LITERATURA	05
3.1. Variedades de morango	06
3.2. O congelamento	08
3.3. Tratamentos de pré-congelamento	10
3.4. Armazenamento congelado	18
4. MATERIAL E MÉTODOS	23
4.1. Matéria-prima	23
4.2. Caracterização da matéria-prima	24
4.2.1. Análises físicas	24
4.2.2. Análises químicas	26
4.2.3. Análises sensoriais	30
4.3. Processamento	33
4.3.1. Tratamentos de pré-congelamento	34
4.3.2. Acondicionamento	36
4.3.3. Congelamento e armazenamento congelado	36
4.4. Avaliação do produto final	36

	Página
4.4.1. Análises físicas	37
4.4.2. Análises químicas	40
4.4.3. Análises sensoriais	40
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
5.1. Caracterização da matéria-prima	42
5.1.1. Análises físicas	42
5.1.2. Análises químicas	44
5.1.3. Análises sensoriais	47
5.2. Avaliação do produto final	49
5.2.1. Análises físicas	49
5.2.2. Análises químicas	60
5.2.3. Análises sensoriais	73
6. CONCLUSÕES	80
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	83

TABELA 11 - Sólidos solúveis (Brix) dos morangos congelados - parte sólida (frutos)	67
TABELA 12 - Sólidos solúveis (Brix) dos morangos congelados - parte líquida (líquido exsudado)	68
TABELA 13 - Vitamina C (mg/100g amostra) dos morangos congelados - parte sólida (frutos)	71
TABELA 14 - Vitamina C (mg/100 g líquido) dos morangos congelados - parte líquida (líquido exsudado)	72
TABELA 15 - Avaliação sensorial dos morangos congelados - variedade IAC-Princesa Isabel	76
TABELA 16 - Avaliação sensorial dos morangos congelados - variedade Sequóia	77
TABELA 17 - Avaliação sensorial dos morangos congelados - variedade Reiko	78
TABELA 18 - Avaliação sensorial dos morangos congelados - variedade Chandler	79

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE ALGUMAS VARIEDADES DE MORANGO PARA O PROCESSO DE CONGELAÇÃO

Candidato : Shirley Aparecida Garcia Berbari

Orientador: Prof. Dr. João Nunes Nogueira

RESUMO

O presente trabalho de pesquisa visou avaliar no processo de congelamento, o comportamento de quatro novas variedades de morango: Sequóia, IAC-Princesa Isabel, Reiko e Chandler.

A matéria-prima e o produto final foram avaliados quanto às características físicas, químicas e sensoriais. Foram realizadas medidas objetivas de textura, cor, suculência, teor de sólidos solúveis, teor de vitamina C, pH, acidez total titulável, perda de suco por exsudação e atividade da polifenoloxidase e peroxidase. Subjetivamente foram avaliados o sabor, a textura e a cor.

O preparo dos frutos para o congelamento compreendeu os procedimentos normais de limpeza, corte em metades e os tratamentos de pré-congelamento, que utilizaram: sacarose, cálcio (CaCl_2), pectina e aplicação de calor. Os produtos foram acondicionados em latas com capacidade para 450g,

revestidas internamente com vernis epóxi, recravadas e em seguida congelados a -25°C . O comportamento dos produtos processados foi avaliado aos 45, 90, 135 e 180 dias de armazenamento congelado.

Os resultados mostraram que a variedade Chandler foi a mais adequada para o congelamento, seguida pelas variedades Reiko, Sequóia e IAC-Princesa Isabel. A variedade Chandler foi superior às demais em todos os atributos de qualidade, incluindo textura, cor e sabor. O armazenamento congelado não afetou as características químicas dos morangos e os tratamentos de pré-congelamento tiveram efeito positivo principalmente sobre a textura e sobre a quantidade do líquido exsudado durante o descongelamento dos produtos.

QUALITY EVALUATION OF SOME STRAWBERRY VARIETIES FOR FREEZING

Author : Shirley Aparecida Garcia Berbari

Adviser: Prof. Dr. João Nunes Nogueira

SUMMARY

The present research work was carried out to evaluate four new strawberry varieties for freezing: Sequóia, IAC-Princesa Isabel, Reiko e Chandler.

The raw material and the final product were evaluated by physical, chemical and sensorial analysis. Texture, succulency, soluble solids, ascorbic acid, pH, titratable acidity, dripping losses, poliphenoloxidase and peroxidase activities were determined by objective methods. Flavor texture and color were also evaluated by sensorial methods.

The raw material for processing was prepared through normal proceedings such as cleaning in running water, cut in halves and pre-freezing treatments by using sucrose, calcium chloride (CaCl_2), pectin and heat treatment. The packaging of fruits was accomplished in 450g enameled cans (epoxi sanitary enamel on body and tops), sealed and frozen

at -25°C . The quality of the final product was evaluated at 45, 90, 135 and 180 days of frozen storage.

The results showed that variety Chandler was more adequate for freezing, followed by varieties Reiko, Sequóia and IAC-Princesa Isabel. Chandler was superior in terms of texture, color and flavor. The frozen storage did not affect the strawberries chemical characteristics and pre-freezing treatments had positive effects mainly on texture and dripping losses during the products thawing.

AGRADECIMENTOS

- Ao corpo docente e aos funcionários do Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - USP, por permitir e apoiar a realização deste trabalho.
- Ao Prof. Dr. João Nunes Nogueira, pela orientação e colaboração na elaboração deste trabalho.
- Aos Srs. Tatuó Sasiki e Oswaldo Sasiki, pela doação da matéria-prima necessária à realização deste trabalho.
- Ao Pesquisador Científico Francisco Antônio Passos, pelo auxílio na obtenção da matéria-prima necessária a este trabalho.
- Às Engenheiras de Alimentos Paula Elaine Garcia Berbari e Regina Kitagawa e à Sra. Shirley Garcia Berbari, pelo auxílio no transporte da matéria-prima do campo para o laboratório.
- Aos técnicos Ivani Aparecida Marchetto Moreno e José Carlos Teixeira Mendes, pelo apoio na realização da parte prática deste trabalho.
- Às Dras. Sonia Dedeca da Silva Campos e Vera Lúcia Pupo Ferreira, pelo apoio na realização da parte prática deste trabalho.
- Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP, pelo apoio financeiro a realização deste trabalho.

- À Engenheiranda Elisa Sayoko Nakagima pela realização dos gráficos referentes às análises de cor dos frutos.
- À equipe de analistas sensoriais que participaram da avaliação sensorial realizada no presente trabalho.
- Ao Dr. Zeno José de Martin pelo auxílio na elaboração do "Summary" deste trabalho.
- À equipe de bibliotecárias do Instituto de Tecnologia de Alimentos - ITAL, pela correção das citações bibliográficas deste trabalho.
- Ao Pesquisador Científico José Eduardo Paschoalino pelas sugestões dadas a este trabalho.
- À Sra. Sônia Maria Barsi Pereira pela datilografia deste trabalho.
- A todos que de alguma maneira contribuíram para a execução deste trabalho.

1. INTRODUÇÃO

O morango *Fragaria x ananassa* Duch, é um fruto de clima temperado, com gosto e aroma agradáveis, textura suculenta, sendo por isso muito apreciado e valorizado.

O sabor morango, natural ou sintético, é o preferido, quando em comparação ao de muitas outras frutas, fazendo com que o fruto seja bastante consumido, tanto "in natura", como em uma grande variedade de produtos com ele formulados.

O Estado de São Paulo é o maior produtor e consumidor de morangos no País, abastecendo também o Rio de Janeiro (segundo mercado para esse produto) e mercados distantes como o de Belém e Recife. Em certas ocasiões, nos picos de safra, principalmente nos meses de junho a agosto, chega a ser exportado para a Argentina.

De acordo com informações obtidas no Instituto de Economia Agrícola (IEA) e na Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI), a cultura do morangueiro atingiu na última década uma área cultivada de 600-800 hectares/ano e uma produção de 35 a 40 mil toneladas/ano. No período de 1987-1989, a estimativa anual da área cultivada foi de

670-810 hectares com produção de 26.000 - 34.000 toneladas (LISBÃO, 1991). Desta produção anual, 90% consistiram das variedades IAC 2712, Monte Alegre e Guarani, sendo os outros 10% restantes distribuídos entre diversas outras variedades, dentre as quais encontram-se a Sequóia, Chandler, Reiko (ou Leiko) e IAC-Princesa Isabel.

Em conjunto com as excelentes características organolépticas, o morango também apresenta uma alta perecibilidade, podendo ser armazenado por pequenos períodos (4 a 6 dias, no máximo), a uma temperatura entre 4 a 0°C. Desta forma, o congelamento apresenta-se como a alternativa mais adequada, pois entre os vários métodos de conservação de alimentos, é o que proporciona menores danos aos frutos, tanto do ponto de vista nutricional, como organoléptica. Segundo NEVES FILHO (1986), o congelamento tem sido o método preferido na conservação de morango devido à sua demasiada fragilidade.

No Brasil, a comercialização do morango, a nível de consumo, se dá basicamente através de frutos "in natura", sob refrigeração.

Não foram encontrados na literatura dados sobre a industrialização de morango, destinados ao mercado interno, quer por congelamento ou por apertização, restringindo-se, portanto, a oferta do fruto apenas ao seu período de safra. Fora deste, o preço do produto, quando encontrado, se torna proibitivo.

As poucas indústrias que processam o fruto, para atender ao mercado na entressafra, o fazem na forma de polpa congelada, a fim de que esta seja utilizada como matéria-prima pelas indústrias na elaboração de bombons, iogurtes, sorvetes e geléias.

O desenvolvimento de uma tecnologia adequada, utilizando variedades selecionadas para o processo de congelamento, permitirá às indústrias a oportunidade de oferecer um produto de boa qualidade, a um preço acessível, podendo, assim, ser destinado tanto ao mercado interno como para a exportação, trazendo benefícios diretos para as indústrias, produtores e consumidores.

2. OBJETIVOS

Este trabalho foi desenvolvido visando avaliar a qualidade de algumas variedades de morango no processo de congelação, através de caracterizações física, química e organoléptica destas e do estudo da influência da utilização de tratamentos de pré-congelamento, visando melhorar a qualidade do produto final.

As variedades de morango incluídas no presente estudo foram: "IAC-Princesa Isal", "Chandler", "Reiko" e "Sequóia".

3. REVISÃO DE LITERATURA

A matéria-prima é básica para a qualidade e característica do produto congelado. A seleção de variedade, a região de cultivo, as práticas culturais e o estágio de maturação na colheita, assim como o manuseio do produto colhido antes do processamento, são fatores importantes a serem considerados (PASCHOALINO *et al.*, 1979).

A adequabilidade para congelamento de diversas variedades de morango, assim como a avaliação de fatores que afetam a qualidade deste fruto, quando conservado por congelamento, buscando soluções favoráveis que reduzam ou elimininem tais influências, têm sido objeto de estudos em todo mundo (PASCHOALINO, 1977).

Entre as diversas variedades da mesma espécie de fruta ou hortaliça, existem grandes diferenças de sabor, cor, tamanho, forma, odor, textura, armazenamento, resistência a danos no transporte, nutrientes, resistência a moléstias, espessura da casca, tamanho e número de sementes, rendimento por área, época de maturação e outras propriedades, que irão afetar a adequabilidade do fruto ou hortaliça para este ou aquele determinado método de conservação (PASCHOALI-

NO *et al.*, 1979). Assim, uma variedade de morango pode ser adequada para a elaboração de geléias e não, para o congelamento.

3.1. Variedades de morango

Dentre as variedades de morango existentes no Brasil, merecem destaque especial aquelas que vêm sendo selecionadas ou adaptadas pelo Instituto Agronômico de Campinas (IAC). São elas: IAC-Princesa Isabel, Reiko, Sequóia e Chandler.

A variedade IAC-Princesa Isabel (*Fragaria xanana* Duch.) foi selecionada do cruzamento realizado em 1981 entre os cultivares Alemanha e IAC Jundiaí. Os testes iniciais de campo, que elegeram a planta nº 10 desse cruzamento como promissora, foram realizados em Jundiaí. Desde 1987, as avaliações têm prosseguido em Monte Alagre do Sul e Piedade, nesta última em condições de cultivo comercial. O nome escolhido é uma homenagem à Princesa Isabel, pela comemoração do Centenário da Abolição da Escravatura no Brasil, em 1988 (INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS, 1989).

Com o objetivo de criar uma nova variedade de morango, duas linhagens de plantas foram selecionadas em 1969. Uma foi chamada FS-3, a qual possuía uma coloração vermelha e um excelente sabor. Os frutos desta linhagem foram derivados do cruzamento de uma variedade comercial denominada Fukuda, com uma outra variedade 'HS-1', que possui um crescimen-

to vigoroso e um formato grande e que foi derivada de uma variedade comercial denominada Harunoka. Em 1973 após o cruza-mento de FS-3 e HS-1 com o híbrido "F1", 1300 plantas foram melhoradas. A seguir, conduziu-se uma seleção em viveiro e finalmente um híbrido F1 (FS-3 x HS-1)-11 foi selecionado. Este híbrido foi chamado de "Reiko" que, quando comparado com as variedades Hokowase e Harunoka, apresentou maior teor de açúcar, acidez, vitamina C e melhor sabor (NARUKAMA *et al.*, 1981).

A Sequóia é uma variedade americana, inicialmente testada em 1956, com o nome de Cal. 56.124-12, originada do cruzamento entre 2 híbridos Ca. 52.16-15 e Cal. 5151-1 e finalmente selecionada pela "University of California South Coast Field Station", Santa Ana, em 1958. As plantas desta variedade se destacaram em crescimento, vigor, atratividade e quando comparada com as outras variedades da Universidade, foi considerada a melhor. Os frutos são particularmente atraentes por causa do tamanho grande, da aparência cônica alongada e película vermelha escura (BRINGHURST & VOTH, 1968).

A variedade Chandler é largamente cultivada nos Estados Unidos da América, para a produção de polpa congelada, utilizada na formulação de sorvetes, iogurtes, confeitos e outras sobremesas. No entanto, até o presente momento não foi encontrado material bibliográfico referente ao desenvolvimento desta variedade.

SISTRUNK & MOORE (1967) estudaram 20 variedades americanas de morango. As diversas amostras foram submetidas a análises objetivas e subjetivas e os resultados mostraram que os valores do ponto de maturação e do tamanho dos frutos colhidos no mesmo período, foram fatores que influenciaram nas características de qualidade dos morangos congelados.

3.2. O congelamento

Ao se retirar calor da água no estado líquido, ou em outras palavras, reduzir sua temperatura, haverá menor atividade de suas moléculas. A água passa do estado líquido para o sólido ou vice-versa a uma temperatura que se convencionou como 0°C (sob pressão atmosférica). Como resultado desta redução de temperatura e de atrações mútuas, as moléculas tendem a se agregar em cristais. Este fenômeno recebe o nome de cristalização e nele se baseia o princípio da conservação de alimentos através do abaixamento de temperatura destes, ou seja, por congelamento (NEVES FILHO, 1986).

No caso de sistemas biológicos ou de alimentos, a cristalização da água presente nestes, é extremamente complexa em função de um grande número de variáveis, pois a temperatura, em que a água contida nos vegetais começa a congelar, depende do seu teor de substâncias solúveis.

As frutas e hortaliças utilizadas no congelamento contêm de forma geral 75 a 95% de água, 4 a 23% de sô-

lidos solúveis e de 0,5 a 8% de insolúveis. Devido à larga faixa de sólidos solúveis, o congelamento destes produtos tem início a temperaturas que variam de $-0,5^{\circ}\text{C}$ até $3,5^{\circ}\text{C}$. Para os morangos que têm aproximadamente 9% de sólidos solúveis, o congelamento tem início ao redor de $-1,0^{\circ}\text{C}$ (WHITEMAN, citado por NEVES FILHO, 1986).

A velocidade de congelamento, ou seja, o tempo gasto para que o conteúdo de água dos alimentos passe do estado líquido para o sólido, irá influenciar a manutenção da qualidade do produto "in natura", afetando atributos como sabor, aroma, cor e textura. Assim, quanto mais rápido for ultrapassada a zona de cristalização da água, de 0 a -4°C , melhor será a qualidade do produto (PASCHOALINO, 1989).

Segundo DELGADO *et al.* (1990), os valores das temperaturas características de congelamento mudam com o cultivar, devido às diferenças que estas apresentam em seus conteúdos de água, ou seja, as temperaturas características de congelamento são mais baixas para as variedades que contêm maior teor de sólidos. Assim, as variedades Flórida e Tioga, com teores de sólidos solúveis em torno de 5% (m/m) e conteúdo de água de 89% (p/p) e 87% (p/p), apresentam temperaturas características de congelamento de $-2,8^{\circ}\text{C}$ e $-4,0^{\circ}\text{C}$, respectivamente.

Desta forma, o congelamento dos morangos não se dará no patamar de 0°C , como na água pura. Como visto anteriormente, haverá uma faixa de temperatura que deverá ser

ultrapassada rapidamente, de acordo com recomendações do "International Institute of Refrigeration" (GUTSCHMIDT, J. citado por NEVES FILHO, 1986).

Quando a zona de cristalização da água não é ultrapassada rapidamente, haverá uma influência danosa sobre a qualidade do morango congelado. Existem várias teorias que tentam explicar este fato, como a teoria da perfuração da célula, que é a hipótese mais amplamente divulgada e persistente. De acordo com esta teoria, as paredes celulares são perfuradas pelos cristais de gelo em crescimento. No descongelamento, os conteúdos celulares fluem por essas diminutas perfurações. Quando isso ocorre, há um retalhamento interno do fruto e a intensidade do dano resultante é uma função do tamanho dos cristais e do tempo da congelação. Existem, ainda, as teorias do dano osmótico e da mudança coloidal (PASCHOALINO, 1989).

3.3. Tratamentos de pré-congelamento

Ao serem descongelados, os morangos precisam apresentar características como sabor e acidez pronunciados e agradáveis, cor vermelho - brilhante (mesmo após longo tempo de armazenamento), tamanho bom e uniforme e, principalmente, textura firme (PASCHOALINO *et al.*, 1973/1974).

Na avaliação da qualidade de morangos congelados, as características sensoriais e texturais são os critérios freqüentemente utilizados (GUEGOV *et al.*, 1982).

A textura dos alimentos, notadamente a dos frutos, é um dos seus principais atributos de qualidade. As substâncias p_écticas e os amidos são os componentes dos tec_idos vegetais, responsáveis pela textura dos frutos e hortali_ças. Os processamentos, aos quais estes alimentos são submetidos para sua conservação, influenciam profundamente a textura dos mesmos (SHERMAN, 1979).

Nos morangos congelados, a textura é considerada o mais importante índice de qualidade e também é o atributo que sofre maior degradação durante este tipo de processamento (SZCZENIAK & SMITH, 1969). Assim, sua manutenção constitui um desafio para os tecnologistas de alimentos.

A grande susceptibilidade dos morangos ao dano na textura não é surpreendente, quando se considera seu conteúdo extremamente baixo de sólidos, o que faz com que eles tenham uma estrutura polimérica muito intrincada, capaz de suportar uma grande quantidade de líquido (SZCZENIAK & SMITH, 1969).

Além da composição química, outros fatores como variedade, época de colheita e condições de cultivo podem afetar a textura dos frutos. A chuva e a umidade deixam os frutos menos firmes, pois estes absorvem muita água do solo, ficando com menor tempo de sólidos, assim como os frutos colhidos após o estágio ótimo de maturação são menos firmes (PASCHOALINO *et al.*, 1973/74).

BOURNE (1982) estudou o efeito da temperatura sobre a textura dos morangos e verificou que esta diminuiu quando a temperatura foi aumentada. Por isso, os frutos que não são resfriados logo após a colheita resultam num produto congelado de melhor qualidade.

HUDSON *et al.* (1975a) estudaram a influência do meio de congelamento, a temperatura do xarope e o tempo em que os morangos permaneciam embebidos neste antes do congelamento, a temperatura e o tempo de armazenamento, e os valores de temperatura de congelamento e descongelamento sobre as características sensoriais dos frutos. A variedade estudada foi a Cambridge Favourite. Os resultados mostraram que a cor dos frutos pode ser melhorada se estes permanecerem submersos em xarope (60%) por 3 horas antes de serem congelados e que a textura e o sabor tendem a melhorar quando a submersão é de 4 horas. Quando à temperatura não houve diferença significativa para os frutos congelados e armazenados a -18°C e -32°C . O tempo de armazenamento não afetou a aparência e a textura dos frutos, mas o sabor diminuiu com o passar dos dias.

Experimentos foram desenvolvidos para melhorar a qualidade do congelamento doméstico de morango, variedade Cambridge Favourite, por adição de algumas substâncias, tais como: ácido ascórbico (0,08%), lactato de cálcio (1%), ácido ascórbico (0,08%) + lactato de cálcio (0,04%), ácido cítrico (0,04%) e ácido tartárico (0,04%). Os frutos congela

dos foram armazenados a -18°C por aproximadamente 3 e 5 meses e foram utilizados testes de textura e análise sensorial para avaliar a qualidade do produto. Os aditivos utilizados apresentaram os seguintes resultados: as adições de ácido cítrico e ácido ascórbico + lactato de cálcio, para os dois períodos de armazenamento 3 e 6 meses melhoraram os sabor dos frutos. O ácido cítrico melhorou a cor e a aparência. A textura foi melhorada com a adição de lactato de cálcio + ácido ascórbico (HUDSON *et al.*, 1975b).

HUDSON *et al.* (1977) também estudaram a influência de fatores como: adição de açúcar e de ácido ascórbico sobre a qualidade sensorial de morangos congelados domesticamente. Concluíram que o congelamento lento dos frutos, em xarope (60% m/m) resfriado, melhorou a qualidade dos frutos congelados; o fatiamento dos frutos melhorou o sabor destes; o congelamento com açúcar refinado é mais conveniente e o congelamento rápido melhorou a cor e a aparência dos frutos; a adição de açúcar, após o congelamento, melhorou muito pouco a qualidade; e os frutos inteiros descongelados apresentaram melhor aparência do que os fatiados.

Com o objetivo de melhorar a firmeza dos frutos da variedade Cardinal, morangos muito maduros foram submetidos a tratamentos de pré-congelamento e de pré-processamento térmico (processamento de geléia). Os resultados mostraram que a imersão em soluções com 1% ou 2% de lactato de cálcio ou a infiltração a vácuo destas soluções fez com que

os frutos se tornassem mais firmes, principalmente para os morangos em fatias, no caso da imersão e para os morangos inteiros, no caso da infiltração. Os frutos termicamente processados foram mais favorecidos do que os frutos congelados e descongelados (MAIN *et al.*, 1986).

GARROTE & BERTONE (1975) estudaram a impregnação a vácuo com soluções de sacarose (10%, 20%, 30% e 50%) em morangos cortados ao meio (variedade Tioga), a fim de verificar o efeito de diferentes valores de vácuo e respectivos tempos de aplicação, sobre os frutos congelados. Os melhores resultados foram obtidos com os seguintes tratamentos e tempos de aplicação de vácuo: tempo de impregnação: 2min; tempo de drenagem: 3min. O vácuo de 560mmHg foi o que conservou melhor aparência dos frutos e o que produziu uma maior penetração do xarope. A análise do efeito da velocidade de congelamento mostrou que o método rápido apresentou menores perdas de peso e de volume de suco exsudado, assim como melhor textura e maior pontuação na avaliação sensorial. O pré-tratamento de impregnação a vácuo de 560mmHg com solução de sacarose a 30%, seguido do congelamento com Freon-12 líquido, demonstrou ser o mais conveniente.

A utilização de vácuo tem por objetivo evitar modificações de aroma, sabor e cor que podem ocorrer durante o congelamento e o armazenamento do morango, através de reações catalisadas por enzimas. Como os frutos não são normalmente branqueados, o emprego do vácuo não permitirá que caso

existam enzimas nos morangos, estas utilizem o O_2 como substrato para provocarem mudanças indesejáveis no produto.

Com o mesmo objetivo de melhorar a qualidade do morango congelado, três variedades do fruto: Tioga, Tuff e Cambridge, foram submetidas a dois diferentes tratamentos de pré-congelamento: 1min de imersão em solução contendo 30% de açúcar + 0,3% de amido + 0,3% de ágar-ágar e 1min de imersão em solução com 0,28% $CaCl_2$ mais 0,5% NaCl. Os frutos foram analisados quanto à perda de líquido por exsudação, qualidade sensorial, sólidos solúveis (%), pH, acidez total titulável, atividade de peroxidase, firmeza, antocianinas totais e densidade óptica. Os resultados mostraram que o tratamento com sais ($CaCl_2$ e NaCl) reduziu a perda de líquido por exsudação e que ambos os tratamentos produziram morangos com bom sabor e boa aparência e não afetaram a textura. A amostra-controle foi a preferida apenas do ponto de vista sensorial. O autor recomenda que os morangos sejam consumidos a temperatura entre 0 e 5°C, para evitar a perda de suco e preservar sua textura (FUSTER *et al.*, 1985).

Para determinar a influência da remoção manual ou mecânica do cálice dos morangos sobre a perda de suco por exsudação, durante o descongelamento destes, sete variedades de morango foram estudadas por CRIVELLI & ROSATI (1973). Os dados obtidos mostraram que o tipo de colheita não influenciou na percentagem de suco exsudado dos frutos, no descongelamento. O efeito da imersão dos frutos, antes do congelamento.

to, em solução de ácido ascórbico, sais de cálcio e açúcar também foi avaliado. Apenas a adição de açúcar melhorou a qualidade dos frutos congelados.

Os efeitos dos pré-tratamentos e do congelamento sobre diferentes variedades espanholas de morango também foram investigadas por FUSTER *et al.* (1984). Os tratamentos com adição de açúcar e sais foram aplicados e não tiveram grande influência sobre a textura do produto. Das variedades estudadas, a Cambridge foi considerada a melhor para congelamento.

Morangos, groselhas, ervilhas verdes e couves-flores foram imersos por 1-3 minutos em soluções contendo substâncias, como: metabissulfito de potássio e de alumínio, cloreto de cálcio, extrato de videira, casca de carvalho e chá verde, com o objetivo de reter o conteúdo de vitaminas destas frutas e hortaliças durante o congelamento e armazenamento congelado das mesmas. No caso dos morangos, a melhor retenção do conteúdo inicial de vitamina ocorreu nas amostras tratadas com solução de metabissulfito de potássio por 1min, com retenção de 87,0% do conteúdo inicial. Quando o mesmo tratamento foi aplicado por 3min, a retenção foi de 68,00% (KOROBKINA, 1978).

MORRIS *et al.* (1975) estudaram o comportamento de duas variedades de morango (Sunrise e Cardinal) quanto às influências que o cultivar, o armazenamento congelado, os tratamentos de imersão em soluções contendo substâncias quími-

cas e o tipo de embalagem podem ter sobre a qualidade dos morangos processados. Os frutos inteiros ou em fatias foram tratados por imersão em soluções contendo: 1% ácido cítrico + + 0,5% de lactato de cálcio; 200mg metabissulfito de potássio + 0,5% de lactato de cálcio. Os resultados mostraram que a imersão em soluções contendo lactato de cálcio (0,5%) mais ácido cítrico (1%) ou apenas lactato de cálcio (0,5%), propiciou a melhora da textura dos frutos em fatias.

A adição de fatias de morangos na proporção de 80% de verdes e 60% de maduros, colhidos mecanicamente, em purê de morangos maduros, foi estudada, para determinar o efeito da percentagem de frutas verdes na qualidade do purê. Os resultados mostraram que as frutas verdes e maduras, colhidas mecanicamente, quando adicionadas a purês aumentaram a viscosidade destes, mas diminuiu o teor de ácido ascórbico, de antocianinas totais, e em conseqüência a coloração vermelha também diminuída (SISTRUNK *et al.*, 1983).

GUEGOV *et al.* (1982) estudaram a adequabilidade ao congelamento de 12 variedades de morango cultivadas na Bulgária. Foram realizadas análises físicas, químicas e sensoriais na matéria-prima e no produto final (fruto descongelado). Foram consideradas como mais apropriadas para o congelamento as variedades Belroubi, Cambridge Favourite e Sequóia, que apresentaram percentagem de perda de suco, por exsudação, muito inferiores as das outras variedades em estudo. Neste trabalho os frutos não foram submetidos a nenhum tratamento de pré-congelamento.

A maioria dos tratamentos de pré-congelamento é realizada, a fim de que seja mantida a textura dos morangos "in natura", pois esta é a característica que mais sofre danos, quando os frutos são congelados, como já foi citado anteriormente.

3.4. Armazenamento congelado

Durante o armazenamento dos alimentos congelados pode ocorrer um declínio na qualidade destes. A temperatura de -18°C geralmente é empregada para o armazenamento da maioria dos alimentos congelados. As mudanças comumente encontradas são de ordem física ou química, visto que microrganismos não se desenvolvem a temperaturas tão baixas (MICHENER, citado por TEIXEIRA NETO *et al.*, 1979).

Dentre as mudanças físicas que ocorrem durante o armazenamento congelado das frutas e hortaliças, as mais importantes são a recristalização e a "queima" pelo frio. As oscilações de temperatura fazem com que a água contida nos alimentos congelados, em forma de gelo, se liquefaça e logo em seguida, com o abaixamento da temperatura, novamente se cristalize, ou seja, recristalize, mas desta vez de forma lenta e conseqüentemente com a formação de cristais de tamanho grande, que irão provocar diminuição da qualidade dos alimentos. A "queima" pelo frio é causada pela sublimação da camada superficial de gelo do alimento provocando queima e desidratação do alimento congelado (BERNHARDT *et al.*, 1979).

Muitas transformações químicas podem ocorrer durante o armazenamento congelado dos alimentos. Para as frutas e hortaliças, a perda de ácido ascórbico e a transformação da clorofila em feofitina são as mais importantes delas (BERNHARDT *et al.*, 1979).

O conteúdo da vitamina C, na forma reduzida (ácido dehidroascórbico), foi estudado por DERBEDEVA & KROTOV (1972), em morangos e groselhas, submetidas a diferentes condições de congelamento e armazenamento congelado. Os métodos de congelamento utilizados foram: congelamento me meio líquido, congelamento por "spray" de nitrogênio líquido ou congelamento rápido e as temperaturas de armazenamento foram de -18°C e -30°C . O congelamento ocasionou, de maneira geral, uma perda de 16% no teor inicial de vitamina C dos frutos e o armazenamento à baixa temperatura (-30°C) contribuiu para diminuição destas perdas.

Um outro estudo sobre a estabilidade do ácido ascórbico em frutos congelados foi realizado por KOROBKINA *et al.* (1975). Os frutos, sem branqueamento, foram congelados a -30°C , armazenados a -18°C por 6-8 meses e descongelados à temperatura de 0 a 2°C por 24 horas. Os morangos descongelados sofreram grandes perdas de vitamina C quando comparados com os frutos frescos, ficando com somente 13,1% do seu conteúdo original de vitamina.

WROLSTAD *et al.* (1970) estudaram o efeito do teor de antocianina, de ácido ascórbico, acidez total e pH

sobre a qualidade da cor de morangos congelados. Foram utilizados cinco diferentes variedades de morangos cortados em fatias e misturados com sacarose na proporção de 4:1. Os resultados mostraram que o pH tem alta correlação com a qualidade da cor dos morangos congelados e que os frutos, que possuíam pH menor ou igual a 3,51, apresentavam cor aceitável após o descongelamento. Ainda verificou que o conteúdo de antocianina que propicia uma cor aceitável dos frutos está entre 45,0 a 70,0mg/100g.

Em estudo realizado por CHARLOMOWICZ *et al.* (1971), foram testadas quanto a mudanças nos pigmentos antocianínicos as seguintes variedades de morango: Senga Sengana, Zwyetiezca e Madame Moritot. De acordo com os resultados das análises cromatográficas, o pigmento antocianínico consiste de cianidina -3 - glicosídeo e pelardolina -3 - glicosídeo. Durante o armazenamento congelado das variedades de morango ocorreram perdas de antocianina, sendo que após 3 meses estas perdas foram de 10%, 17% e 31% de perda após 7 meses de armazenamento. As maiores perdas ocorreram para a variedade Madame Moritot.

Duas variedades de morango, Madame Moritot, Senga Sengana e uma variedade de framboesa, Bulgarian Ruby, foram congeladas por fluidização (-30°C) e em câmara fria (-28°C). A seguir as frutas foram armazenadas por mais de 20 meses a -18°C e -20°C . Foram realizadas avaliações da cor dos frutos, pelos sistemas HUNTER e CIE, imediatamente antes

e após o congelamento, e em intervalos de cinco meses durante o armazenamento. Os resultados mostraram que o congelamento causou uma queda na cor vermelha, que variou para a mesma variedade dependendo do método de congelamento. Todavia, durante o armazenamento a estabilidade da cor vermelha mostrou uma tendência linear, independentemente do método de congelamento (SHAU, 1973a).

No mesmo experimento, SHAU (1973a), verificou que a variedade Madame Moritot "in natura" continha 15,71mg/100g de antocianina e Senga Sengana 34,21mg/100g. Após o congelamento dos frutos, estes teores declinaram para 13,09-14,1mg/100g e 28,25-30,24mg/100g, respectivamente, dependendo do método de congelamento (câmara fria -28°C e fluidização -30°C). Durante o armazenamento congelado, o teor de antocianina dos frutos diminuiu, independentemente das temperaturas utilizadas e passou para 7,04-7,54mg/100g para Madame Moritot e 21,37-23,36mg/100g para Senga Sengana, após 20 meses de armazenamento congelado.

A composição de açúcar livre durante o descongelamento de morangos da variedade Senga Sengana foi estudada por SKREDE (1983). O teor de sacarose dos frutos descongelados e drenados e do suco diminuiu em 70%, enquanto os teores de frutose e glicose aumentaram, durante o descongelamento a -4°C . O teor total de açúcar livre permaneceu constante e a degradação da sacarose pela atividade da invertase nos morangos ficou bem evidenciada no experimento. A inversão da

sacarose também ocorreu quando os frutos foram descongelados por uma corrente de ar, por aquecimento em microondas e em água a 35°C, mas em menor extensão. O autor sugeriu que para melhor conservação do açúcar livre, um rápido método de descongelamento deve ser escolhido.

WESCHE-EBELING & MONTGOMERY (1990) estudaram o papel da polifenoloxidase (PFO) na degradação da antocianina de morango. Como substrato para a ação da polifenoloxidase foram utilizados D-catequina, pelargonina e cianina (os 2 últimos compostos fazem parte da antocianina dos morangos). Os resultados detectaram uma pequena atividade da PFO quando se usou cianina, mostrando que esta enzima tem um papel, embora pequeno, na descoloração da antocianina dos morangos.

A influência da sacarose sobre a estabilidade do pigmento antocianina dos morangos congelados foi estudada por WROLSTAD *et al.* (1990). Os frutos foram individualmente congelados em leite fluidizado e embalados com 10, 20 e 40% (p/p) de sacarose. As amostras foram armazenadas a -15°C por 3 anos e analisados quanto ao teor de antocianina, quanto à cor e escurecimento. As análises foram feitas com duas repetições e os resultados revelaram que a sacarose tem efeito protetor significativo sobre o conteúdo de antocianinas dos morangos.

4. MATERIAL E MÉTODOS

As atividades desta pesquisa foram conduzidas nas dependências do Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - USP - Campus de Piracicaba e do Instituto de Tecnologia de Alimentos - Seção de Avaliação e Controle de Qualidade - Campinas - SP.

4.1. Matéria-prima

No presente trabalho foram utilizadas as seguintes variedades de morango: Sequóia, IAC-Princesa Isabel, Reiko ou Leiko e Chandler.

Foram recebidos no laboratório do Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial, lotes de 35Kg de morango (*Fragaria xananassa* Duch.) de cada uma das variedades em estudo, provenientes da cidade de Piedade, Estado de São Paulo, através de doação do Sr. Tatu Sasiki, contactado pelos pesquisadores do Instituto Agrônomo de Campinas.

As variedades Sequóia, IAC-Princesa Isabel, Reiko ou Leiko e Chandler foram selecionadas para a realização do presente trabalho de pesquisa, por se tratarem de va-

riedades em fase de implantação no Estado de São Paulo, não estando, até então, incluídas em pesquisa e por possuírem características favoráveis para o congelamento conforme resultados obtidos em testes preliminares.

As amostras foram levadas ao laboratório no mesmo dia da colheita e todo material foi processado dentro do período máximo de 48 horas, após seu recebimento.

Os frutos processados apresentavam ótimas condições para consumo "in natura" e estavam no seu ponto ótimo de maturação, quando tinham, portanto, as melhores características sensoriais, químicas e físicas.

4.2. Caracterização da matéria-prima

4.2.1. Análises físicas

a) *Textura*: Para as determinações da textura dos frutos foi utilizado o "Texture Testing System" modelo TP-1, acoplado a um registrador automático de variações de força, operando com célula-padrão de cisalhamento e compressão CS-1, com 10 lâminas de 1/8 polegada de espessura e ângulos 90°. O instrumento estava provido de um anel de prova de 300lbf e a velocidade de descida do pistão foi de 20cm/min.

As amostras foram anteriormente pesadas (50g de morangos inteiros, sem os cálices) e colocadas ao acaso na célula-teste.

Os resultados são apresentados em libra força por grama de amostra.

b) *Suculência*: Para as determinações de suculência dos frutos foi utilizado o "Texture Testing System", empregando a célula-padrão de suculometria CR-1. O instrumento estava provido de um anel de 3000lbf e a velocidade de descida do pistão foi de 20cm/min.

As amostras foram previamente pesadas (50g de morangos inteiros, sem os cálices) e colocadas ao acaso na célula-teste, sendo o volume de suco liberado coletado em proveta graduada de 50ml.

Os dados apresentados correspondem ao volume de suco liberado por grama de amostra, quando submetida a uma força máxima de compressão, pelo tempo de 2 minutos.

Os resultados são apresentados em mililitro por grama de amostra.

c) *Rendimento*: Para as determinações de rendimento da matéria-prima, foram utilizadas amostras de 1000g de frutos tomados aleatoriamente dos lotes do material.

Inicialmente os frutos foram pesados em balança semi-analítica conforme eram recebidos no laboratório. A seguir, foram limpos, lavados e drenados por 15 minutos e, então, novamente pesados.

Os resultados são apresentados em percentagem do peso da matéria-prima pronta para processamento em rela-

ção ao peso original da matéria-prima.

Todas as determinações físicas foram efetuadas com três repetições em amostras tomadas aleatoriamente dos lotes das quatro variedades da matéria-prima.

4.2.2. Análises químicas

Para a caracterização química foi retirada, ao acaso, uma amostra de 3Kg de frutos de cada lote das quatro variedades em estudo e nesse material foram efetuadas as seguintes análises:

a) *pH*: Foi determinado em potenciômetro Alpha lab, modelo PA-200. Resultados expressos em unidades de pH.

b) *Acidez total titulável*: Foi determinada segundo método de referência número 22060 da "ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS" - AOAC (1975), conforme descrito a seguir.

Amostras de 10g foram trituradas com 90ml de água destilada e a seguir tituladas rapidamente e sob agitação, com solução 0,1N de NaOH, até pH=7,0; a partir deste ponto a titulação prosseguiu lentamente até pH=8,1.

Os resultados foram expressos em percentagem do ácido presente em maior quantidade na matéria-prima que, no caso do morango, é o ácido cítrico.

c) *Sólidos solúveis*: Expressos em ^oBrix - foi determinado em refratômetro Atago, modelo N-1. Resultados expressos em percentagem (m/m).

d) *Ácido ascórbico* (Vitamina C): Foi determinado por extração em ácido oxálico e leitura em espectofotômetro CELM - Modelo E-215 D, segundo o método de referência da "ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS" - AOAC (1975), conforme descrito a seguir.

Amostras de 50 gramas foram trituradas em liquidificador com 250ml de ácido oxálico a 4 por mil, durante 3 minutos. A seguir esta mistura foi passada para um balão volumétrico de 500ml. O copo do liquidificador foi lavado com porções de 50ml de ácido oxálico, que eram passadas para o balão volumétrico de 500ml, até completar o volume. A seguir, o conteúdo do balão foi filtrado e 20ml deste foi pipetado para um balão volumétrico de 100ml, que teve este volume completado com ácido oxálico 4 por mil. Deste conteúdo, foram então pipetados 10ml para um bēquer de 25ml, que já continha 3ml de solução-tampão (ácido cítrico mais NaOH); a seguir o bēquer foi agitado e, então, foi pipetado 5ml que foi transferido rapidamente para um tubo do espectofotômetro que já continha 5ml de corante (solução 2,6 diclorofenol - indofenol). Usando água destilada para calibrar o espectofotômetro, foi feita uma leitura depois de 15 segundos da mistura e outra quando decorridos mais 15 segundos. Uma terceira leitura foi feita descolorindo-se totalmente a mistura mediante adição de vitamina C pura sólida. O comprimento de onda utilizado foi de 540nm. Os teores das amostras foram calculados tomando-se por base uma curva-padrão de vitamina C, previamente determinada.

Os resultados foram expressos em mg de vitamina C por 100g de amostra.

e) *Determinação da atividade da polifenol oxidase (PFO):*

A atividade da PFO foi determinada de acordo com a técnica descrita por PONTING & JOSLYN (1948), com algumas alterações.

Amostras de 40g de fruto e 160ml de água destilada gelada ($0-4^{\circ}\text{C}$) foram triturados por três minutos em liquidificador. O material assim preparado foi centrifugado (International K) por 15 minutos a 364G. O líquido sobrenadante foi passado para um Erlenmeyer de 250ml com tampa e colocado em banho de gelo picado, para ser utilizado como fonte enzimica (extrato enzimico).

Em outro Erlenmeyer de 250ml foram adicionados 3ml de catecol 0,1M e 96ml de tampão fosfato 0,2M, $\text{pH}=6,0$ (substrato) que, a seguir, foi deixado em banho-maria a 30°C até estabilizar a temperatura. A este substrato foi adicionado 1ml do extrato enzimico, sendo então rapidamente homogeneizado; tomaram-se cerca de 10ml em um tubo de espectrofotômetro, efetuando-se 10 leituras de 1 em 1 minutos, em 425nm.

O espectrofotômetro usado foi o CELM modelo E-215D, previamente calibrado com água destilada. Como controle para a reação enzimica, foi utilizado um tubo do espectrofotômetro contendo apenas o substrato (catecol e tampão fosfato).

Uma unidade da enzima (PFO) foi definida como a quantidade de extrato enzimico que acusou um aumento na absorbância de 0,001 unidades por minuto.

f) Determinação da atividade da peroxidase: a atividade da peroxidase foi determinada de acordo com a técnica descrita por FERHRMANN & DIAMOND (1967), com algumas modificações.

Amostras de 40g de fruto e 160ml de água destilada gelada (0° - 4°C) foram triturados por três minutos em liquidificador. O material assim preparado foi centrifugado (International K) por 15 minutos a 364g. O líquido sobrenadante foi passado para um Erlenmeyer de 250ml com tampa e colocado em banho de gelo picado, para ser utilizado como fonte enzimica (extrato enzimico).

Em outro Erlenmeyer de 50ml foram adicionados 20ml de tampão fosfato 0,2M, pH=6,0 e 2ml do extrato enzimico que, a seguir, foi deixado em banho-maria a 25°C até estabilizar a temperatura. Após a estabilização, foi adicionado 1ml de guaiacol 0,5% e, em seguida, 1ml de H_2O_2 0,08% sendo, então, rapidamente homogeneizado; tomaram-se, a seguir, 10ml em tubo do espectrofotômetro, efetuando-se 10 leituras de 1 em 1 minuto, em 470nm.

O espectrofotômetro usado foi o CELM modelo E-215 D, previamente calibrado com água destilada. Como controle para a reação enzimica, foi utilizado um tubo de espectrofotômetro contendo a mistura reativa menos o peróxido de

hidrogênio (tampão fosfato, extrato enzimico e guaiacol).

Também, no caso da peroxidase, uma unidade da enzima foi definida como a quantidade de extrato enzimico que acusou um aumento na absorbância de 0,001 unidades por minuto.

Todas as determinações químicas foram efetuadas com três repetições em amostras tomadas aleatoriamente dos lotes das quatro variedades da matéria-prima.

4.2.3. *Análises sensoriais*

As amostras dos lotes das quatro variedades de morango estudadas foram avaliadas subjetivamente quanto à cor, textura e sabor.

As avaliações das amostras foram realizadas por uma equipe de oito provadores, previamente selecionada e treinada para este tipo de avaliação (GIRARDOT *et al.*, 1952; DAWSON, 1964 e MARTIN, 1973). Atributos de qualidade como cor, textura e sabor (notadamente este último), devido à complexidade inerente aos mesmos, são geralmente avaliados de maneira mais adequada pela análise sensorial (SAWYER, 1971). Os modelos de fichas utilizadas nestas avaliações estão apresentadas nas Figuras 1, 2 e 3.

Para avaliação da cor dos frutos, as amostras foram servidas em pratos de louça branca, os quais foram dispostos aleatoriamente em bandeja de plástico branco, colocada em local com iluminação de luz fluorescente.

Para avaliação da textura e do sabor, cada amostra foi servida aos provadores em pratos de plástico branco, codificados com números de três dígitos e em cabines individuais iluminadas com luz vermelha, para mascarar a cor dos frutos.

Os dados obtidos foram avaliados estatisticamente através da análise de variância e Teste de Tukey.

AVALIAÇÃO SENSORIAL

Produto:

Tratamento:

Nome:

Data:

Indique a intensidade da TEXTURA de cada amostra de acordo com a escala abaixo.

Amostras	Muito Mole	Mole		Nem Mole Nem Firme			Firme		Muito Firme	Observações
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	

FIGURA 1. Modelo de ficha utilizada na avaliação sensorial das amostras quanto à textura.

AVALIAÇÃO SENSORIAL

Produto:

Tratamento:

Nome:

Data:

Indique a intensidade do SABOR de cada amostra de acordo com a escala abaixo:

Amostras	Sem Sabor	Sabor Fraco		Sabor Moderado			Sabor Intenso		Sabor Muito Intenso	Observações
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	

FIGURA 2. Modelo de ficha utilizada na avaliação sensorial das amostras quanto ao sabor.

AVALIAÇÃO SENSORIAL

Produto:

Tratamento:

Nome:

Data:

Indique a intensidade da COR de cada amostra de acordo com a escala abaixo:

Amostras	Sem Cor	Cor Fraca		Cor Moderada			Cor Intensa		Cor Muito Intensa	Observações
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	

FIGURA 3. Modelo de ficha utilizada na avaliação sensorial das amostras quanto à cor.

4.3. Processamento

As operações utilizadas no processamento dos morangos estão representadas no fluxograma constante da Figura 4.

Após o recebimento no laboratório, de cada lote de matéria-prima, foram inicialmente removidos os cálices dos frutos que em seguida foram lavados, drenados por 15 minutos e cortados ao meio. A seguir, o lote de matéria-prima foi subdividido em porções de peso equivalente, às quais foram aplicados os tratamentos esquematizados na Figura 5.

FIGURA 4. Fluxograma das operações utilizadas no processamento dos morangos.

FIGURA 5. Esquema dos tratamentos de pré-congelamento aos quais os morangos foram submetidos.

4.3.1. Tratamentos de pré-congelamento

Os frutos de cada variedade de morango em estudo foram submetidos aos seguintes tratamentos de pré-congelamento:

A. TRATAMENTOS SEM APLICAÇÃO DE CALOR

1. MORANGO + SACAROSE

Antes do congelamento, os morangos preparados foram misturados com sacarose, na proporção de 4:1 em relação ao peso dos frutos enlatados, permanecendo em repouso por 30 minutos e congelados.

2. MORANGO + SACAROSE + PECTINA

Os morangos preparados foram misturados com sacarose na proporção de 4:1 e com 0,5% de pectina em rela

ção ao peso dos frutos enlatados. A pectina, antes de ser adicionada ao produto foi misturada a 50g do açúcar para evitar a formação de grumos. O produto permaneceu em repouso por 30 minutos e a seguir, foi congelado.

3. MORANGO + SACAROSE + PECTINA + CaCl_2

O procedimento deste tratamento foi igual ao anterior, porém, com adição de cloreto de cálcio na proporção de 0,2% em relação ao peso dos frutos, juntamente com a pectina.

B. TRATAMENTOS COM APLICAÇÃO DE CALOR

4. MORANGO + SACAROSE

Após o preparo e a adição de sacarose na proporção 4:1 em relação ao peso dos frutos, os morangos foram aquecidos a 85°C /15 minutos. Em seguida, foram imediatamente resfriados a 40°C , enlatados, permanecendo em repouso por 30 minutos e congelados.

5. MORANGO + SACAROSE + PECTINA

Este tratamento seguiu o mesmo procedimento que o anterior, porém, com a adição de 0,5% de pectina em relação ao peso dos frutos, conforme citado no item 4.3.1.A.2.

6. MORANGO + SACAROSE + PECTINA + CaCl_2

Este tratamento seguiu o mesmo procedimento que o anterior, porém, com a adição de cloreto de cálcio na

proporção de 0,2% em relação ao peso dos frutos, conforme citado no item 4.3.1.A.3.

4.3.2. Acondicionamento

O acondicionamento do material foi realizado em latas metálicas de folha-de-flandres, com capacidade de 450g (74,6 x 95,2mm), revestidas internamente com verniz epóxi, o que se faz necessário, devido à acidez do produto.

4.3.3. Congelamento e armazenamento congelado

O congelamento foi levado a efeito em congelador a -25°C , onde as amostras permaneceram armazenadas durante um período de 6 meses. O material processado foi analisado aos 45, 90, 135 e 180 dias de armazenamento congelado.

4.4. Avaliação do produto final

Para avaliar a qualidade dos morangos congelados, assim como determinar qual a variedade que melhor se adaptou ao processamento e à eficiência dos tratamentos de pré-congelamento, aos quais os frutos foram submetidos, foram realizadas análises físicas, químicas e sensoriais.

Para a realização das diversas análises, o produto congelado foi retirado do congelador e colocado em refrigerador à temperatura de 5°C por um período de 12 horas, para que ocorresse o descongelamento de forma gradativa, pois uma mudança brusca de temperatura poderia acarretar mudanças

indesejáveis ao produto, notadamente na sua textura. A seguir, o fruto (parte sólida) e o líquido exsudado (parte líquida) foram separados através de drenagem em peneira US-Tyler n:8 (abertura da malha 2,38mm), durante um período de 2min, medidos em cronômetro.

4.4.1. Análises físicas

a) *Textura*: para as determinações da textura dos frutos foi utilizado o "Texture Testing System", conforme descrito no item 4.2.1.a.

As amostras anteriormente descongeladas e drenadas foram pesadas (50g de morangos) e colocadas ao acaso na célula-teste.

Os resultados foram apresentados em libra força por grama de amostra.

b) *Suculência*: conforme descrito no item 4.2.1.b.

Os dados apresentados correspondem ao volume de suco liberado por grama de amostra, quando submetida a uma força máxima de compressão, por um tempo de 2 minutos.

Os resultados são apresentados em mililitro por grama de amostra.

c) *Perda de líquido por exsudação*: para as determinações de perda de líquido por exsudação, amostras de 170g (quantidade correspondente ao conteúdo de uma lata do produ-

to congelado), previamente descongeladas, foram drenadas em peneira US-Tyler n.8 (abertura da malha 2,38mm), por um período de 2 minutos.

Os resultados foram expressos em g líquido exsudado/g da amostra.

d) *Determinação objetiva da cor:* as análises da cor do fruto foram realizadas com amostras de morangos das quatro variedades em estudo. Estas amostras foram lavadas em água corrente e após remoção dos pedúnculos e dos cálices florais, os frutos foram acondicionados em sacos plásticos e congelados. As determinações de cor não foram realizadas com os frutos "in natura", porque o equipamento de análises se encontrava em reparos. Assim, os frutos congelados sem sofrer qualquer tipo de tratamento de pré-congelamento foram analisados juntamente com o produto final, aos 180 dias de armazenamento congelado. Esta amostra sem nenhum tratamento será denominada referência.

Para a realização das análises de cor, as amostras foram descongeladas à temperatura ambiente. Após o descongelamento, o líquido exsudado foi separado dos frutos por drenagem em peneira US-Tyler n.8 (abertura da malha 2,38mm). O líquido exsudado foi, em seguida, separado das sementes e eventuais partículas em suspensão e submetido à vácuo para eliminar os gases presentes.

A leitura de cor das amostras de frutos ou de líquido exsudado foi feita por reflexão em espectrofotômetro

CONCOR 1500 Plus, calibrado com a configuração DREOL, ângulo de 10° , sistema de medição L a b da CIE e iluminante C.

- Cor dos frutos: para esta determinação os frutos foram arranjados em cápsula de fundo de vidro óptico de maneira a construir uma superfície o mais uniforme possível. A espessura das amostras foi tal de maneira que se comprovou a opacidade das mesmas.

- Cor do líquido exsudado: foi determinada utilizando-se amostras com espessura de 4mm e anteparo branco ($L^*=91,28$; $a^*=-1,41$ e $b^*=3,00$), de modo que a luz incidente atravessasse a amostra, refletisse no fundo e retornasse para ser analisada no fotodetector do aparelho. A determinação da espessura da amostra foi feita em testes preliminares.

A diferença total de cor dos frutos e do líquido exsudado de cada tratamento, em relação à referência (fruto e líquido exsudado), foi obtida por meio da equação.

$$E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$$

$$\text{onde: } \Delta L = L_R - L_T$$

$$\Delta a = a_R - a_T$$

$$\Delta b = b_R - b_T$$

e R = referência

T = tratamentos (1, 2, 3, 4, 5, 6)

Todas as determinações físicas realizadas no produto final foram efetuadas com três repetições em amostras

tomadas aleatoriamente, dos lotes de produto congelado das variedades em estudo. As análises de cor foram feitas somente aos 180 dias do armazenamento congelado.

4.4.2. Análises químicas

Para a caracterização química do produto final, foram retiradas amostras do produto descongelado que consistiam em parte sólida (frutos) e parte líquida (líquido exsudado), de cada um dos seis diferentes tratamentos de pré-congelamento, aos quais foi submetida a matéria-prima. Nestas amostras foram efetuadas as seguintes análises:

- a) *pH*: conforme descrito no item 4.2.2.a.
- b) *Acidez total titulável*: conforme descrito no item 4.2.2.b.
- c) *Sólidos solúveis*: conforme descrito no item 4.2.2.c.
- d) *Ácido ascórbico* (Vitamina C): conforme descrito no item 4.2.2.d.

Todas as determinações químicas realizadas no produto final foram efetuadas com três repetições em amostras tomadas aleatoriamente, dos lotes de produto congelado das variedades em estudo.

4.4.3. Análises sensoriais

As amostras dos seis diferentes tratamentos de

pré-congelamento das quatro variedades de morango em estudo foram descongeladas conforme anteriormente descrito no item 4.4 e avaliadas subjetivamente quanto à cor, textura e sabor, de acordo com o descrito no item 4.2.3.

Os dados obtidos foram analisados estatisticamente através do delineamento de blocos casualizados com parcelas subdivididas, tipo "split-plot" (SHIROSE, 1985).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Caracterização da matéria-prima

5.1.1. Análises físicas

Os resultados da avaliação objetiva dos atributos físicos (suculência, textura e rendimento) estão apresentados na Tabela 1.

Segundo HUDSON *et al.* (1977), a suculência é um atributo físico dos frutos, inversamente ligado à sua textura, ou seja, quanto mais firme for um fruto, menos suculento ele será, em termos de partes comestíveis dos frutos.

Os valores de suculência apresentados pelas variedades em estudo não diferiram estatisticamente entre si, o que pode ser observado na Tabela 1. A variedade IAC-Princesa Isabel apresentou a maior suculência (1,86ml/g) e uma das menores texturas (0,64lbf/g), ao passo que a Chandler se apresentou com a menor suculência (0,50ml/g), porém com a melhor textura (1,47lbf/g). Estas observações estão mais ou menos de acordo com os estudos de HUDSON *et al.* (1977).

Na Tabela 1, também estão apresentados os resultados da avaliação objetiva da textura obtidos através da

medida de resistência dos frutos ao cisalhamento. Estes resultados mostraram que a variedade Chandler possui a melhor textura (1,47lbf/g) diferindo significativamente das demais variedades em estudo. PASSOS (1982) relatou em seu trabalho valores médios de textura variando de 0,93-1,65lbf/g, podendo-se concluir que as variedades em estudo apresentaram valores semelhantes quanto a este importante atributo.

TABELA 1. Características físicas das variedades de morango "in natura" (matéria-prima).

Variedades	Média das Análises (3 repetições)		
	Suculencia (mlg/g)	Textura (lbf/g)	Rendimento
IAC-Princesa Isabel	0,62	0,64 ^A	95,0%
Reiko	0,52	1,00 ^{AB}	93,0%
Sequóia	0,52	0,61 ^A	91,5%
Chandler	0,50	1,47 ^C	93,5%
F (amostras)	3,10 ^{n.s.}	36,04 ^{**}	4,66 ^{n.s.}
F (variedades)	3,41 ^{n.s.}	1,39 ^{n.s.}	2,93 ^{n.s.}

n.s. = não significativo.

** = significativo ao nível de 1%.

As percentagens de rendimento das quatro variedades estudadas (Tabela 1) mostram que, para cada 1.000g de morango "in natura", 950g da IAC-Princesa Isabel, 930g de Reiko, 915g da Sequóia e 935g da Chandler foram utilizados para o processamento, o que representa um alto aproveitamento.

to e boa qualidade da matéria-prima, com ausência de frutos amassados, machucados ou deteriorados por microrganismos. Observando-se a Tabela 1, conclui-se que as variedades Reiko e Sequóia apresentaram rendimentos menores que as variedades Chandler e IAC-Princesa Isabel, porém os resultados não diferiram estatisticamente entre si.

5.1.2. Análises químicas

Na Tabela 2, são apresentados os resultados das determinações do teor de vitamina C, pH, acidez total titulável e do teor de sólidos solúveis da matéria-prima.

Os resultados referentes ao teor de vitamina C constatados nas quatro variedades de morangos estudadas, IAC-Princesa Isabel 148mg/100g, Reiko 162mg/100g, Sequóia 177mg/100g e Chandler 152mg/100g, mostraram-se altos, quando comparados com os dados obtidos por: FIK & MACURA (1988), que constatarem 33,2mg/100g; GUEGOV *et al.* (1982) que estudaram 12 variedades diferentes de morangos e encontraram valores entre 19,9 e 48,7mg/100g; FUSTER *et al.* (1982) que investigaram as variedades Tioga, Tuff, Tioga-Salamanca e Cambridge e encontraram 40,89, 93,13, 68,92 e 78,46mg/100g respectivamente; PASCHOALINO (1977) que constatou 46,0mg/100g para variedades IAC-2712; E PASCHOALINO *et al.* (1973/74), que estudando 12 variedades, encontraram um intervalo de valores que variou entre 24 e 64mg/100g.

Comparando as quatro variedades entre si (Tabela 2), através das diferenças entre as médias, verifica-se que a variedade Sequóia diferiu significativamente das demais, apresentando um elevado teor de vitamina C (177mg/100g).

Deve-se ressaltar que um alto teor de vitamina C é uma característica desejável e de muita importância do ponto de vista nutricional dos alimentos.

A acidez das variedades em estudo foi analisada em termos de valores de pH e acidez total titulável (g ácido cítrico/100g de fruto). Ambos os resultados são apresentados na Tabela 2.

Os valores de pH obtidos foram, em geral, inferiores aos relatados por PASCHOALINO (1977) que estudou a variedade IAC-2712. Comparando com variedades européias estudadas por GARROTE & BERTONE (1975), verifica-se que as variedades estudadas IAC-Princesa Isabel, Reiko, Sequóia e Chandler apresentaram valores de pH maiores e acidez total titulável menores que os encontrados por aqueles autores.

Comparando as quatro variedades estudadas, através das diferenças entre as médias, verifica-se que as variedades IAC-Princesa Isabel e Reiko diferiram significativamente das variedades Sequóia e Chandler, quanto ao pH, porém não apresentaram diferenças quanto à acidez total titulável (Tabela 2).

As variedades estudadas apresentaram valores de sólidos solúveis (Brix) variando de 6,6 (Sequóia) a 8,7%

(Reiko). O teor de sólidos solúveis é um parâmetro importante, pois é o indicativo do grau de doçura dos frutos. Os resultados obtidos são concordantes com os valores médios citados por FUSTER *et al.* (1982) para quatro variedades européias (Tioga, Tuff, Tioga-Salamanca e Cambridge) e por SELVARAJ *et al.* (1976) para 20 variedades americanas, com valores de sólidos solúveis variando de 4,96 a 12,04%.

Comparando as variedades estudadas (Tabela 2), observa-se que a variedade Sequóia diferiu estatisticamente das demais, apresentando o teor de sólidos solúveis mais baixo.

Nas condições em que foram analisadas, nenhuma das quatro variedades estudadas apresentou atividade das enzimas polifenoloxidase e peroxidase.

TABELA 2. Características químicas das variedades de morango "in natura" (matéria-prima).

Variedades	Média das Análises (3 repetições)			
	Teor de Vitamina C (mg/100g)	pH	Acidez Total Titulável (%)	Brix
IAC-Princesa Isabel	148 ^a	3,71 ^a	0,73	8,2 ^a
Reiko	162 ^b	3,62 ^a	0,94	8,7 ^a
Sequóia	177 ^b	3,36 ^b	1,00	6,6 ^b
Chandler	152 ^{a,b}	3,39 ^b	0,92	0,1 ^a
F (amostras)	0,46 ^{n.s.}	0,47 ^{n.s.}	0,25 ^{n.s.}	0,47 ^{n.s.}
F (variedades)	26,63 [*]	30,91 [*]	3,24 ^{n.s.}	9,53 ^{**}

* = significativo ao nível de 5%.

** = significativo ao nível de 1%.

n.s.= não significativo.

5.1.3. Análises sensoriais

A Tabela 3 apresenta os resultados da avaliação subjetiva da cor, textura e sabor das amostras das quatro variedades de matéria-prima em estudo.

A avaliação subjetiva da cor externa dos frutos (Tabela 3) mostrou que a variedade Chandler diferiu das variedades IAC-Princesa Isabel e Sequóia e não apresentou diferença significativa quando comparada com a variedade Reiko, ou seja, as variedades Chandler e Reiko foram consideradas de "cor intensa" pela equipe de provadores.

Quanto à avaliação da textura (Tabela 3), os resultados mostraram que a Chandler diferiu significativamente das demais variedades, sendo, portanto, considerada em termos de firmeza a melhor, seguindo-se das variedades IAC-Princesa Isabel, Sequóia e Reiko em ordem decrescente. Particularmente, para a variedade Chandler houve concordância com a avaliação objetiva, confirmando o que foi discutido no item 5.1.1.

A doçura e a acidez são representadas pelas medidas de sólidos solúveis (Brix) e de acidez total titulável (ATT), respectivamente, e a relação de Brix/ATT, denominada pelo termo "ratio", influencia diretamente o sabor dos frutos, conforme NELSON *et al.* citado por PASSOS (1982).

Os resultados da avaliação subjetiva (Tabela 3) mostraram que, quanto ao sabor, as variedades Chandler e Reiko diferiram significativamente da variedade IAC-Princesa

Isabel, sendo que a Reiko foi a preferida pelos provadores obtendo a maior nota para este atributo (7,4), a qual corresponde a "sabor intenso" na escala utilizada (Figura 2).

As variedades Chandler, Sequóia e IAC-Princesa Isabel foram consideradas de "sabor moderado" pela equipe de provadores. De acordo com os resultados de ATT e Brix (Tabela 2), observa-se que a variedade IAC-Princesa Isabel apresentou o maior valor para a relação Brix/ATT, mas também apresentou o menor valor para o sabor (Tabela 3).

TABELA 3. Análise sensorial das variedades de morango "in natura".

Variedades	Médias das Avaliações (8 provadores)		
	Cor	Textura	Sabor
IAC-Princesa Isabel	5,0 ^A	6,6 ^A	5,6 ^A
Reiko	7,5 ^{B,C}	5,9 ^{A,B}	7,4 ^{B,C}
Sequóia	6,5 ^{A,B}	6,1 ^{A,B}	6,5 ^{A,B}
Chandler	8,4 ^C	8,5 ^C	6,6 ^{B,C}
F (amostras)	22,42 [*]	4,55 ^{**}	3,29 ^{**}
F (provadores)	4,87 ^{**}	1,78 ^{n.s.}	4,12 ^{**}

* = significativo ao nível de 5%.

** = significativo ao nível de 1%.

n.s.= não significativo.

Desta forma, além do gosto doce e da acidez, outras características sensoriais, como odor e cor, podem influenciar na aceitação dos frutos.

De forma geral, os resultados obtidos pela avaliação sensorial das variedades de morango em estudo são semelhantes aos obtidos por PASCHOALINO (1977) & PASSOS (1982).

5.2. Avaliação do produto final

5.2.1. Análises físicas

As Tabelas 4, 5 e 6 apresentam os resultados da avaliação objetiva da suculência, perda de líquido por exsudação e textura dos morangos congelados das variedades em estudo. Os resultados da análise objetiva da cor estão apresentados nas Figuras 6, 7 e 8.

Dentre as alterações que ocorrem em frutos congelados, as físicas são as mais indesejáveis. Estas alterações resultam em modificações no sistema coloidal, colapso celular, amolecimento de formato, de peso e do volume natural do fruto (TEIXEIRA NETO, 1979).

Como já foi anteriormente citado, a suculência é um atributo físico dos frutos frescos inversamente proporcional à textura destes, ou seja, quanto mais firme for o fruto fresco, menos suculento ele será. Quando os frutos são congelados e descongelados, esta propriedade é invertida, ou seja, o fruto que for menos firme e em conseqüência mais suculento "in natura" se tornará pouco suculento quando descongelado, pois irá perder grande parte de seu teor de água no descongelamento (HUDSON *et al.*, 1975b). Dentre as quatro va-

riedades de morango em estudo, a Sequóia mostrou-se a menos suculenta, assim como a de menor firmeza (Tabelas 4 e 6, respectivamente). Para a variedade Reiko (Tabela 4), o tratamento 1 diferiu dos tratamentos 4, 5 e 6 e os demais tratamentos não diferiram entre si; para a variedade Sequóia, o tratamento 2 diferiu dos tratamentos 4, 5 e 6 e o tratamento 3 diferiu do 6, sendo que os demais tratamentos não diferiram entre si; para a Chandler, os tratamentos 1 e 2 foram estatisticamente diferentes dos tratamentos 4, 5 e 6 e os demais tratamentos não diferiram entre si; já para a variedade IAC-Princesa Isabel, os tratamentos 4, 5 e 6 diferiram estatisticamente dos tratamentos 1, 2 e 3. Para as quatro variedades, em todos os períodos de avaliação, a aplicação de calor (tratamentos 4, 5 e 6) diminuiu a suculência dos frutos (Tabela 4). Também pode-se verificar que o tratamento 2 (fruto, sacarose e pectina) apresentou-se como o melhor, em termos de suculência dos frutos.

Com relação à perda de líquido por exsudação (Tabela 5) as variedades estudadas (com exceção da Chandler) apresentaram diferença estatística significativa entre os tratamentos 1, 2 e 3 (sem aplicação de calor) e os tratamentos 4, 5 e 6 (com aplicação de calor), apresentando estes últimos maior perda de líquido por exsudação. Para as quatro diferentes épocas de avaliação, as variedades de morango em estudo, mantiveram-se estáveis, conforme pode ser verificado na Tabela 5, ou seja, o valor de F não foi significativo para épocas de avaliação (exceto para a variedade Sequóia).

TABELA 4. Suculência (ml suco/g amostra) dos morangos congelados.

ÉPOCAS DE AVALIAÇÃO	SUCULÊNCIA (Média das Análises)											
	REIKO						IAC-PRINCESA ISABEL					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
450 dia	0,48	0,45	0,30	0,24	0,22	0,13	0,40	0,44	0,44	0,17	0,15	0,20
900 dia	0,34	0,33	0,26	0,22	0,21	0,22	0,36	0,45	0,35	0,10	0,15	0,25
1350 dia	0,30	0,24	0,31	0,15	0,23	0,28	0,37	0,39	0,43	0,28	0,14	0,21
1800 dia	0,37	0,34	0,33	0,10	0,24	0,14	0,41	0,47	0,43	0,23	0,13	0,23
Médias (Tratamentos)	0,37 ^A	0,34 ^{A,B}	0,38 ^{A,B,C}	0,18 ^C	0,22 ^{B,C}	0,17 ^C	0,38 ^A	0,44 ^A	0,41 ^A	0,17 ^B	0,14 ^B	0,22 ^B
F (Tratamentos)	9,90**						64,86**					
F (Épocas de Avaliação)	1,71 ^{n.s.}						1,73 ^{n.s.}					
ÉPOCAS DE AVALIAÇÃO	CHANDLER						SEQUÓIA					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
	MÉDIAS						ÉPOCAS DE AVAL.					
450 dia	0,42	0,53	0,52	0,21	0,29	0,38	0,27	0,36	0,24	0,14	0,23	0,13
900 dia	0,39	0,45	0,45	0,37	0,32	0,32	0,26	0,39	0,39	0,31	0,24	0,23
1350 dia	0,44	0,39	0,26	0,32	0,32	0,31	0,36	0,46	0,45	0,22	0,31	0,24
1800 dia	0,35	0,35	0,31	0,32	0,27	0,28	0,30	0,33	0,24	0,21	0,17	0,13
Média (Tratamentos)	0,40 ^A	0,48 ^A	0,38 ^{A,B}	0,38 ^B	0,30 ^B	0,31 ^B	0,30 ^{A,B,C}	0,40 ^A	0,33 ^{A,B}	0,22 ^{B,C}	0,24 ^{B,C}	0,19 ^C
F (Tratamentos)	3,53*						13,13**					
F (Épocas de Avaliação)	1,93 ^{n.s.}						11,28**					

n.s. - não significativo.

* - significativo a nível de 5%.

** - significativo a nível de 1%.

(1, 2, 3, 4, 5, 6) - tratamentos de pré-congelamento.

Entre as variedades IAC-Princesa Isabel, Sequóia, Reiko e Chandler, a variedade Chandler apresentou menor perda de líquido por exsudação (Tabela 5), sendo, portanto, a variedade que no final de 180 dias de armazenamento congelado apresentou menores danos na aparência ou formato natural do fruto. Isto aconteceu porque a Chandler foi a variedade que apresentou a melhor textura no produto final (Tabela 6).

Deve-se ressaltar, também, que o tratamento 3, que utilizou frutos + sacarose + pectina + cálcio foi eficiente para todas as variedades em estudo, minimizando a perda de líquido por exsudação, conforme pode ser verificado na Tabela 5. Este fato pode ser explicado pela interação pectina/cálcio, dando origem ao pectato de cálcio na forma de uma película protetora ao redor dos frutos, diminuindo a perda de líquido.

Pela Tabela 6 pode-se observar que os tratamentos de pré-congelamento, quando comparados entre si, não provocaram efeitos significativos na textura das variedades Reiko, IAC-Princesa Isabel e Sequóia. Apenas a variedade Chandler foi influenciada pelos tratamentos de pré-congelamento, sendo que os melhores valores de textura foram obtidos nos frutos submetidos ao tratamento 6 (fruto + sacarose + pectina + cálcio + aplicação de calor). Isto pode ser explicado pela interação pectina/cálcio, originando o pectato de cálcio na forma de uma película protetora ao redor do fruto, como já foi anteriormente citado. Esta película de pectato

TABELA 5. Perda de líquido por exsudação (g líquido/g amostra) dos morangos congelados.

ÉPOCAS DE AVALIAÇÃO	LÍQUIDO EXSUDADO (Média das Análises)													
	REIKO						IAC-PRINCESA ISABEL							
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6		
450 dia	0,71	0,51	0,55	0,93	0,86	0,85	0,58	0,46	0,37	1,46	1,00	0,93		
900 dia	0,66	0,57	0,59	0,86	0,84	0,84	0,65	0,61	0,36	1,10	1,07	0,88		
1350 dia	0,50	0,48	0,38	0,72	0,73	0,85	0,41	0,53	0,40	1,35	0,91	0,83		
1800 dia	0,54	0,58	0,55	0,57	0,50	1,02	0,62	0,61	0,48	1,03	1,02	0,98		
Médias (Tratamentos)	0,60 ^A	0,53 ^B	0,52 ^B	0,77 ^C	0,73 ^C	0,89 ^C	0,54 ^A	0,55 ^A	0,40 ^A	1,23 ^B	1,00 ^{B,C}	0,98 ^C		
F (Tratamentos)	7,91**						38,45**							
F (Épocas de Avaliação)	2,38 ^{n.s.}						0,25 ^{n.s.}							
ÉPOCAS DE AVALIAÇÃO	CHANDLER						SEQUÓIA							
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	MÉDIAS	
													ÉPOCAS DE AVAL.	
450 dia	0,45	0,67	0,35	0,70	0,64	0,53	0,61	0,52	0,47	0,61	0,59	0,60	0,57 ^A	
900 dia	0,58	0,75	0,53	0,70	0,83	0,58	0,66	0,68	0,60	0,68	0,61	0,74	0,65 ^B	
1350 dia	0,40	0,58	0,48	0,69	0,67	0,69	0,62	0,58	0,58	0,76	0,63	0,68	0,63 ^A	
1800 dia	0,62	0,88	0,40	0,88	0,65	0,61	0,70	0,59	0,59	0,70	0,63	0,70	0,65 ^B	
Média (Tratamentos)	0,51 ^{A,B}	0,72 ^{A,D}	0,44 ^{A,C}	0,75 ^{B,D}	0,70 ^{B,D}	0,60 ^B	0,65 ^A	0,57 ^A	0,53 ^A	0,69 ^B	0,61 ^B	0,68 ^B		
F (Tratamentos)	8,74**						13,86**							
F (Épocas de Avaliação)	2,28 ^{n.s.}						8,46**							

n.s. - não significativo.

** - significativo a nível de 1%.

(1, 2, 3, 4, 5, 6) - tratamentos de pré-congelamento

de cálcio forma-se de maneira mais intensa, quando na presença de calor, conforme ocorreu no tratamento 6. Os maiores valores de textura obtidos neste caso devem-se à resistência que a película de pectato de cálcio oferece ao cisalhamento dos frutos, nas avaliações de textura dos frutos.

A qualidade dos frutos foi influenciada pelo período de armazenamento congelado. De maneira geral, conforme pode ser observado na Tabela 6, para todas as variedades e todos os tratamentos de pré-congelamento, os melhores valores de textura obtidos foram aos 135 dias de armazenamento congelado.

Para a variedade Chandler, os valores de textura obtidos para a matéria-prima e para o produto final foram os maiores, quando comparados com as outras variedades em estudo, mas se mostraram semelhantes aos dados obtidos por SISTRUNK & MOORE (1967) e por MAIN *et al.* (1986) para a variedade Cardinal, também submetida a diferentes tratamentos de pré-congelamento.

Porém, pode-se observar que nas Tabelas 1 e 6 a textura dos frutos congelados apresentou maiores valores que a dos frutos "in natura", para todas as variedades em estudo, o que pode ser explicado através do aumento de elasticidade da pele dos frutos, que ocorre com a exsudação do líquido do interior destes durante o descongelamento, provocando uma resistência maior ao cisalhamento, conforme ocorre nas avaliações de textura dos frutos.

TABELA 6. Textura (lbf/g amostra) dos morangos congelados.

TEXTURA (Média das Análises)													
ÉPOCAS DE AVALIAÇÃO	REIKO						IAC-PRINCESA ISABEL						MÉDIAS DE AVALIAÇÃO
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	
450 dia	1,36	1,42	1,19	1,42	1,48	1,73		0,57	0,50	0,55	0,68	0,70	0,53
900 dia	1,84	0,93	1,64	1,86	1,88	1,28		0,69	0,89	0,93	0,98	0,99	0,85
1350 dia	1,70	2,05	1,87	1,15	1,99	1,41		0,91	1,62	1,82	1,62	1,56	1,40
1800 dia	0,99	1,22	1,15	1,24	1,16	1,22		1,11	1,45	1,73	1,17	1,37	1,57
MÉDIAS (Tratamento)	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
F(Tratamento)	0,60 ^{n.s.}						2,18 ^{n.s.}						
F(Épocas de Avaliação)	6,19**						33,64**						
ÉPOCAS DE AVALIAÇÃO	CHANDLER						SEQUÓIA						MÉDIAS DE AVALIAÇÃO
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	
450 dia	1,86	1,42	1,35	1,22	1,29	2,14		0,56	0,78	0,72	0,68	0,69	0,75
900 dia	2,49	2,13	2,51	2,00	1,86	2,84		0,79	1,03	1,06	0,71	0,75	0,74
1350 dia	2,50	2,60	2,68	2,10	2,26	2,68		0,67	0,85	1,00	1,28	1,10	1,10
1800 dia	1,93	1,55	1,79	1,46	1,98	1,86		0,68	0,87	0,93	0,89	0,85	0,77
MÉDIAS (Tratamento)	2,17 ^A	1,92 ^{A,B}	2,08 ^{A,B}	1,69 ^{A,B}	1,83 ^{A,B}	2,38 ^B		-	-	-	-	-	-
F(Tratamento)	6,51**						1,40 ^{n.s.}						
F(Épocas de Avaliação)	29,97**						4,35*						

n.s. - não significativo.

* - significativo a nível de 5%.

** - significativo a nível de 1%.

(1, 2, 3, 4, 5 e 6) - tratamentos de pré-congelamento.

Os resultados da análise objetiva da cor dos frutos (parte sólida) e do líquido exsudado, sem tratamento, são apresentados na Figura 6. Estas amostras foram denominadas de referência.

Pela Figura 6 observa-se que houve variação na cor dos frutos entre as variedades estudadas, especialmente no líquido exsudado. Os frutos (referência) da variedade Reiko se caracterizaram pelo menor valor de luminosidade ($L = 22,0$), e os da variedade IAC-Princesa Isabel pelo maior valor ($L = 32,5$), ou seja, apresentaram uma cor mais clara em relação às demais variedades, o que concorda com os resultados da avaliação sensorial (Tabela 3). Quando ao líquido exsudado (referência), a variedade IAC-Princesa Isabel apresentou maior valor ($L = 57,5$) de luminosidade e a variedade Chandler o menor ($L = 41,5$), ou seja, o líquido exsudado de tom mais claro é o da variedade IAC-Princesa Isabel e o mais escuro é o da Chandler. Assim sendo, houve maior perda de pigmentos da parte sólida para o líquido exsudado na variedade Chandler, o que também pode ser verificado, observando-se os valores de vermelho (a) e amarelo (b) do líquido exsudado das quatro variedades de morango em estudo (Figura 6). No que diz respeito aos valores de vermelho (a) e amarelo (b) dos frutos (referência) e do líquido exsudado (referência), verifica-se que as variedades Chandler, Reiko e Sequóia apresentaram valores próximos e a IAC-Princesa Isabel apresentou valores mais baixos em relação às demais variedades. Assim pode-se dizer que os resultados da avaliação objetiva da cor

FIGURA 6. Avaliação objetiva da cor (L,a,b) da parte sólida e do líquido exsudado dos morangos congelados, sem tratamento - referência.

dos frutos e líquido exsudado das amostras denominadas de referência seguiram a mesma tendência.

Uma análise geral da cor, por meio da diferença total de cor (E) das amostras submetidas aos diferentes tratamentos de pré-congelamento (1, 2, 3, 4, 5 e 6) em relação às amostras sem tratamento (referência), mostrou pela Figura 7 que para a variedade Chandler, o tratamento 1 (morango + sacarose) foi o que causou menores alterações na cor dos frutos, seguido pelos tratamentos 5 e 6. Para a variedade IAC-Princesa Isabel, o tratamento 5 foi o que causou menor alteração na cor dos frutos, seguido pelo tratamento 4. Na variedade Reiko, o tratamento 1 causou a menor variação de cor da amostra em relação à amostra referência, seguido dos tratamentos 2 e 4, que causaram alterações totais de cores semelhantes. Para a variedade Sequóia o tratamento 1 foi o que causou menor alteração total de cor dos frutos, seguido do tratamento 4.

Comparando-se os resultados da avaliação objetiva da cor com os obtidos pela análise sensorial, pode-se verificar para a variedade Chandler (Tabela 18) que no tratamento 1 não ocorreu perda de coloração, coincidindo com a avaliação, o que não ocorreu com os tratamentos 5 e 6, onde de acordo com a análise sensorial houve grandes perdas de coloração dos frutos, o mesmo acontecendo com a variedade IAC-Princesa Isabel (Tabela 15). No caso da variedade Reiko, houve concordância de resultados (Tabela 17), sendo que o tratamento 1 foi o que causou menores perdas na coloração dos frutu

FIGURA 7. Variação total da cor dos morangos congelados da parte sólida (frutos) em relação à referência.

Variedades: Chandler, IAC-Princesa Isabel, Reiko e Sequóia.

(1, 2, 3, 4, 5 e 6) - tratamentos de pré-congelamento.

tos, tanto do ponto de vista sensorial como da avaliação objetiva da cor. O mesmo ocorreu com a variedade Sequóia.

Quanto à cor do líquido exsudado das amostras dos seis tratamentos de pré-congelamento das variedades de morango estudadas, verificou-se através da diferença total de cor E (Figura 8) que para a variedade Chandler o tratamento 3 foi o que promoveu a menor diferença de cor entre o líquido exsudado da amostra-referência e dos morangos congelados. Para as demais variedades o tratamento que apresentou menor variação total de cor foi o 6 (Figura 8).

5.2.2. Análises químicas

Nas Tabelas de 7 a 14 são apresentados os resultados da avaliação objetiva do pH, acidez total titulável, sólidos solúveis e vitamina C do produto processado, que se constituiu em duas partes: parte sólida ou fruto propriamente dito e a parte líquida ou líquido exsudado.

Para as quatro variedades em estudo, os resultados das análises químicas indicaram que para o pH e para acidez total titulável (ATT) não houve diferença estatística significativa (Tabelas 7, 8, 9 e 10) entre as amostras dos frutos e do líquido exsudado, como também entre as diferentes épocas de avaliação durante o período de armazenamento congelado (45º, 90º, 135º e 180º dia).

Comparando-se os resultados obtidos para o pH e para a ATT da matéria-prima (Tabela 2) com os resultados

FIGURA 8. Variação total da cor do líquido exsudado dos morangos congelados em relação à referência.

Variedades: Chandler, IAC-Princesa Isabel, Reiko e Sequóia.

(1, 2, 3, 4, 5 e 6) - tratamentos de pré-congelamento.

TABELA 7. pH dos morangos congelados - parte sólida (frutos).

ÉPOCAS DE AVALIAÇÃO	pH (Média das Análises)											
	REIKO						IAC-PRINCESA ISABEL					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
450 dia	3,50	3,50	3,50	3,55	3,47	3,41	3,60	3,60	3,43	3,71	3,58	3,51
900 dia	3,45	3,43	3,45	3,60	3,52	3,48	3,60	3,56	3,34	3,67	3,51	3,52
1350 dia	3,54	3,47	3,43	3,53	3,48	3,40	3,60	3,46	3,35	3,59	3,44	3,42
1800 dia	3,53	3,50	3,36	3,56	3,41	3,34	3,60	3,50	3,45	3,65	3,51	3,50
F (Tratamentos)	2,21 ^{n.s.}						2,93 ^{n.s.}					
F (Épocas de Avaliação)	1,25 ^{n.s.}						0,79 ^{n.s.}					
ÉPOCAS DE AVALIAÇÃO	CHANDLER						SEQUÓIA					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
	3,28	3,32	3,23	3,41	3,28	3,29	3,47	3,40	3,41	3,44	3,34	3,41
450 dia	3,24	3,31	3,30	3,34	3,24	3,29	3,41	3,35	3,31	3,42	3,29	3,38
900 dia	3,27	3,33	3,17	3,49	3,32	3,40	3,40	3,30	3,24	3,49	3,25	3,20
1350 dia	3,30	3,31	3,23	3,40	3,30	3,17	3,40	3,36	3,40	3,40	3,34	3,28
1800 dia												
F (Tratamentos)	1,91 ^{n.s.}						1,12 ^{n.s.}					
F (Épocas de Avaliação)	0,88 ^{n.s.}						1,30 ^{n.s.}					

n.s. - não significativo.

(1, 2, 3, 4, 5, 6) - tratamentos de pré-congelamento.

TABELA 8. pH dos morangos congelados - parte líquida (líquido exsudado).

ÉPOCAS DE AVALIAÇÃO	pH (Média das Análises)											
	REIKO						IAC-PRINCESA ISABEL					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
450 dia	3,53	3,42	3,30	3,40	3,27	3,22	3,34	3,51	3,63	3,60	3,46	3,41
900 dia	3,51	3,37	3,34	3,53	3,38	3,37	3,58	3,43	3,13	3,56	3,42	3,38
1350 dia	3,50	3,41	3,32	3,49	3,39	3,32	3,63	3,47	3,33	3,61	3,52	3,51
1800 dia	3,57	3,45	3,25	3,51	3,44	3,35	3,66	3,50	3,40	3,66	3,50	3,46
F (Tratamentos)	1,56 ^{n.s.}						2,48 ^{n.s.}					
F (Épocas de Avaliação)	2,8 ^{n.s.}						1,416 ^{n.s.}					
ÉPOCAS DE AVALIAÇÃO	CHANDLER						SEQUÓIA					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
	3,44	3,26	3,17	3,24	3,26	3,10	3,40	3,25	3,24	3,36	3,21	3,12
450 dia	3,22	3,29	3,33	3,40	3,26	3,16	3,38	3,25	3,15	3,38	3,22	3,18
900 dia	3,22	3,22	3,13	3,31	3,28	3,10	3,46	3,27	3,24	3,41	3,26	3,10
1350 dia	3,23	3,21	3,14	3,35	3,38	3,20	3,35	3,30	3,35	3,37	3,24	3,25
1800 dia												
F (Tratamentos)	2,63 ^{n.s.}						1,59 ^{n.s.}					
F (Épocas de Avaliação)	1,212 ^{n.s.}						2,04 ^{n.s.}					

n.s. - não significativo.

(1, 2, 3, 4, 5, 6) - tratamentos de pré-congelamento.

TABELA 9. Acidez total titulável (g ácido cítrico/100g amostra) dos morangos congelados - parte sólida (frutos).

ÉPOCAS DE AVALIAÇÃO	ACIDEZ TOTAL TITULÁVEL (Média das Análises)											
	REIKO						IAC-PRINCESA ISABEL					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
450 dia	0,84	0,88	0,89	1,88	0,93	1,00	0,71	0,68	0,69	0,62	0,61	0,65
900 dia	0,73	0,75	0,83	0,78	0,82	0,98	0,59	0,63	0,76	0,65	0,65	0,66
1350 dia	0,84	0,87	0,91	0,82	0,75	0,86	0,57	0,66	0,68	0,61	0,61	0,64
1800 dia	0,76	0,75	0,76	0,79	0,75	0,84	0,67	0,65	0,77	0,68	0,68	0,67
F (Tratamentos)	2,17 ^{n.s.}						0,45 ^{n.s.}					
F (Épocas de Avaliação)	1,00 ^{n.s.}						2,16 ^{n.s.}					
ÉPOCAS DE AVALIAÇÃO	CHANDLER						SEQUÓIA					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
450 dia	0,83	0,71	0,83	0,79	0,72	0,94	0,95	1,07	1,02	0,92	0,93	1,02
900 dia	1,06	0,75	0,77	0,76	0,70	0,75	0,86	0,84	0,92	0,75	0,81	0,91
1350 dia	0,96	0,75	0,83	0,82	0,71	0,84	0,96	0,81	0,94	1,00	0,95	0,91
1800 dia	0,81	0,72	0,71	0,74	0,74	0,79	0,86	0,82	0,86	0,88	0,77	0,74
F (Tratamentos)	0,64 ^{n.s.}						0,72 ^{n.s.}					
F (Épocas de Avaliação)	2,27 ^{n.s.}						0,99 ^{n.s.}					

n.s. - não significativo.

(1, 2, 3, 4, 5, 6) - tratamentos de pré-congelamento.

TABELA 10. Acidez total titulável (g ácido cítrico/100g líquido exsudado) dos morangos congelados - parte líquida (líquido exsudado).

ÉPOCAS DE AVALIAÇÃO	ACIDEZ TOTAL TITULÁVEL (Média das Análises)											
	REIKO						IAC-PRINCESA ISABEL					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
450 dia	0,47	0,50	0,53		0,59	0,67	0,52	0,48	0,51	0,57	0,55	0,5
900 dia	0,37	0,43	0,47		0,63	0,61	0,49	0,48	0,58	0,56	0,55	0,55
1350 dia	0,42	0,40	0,50		0,62	0,65	0,48	0,49	0,59	0,58	0,54	0,57
1800 dia	0,48	0,55	0,58		0,66	0,63	0,46	0,46	0,59	0,57	0,52	0,58
F (Tratamentos)				1,02 ^{n.s.}						1,42 ^{n.s.}		
F (Épocas de Avaliação)				0,99 ^{n.s.}						1,04 ^{n.s.}		
ÉPOCAS DE AVALIAÇÃO	CHANDLER						SEQUÓIA					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
450 dia	0,50	0,52	0,58	0,68	0,66	0,78	0,59	0,57	0,65	0,72	0,66	0,68
900 dia	0,68	0,64	0,66	0,67	0,69	0,71	0,57	0,58	0,61	0,73	0,58	0,72
1350 dia	0,70	0,57	0,58	0,72	0,61	0,78	0,53	0,57	0,64	0,71	0,65	0,75
1800 dia	0,64	0,51	0,56	0,69	0,68	0,74	0,55	0,56	0,63	0,70	0,69	0,69
F (Tratamentos)				1,58 ^{n.s.}						1,30 ^{n.s.}		
F (Épocas de Avaliação)				1,13 ^{n.s.}						1,01 ^{n.s.}		

n.s. - não significativo.

(1, 2, 3, 4, 5, 6) - tratamentos de pré-congelamento.

do produto final, verifica-se que os valores mantiveram-se praticamente estáveis durante todo o período de armazenamento congelado.

Quanto ao teor de sólidos solúveis (Tabela 11), os resultados obtidos indicaram que houve diferença significativa entre os tratamentos de pré-congelamento para as amostras da parte sólida, das variedades IAC-Princesa Isabel, Sequóia e Reiko. Para estas três variedades, pode-se verificar que os tratamentos 1, 2 e 3, que não utilizaram calor, diferiram dos tratamentos 4, 5 e 6, que utilizaram calor. Esta diferença entre os tratamentos ocorreu porque a aplicação do calor, propiciando uma maior troca osmótica entre a sacarose adicionada e os frutos, ocasionou em consequência uma elevação do teor de sólidos solúveis da parte sólida (fruto) do produto final.

Para a variedade Chandler, apesar de também ter ocorrido uma elevação do teor de sólidos solúveis nas amostras tratadas com calor (tratamentos 4, 5 e 6), as diferenças entre os tratamentos não foram estatisticamente significativas. Os frutos da variedade Chandler tendo uma textura bem mais resistente (Tabela 2) não permitiram que ocorresse uma troca osmótica tão intensa com a sacarose, como aconteceu com as outras variedades.

Quanto ao teor de sólidos solúveis da parte líquida, a Tabela 12 mostra que apenas para as variedades Reiko e Sequóia houve diferença significativa entre os tratamentos que utilizaram calor (4, 5 e 6) e os que não utilizaram

TABELA 11. Sólidos solúveis (Brix) dos morangos congelados - parte sólida (frutos).

ÉPOCAS DE AVALIAÇÃO	SÓLIDOS SOLÚVEIS (Média das Análises)											
	REIKO						IAC-PRINCESA ISABEL					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
450 dia	20,0	21,0	19,0	24,0	23,0	22,0	17,5	17,0	20,0	24,5	28,0	28,0
900 dia	20,0	19,0	19,0	24,0	22,5	22,5	22,5	20,5	19,5	29,0	26,0	24,5
1350 dia	16,0	17,0	17,0	23,0	24,5	22,0	20,5	19,5	19,0	27,0	26,0	24,0
1800 dia	15,0	15,0	19,0	25,0	21,0	23,5	21,0	21,0	18,5	27,0	23,5	24,0
Médias (Tratamentos)	17,80 ^A	18,0 ^{AC}	18,5 ^A	24,00 ^B	22,8 ^{BC}	22,5 ^{BC}	20,38 ^{AC}	19,5 ^{AC}	19,25 ^{AC}	26,88 ^B	25,81 ^{BC}	23,13 ^B
F (Tratamentos)	11,84 ^{**}						17,19 ^{**}					
F (Épocas de Avaliação)	1,75 ^{n.s.}						2,47 ^{n.s.}					
ÉPOCAS DE AVALIAÇÃO	CHANDLER						SEQÜÓIA					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
450 dia	17,0	18,0	14,0	21,0	22,0	23,5	19,0	18,0	18,0	19,0	23,0	20,5
900 dia	23,0	21,0	24,5	25,0	24,0	25,5	18,5	17,0	17,0	21,0	22,0	17,0
1350 dia	15,0	17,5	26,5	23,5	22,5	22,5	17,5	19,0	18,0	21,0	22,5	22,0
1800 dia	16,0	21,5	15,6	20,5	24,0	22,0	15,0	15,5	15,5	20,0	22,0	21,0
Média (Tratamentos)	-	-	-	-	-	-	17,50 ^A	17,38 ^A	17,12 ^A	20,25 ^{AB}	22,38 ^B	20,12 ^{AB}
F (Tratamentos)	2,61 ^{n.s.}						10,48 ^{**}					
F (Épocas de Avaliação)	3,10 ^{n.s.}						2,36 ^{n.s.}					

n.s. - não significativo.

** - significativo a nível de 1%.

(1, 2, 3, 4, 5, 6) - tratamentos de pré-congelamento.

TABELA 12. Sólidos solúveis (Brix) dos morangos congelados - parte líquida (líquido exsudado).

ÉPOCAS DE AVALIAÇÃO	SÓLIDOS SOLÚVEIS (Média das Análises)											
	REIKO						IAC-PRINCESA ISABEL					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
450 dia	36,0	35,0	37,0	29,0	32,0	31,0	32,0	34,5	34,5	31,0	30,0	26,0
900 dia	37,0	35,0	37,0	30,0	29,0	30,0	32,0	31,0	31,0	31,0	31,0	32,0
1350 dia	36,0	35,0	36,0	29,0	29,5	31,0	32,5	32,5	32,5	30,5	30,0	29,5
1800 dia	34,0	36,5	37,5	27,5	30,0	32,0	33,5	32,0	32,0	30,0	29,0	30,0
Médias (Tratamentos)	37,75 ^A	35,38 ^A	36,88 ^A	28,88 ^B	30,12 ^B	31,00 ^B	-	-	-	-	-	-
F (Tratamentos)	40,71**						3,34 ^{n.s.}					
F (Épocas de Avaliação)	0,32 ^{n.s.}						0,58 ^{n.s.}					
ÉPOCAS DE AVALIAÇÃO	CHANDLER						SEQUÓIA					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
450 dia	32,0	32,0	28,0	26,0	26,0	27,5	35,0	35,0	29,5	24,5	28,0	35,0
900 dia	30,0	29,0	25,0	29,0	29,0	30,0	31,0	31,0	21,0	27,5	27,0	23,0
1350 dia	34,0	31,0	34,0	38,5	27,5	29,0	33,0	40,0	35,0	27,0	25,0	31,0
1800 dia	34,0	37,0	31,0	28,0	28,5	30,0	36,0	35,5	31,0	27,0	27,5	29,0
Média (Tratamentos)	-	-	-	-	-	-	33,75 ^{AC}	35,38 ^{AD}	29,12 ^{AB}	26,50 ^{BC}	26,87 ^{BC}	29,50 ^{BD}
F (Tratamentos)	1,137 ^{n.s.}						5,31**					
F (Épocas de Avaliação)	0,96 ^{n.s.}						3,26 ^{n.s.}					

n.s. - não significativo.

** - significativo a nível de 1%.

(1, 2, 3, 4, 5, 6) - tratamentos de pré-congelamento.

calor (1, 2 e 3). Isto indica que para estas duas variedades a aplicação de calor propiciou uma maior troca osmótica entre a sacarose adicionada e os frutos, diminuindo o teor de sólidos solúveis do líquido exsudado daquelas amostras (tratamentos 4, 5 e 6).

Pelas Tabelas 11 e 12 também pode-se observar que o período de armazenamento congelado não afetou o teor de sólidos solúveis, tanto da parte sólida (frutos) como da parte líquida (líquido exsudado), para as quatro variedades estudadas (não houve diferença estatística significativa entre épocas de avaliação).

Os teores de vitamina C no produto final, em ambas as partes, sólida e líquida (Tabelas 13 e 14), foram inferiores aos encontrados nos frutos "in natura" (Tabela 1), notadamente nos tratamentos 4, 5 e 6 (parte sólida), em que os frutos sofreram aquecimento, indicando que o calor pode ter acelerado a oxidação da vitamina C. Outra possível explicação seria a maior exsudação que ocorreu com a aplicação do calor, arrastando-se assim maior quantidade da vitamina hidrossolúvel para o líquido exsudado. Esta parece ser a explicação mais viável, pois como mostra a Tabela 14, o maior teor de vitamina C encontra-se no líquido exsudado resultante dos tratamentos (4, 5 e 6) que sofreram a ação do calor.

A Tabela 13 (parte sólida) mostra que existe diferença significativa entre os tratamentos de pré-congelamento para todas as variedades estudadas, com exceção da Se-

quóia. Quanto ao teor de vitamina C da parte líquida (Tabela 14) os tratamentos apresentaram diferença estatística significativa para as quatro variedades estudadas.

As Tabelas 13 e 14 também mostram que houve diferença estatística significativa entre as épocas de avaliação, indicando que durante o armazenamento congelado ocorreram perdas no teor de vitamina C para as quatro variedades: IAC-Princesa Isabel - 20%; Sequóia - 67%; Reiko - 19%; e Chandler - 41,5%. Comparando-se estes resultados com os obtidos por KOROBKINA *et al.* (1975) conclui-se que a vitamina C apresentou maior estabilidade no presente estudo. Já em relação aos valores encontrados em pesquisa realizadas por DERBEDEVA & KROTOV (1972) e por FIK & MACURA (1986), a vitamina C foi menos estável nas variedades em estudo. Embora tenham ocorrido perdas, as quatro variedades apresentaram, ao final de 180 dias de armazenamento, consideráveis teores de vitamina C (Tabelas 13 e 14).

TABELA 13. Vitamina C (mg/100g amostra) dos morangos congelados - parte sólida (frutas).

ÉPOCAS DE AVALIAÇÃO	VITAMINA C (Média das Análises)													
	REIKO						IAC-PRINCESA ISABEL						MÉDIAS	
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	ÉPOCAS DE AVALIAÇÃO	
450 dia	97,5	87,5	96,0	87,5	92,5	90,8	95,5	100,0	90,0	90,0	92,5	90,5	93,42 ^A	
900 dia	95,0	87,5	95,0	85,0	82,5	87,5	95,0	95,0	89,0	96,0	90,0	88,0	92,17 ^A	
1350 dia	90,0	83,0	89,0	83,0	80,0	83,0	90,0	82,0	81,0	83,0	84,0	82,5	83,75 ^B	
1800 dia	86,0	82,5	84,5	80,5	78,0	79,5	77,5	80,0	70,0	72,5	78,0	79,5	76,25 ^C	
MÉDIAS (Tratamentos)	92,12 ^A	85,12 ^A	91,12 ^A	84,00 ^B	83,25 ^B	85,00 ^A	90,0 ^A	89,25 ^B	82,5 ^C	85,4 ^{ABC}	86,1 ^{ABC}	85,1 ^{ABC}		
F(Tratamentos)	6,21**						3,51*							
F(Épocas de Avaliação)	12,33**						43,27**							
ÉPOCAS DE AVALIAÇÃO	CHANOLER						SEQUÓIA						MÉDIAS	
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	ÉPOCAS DE AVALIAÇÃO	
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6		
450 dia	92,5	120,0	107,5	120,0	107,5	115,0	125,0	120,0	125,0	140,0	130,0	125,5	127,92 ^A	
900 dia	95,0	100,0	92,5	107,5	97,5	95,0	110,0	105,0	107,5	115,0	117,5	112,5	111,25 ^A	
1350 dia	75,0	72,5	72,5	80,0	80,0	80,0	72,5	72,5	72,5	77,5	75,0	85,0	75,83 ^B	
1800 dia	57,5	62,5	62,5	72,5	77,5	80,0	55,0	37,0	40,0	55,0	50,0	42,0	46,67 ^C	
MÉDIAS (Tratamentos)	80,0 ^A	88,75 ^{AB}	83,75 ^{AB}	95,0 ^B	90,62 ^{AB}	92,62 ^{AB}	-	-	-	-	-	-		
F(Tratamentos)	36,63**						0,78 ^{n.s.}							
F(Épocas de Avaliação)	5,87**						68,82							

n.s. - não significativo.

* - significativo a nível de 5%.

** - significativo a nível de 1%.

(1, 2, 3, 4, 5, 6) - tratamentos de pré-congelamento.

TABELA 14. Vitamina C (mg/100 g líquido) dos morangos congelados - parte líquida (líquido exsudado).

ÉPOCAS DE AVALIAÇÃO	VITAMINA C (Média das Análises)													
	REIKO						IAC-PRINCESA ISABEL						MÉDIAS	
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	ÉPOCAS DE AVALIAÇÃO	
450 dia	77,5	92,5	95,0	87,5	95,0	82,5	88,0	78,0	77,0	80,0	87,5	85,5	82,67 ^A	
900 dia	74,0	80,5	82,0	82,0	91,0	77,5	85,5	76,0	76,0	80,0	84,0	81,5	80,5 ^{AB}	
1350 dia	70,0	67,5	80,0	80,0	80,0	70,0	84,0	74,0	73,0	79,0	78,5	80,5	78,17 ^{BC}	
1800 dia	60,0	50,0	72,5	72,5	75,0	67,5	80,0	72,5	72,5	78,0	76,0	80,5	76,58 ^C	
MÉDIAS (Tratamentos)	70,37 ^A	72,62 ^A	76,62 ^{AB}	80,5 ^{AB}	82,25 ^B	73,37 ^{AC}	84,37 ^A	75,12 ^B	74,62 ^B	79,25 ^C	81,5 ^{AC}	82,00 ^{AC}		
F(Tratamentos)	4,29*						23,72**							
F(Épocas de Avaliação)	23,06**						6,5**							
ÉPOCAS DE AVALIAÇÃO	CHANDLER						SEQUÓIA						MÉDIAS	
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	ÉPOCAS DE AVALIAÇÃO	
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6		
450 dia	117,5	115,0	110,0	120,5	120,0	115,0	125,0	120,0	112,5	132,5	127,5	125,0	123,75 ^A	
900 dia	95,0	95,0	95,0	105,0	100,0	90,5	87,5	87,5	92,5	105,0	107,5	105,0	97,50 ^B	
1350 dia	67,5	62,5	77,5	75,0	77,5	75,0	60,0	50,0	62,5	72,5	72,5	72,5	65,00 ^C	
1800 dia	60,0	55,0	55,0	72,5	75,0	72,5	25,0	30,0	32,5	45,0	42,5	42,5	36,25 ^D	
MÉDIAS (Tratamentos)	85,0 ^{AB}	81,88 ^A	84,37 ^{AB}	93,25 ^B	93,12 ^B	88,25 ^{AB}	74,37 ^A	81,87 ^A	75,00 ^A	88,75 ^B	8 ^B	86,25 ^B		
F(Tratamentos)	3,59*						13,36**							
F(Épocas de Avaliação)	131,32**						498,03**							

* - significativo a nível de 5%.

** - significativo a nível de 1%.

(1, 2, 3, 4, 5, 6) - tratamentos de pré-congelamento.

5.2.3. Análises sensoriais

As Tabelas 15, 16, 17 e 18 apresentam os resultados da avaliação subjetiva do sabor, textura e cor dos morangos congelados.

Os frutos obtidos mostram que os tratamentos de pré-congelamento não influenciaram o sabor das quatro variedades de morango em estudo. De forma geral, o produto processado recebeu notas que correspondiam ao termo "sabor moderado" na escala utilizada na avaliação sensorial (Figura 2).

No que diz respeito à estabilidade ao armazenamento congelado, apenas o sabor da variedade Sequóia manteve-se estável, conforme pode ser verificado na Tabela 16, pois não houve diferença significativa entre as diferentes épocas de avaliação (45º, 90º, 135º e 180º dia de armazenamento congelado). Com as variedades Reiko, Chandler e IAC-Princesa Isabel, ocorreram mudanças mais acentuadas de sabor durante o período de armazenamento (Tabelas 15, 16 e 18).

A interação Tratamento x Épocas de Avaliação mostrou que o sabor das variedades Reiko e IAC-Princesa Isabel diminuiu com o decorrer do período de armazenamento e de forma mais intensa para os tratamentos 4, 5 e 6 (Tabelas 15 e 17).

A textura das variedades Sequóia, Reiko e Chandler (Tabelas 16, 17 e 18) foi influenciada pelos tratamentos de pré-congelamento, sendo que as amostras dos tratamentos 1, 2 e 3 apresentaram maior firmeza que amostras dos tra

tamentos 4, 5 e 6. Assim, pode-se dizer que, do ponto de vista sensorial, a aplicação de calor que foi utilizada nos tratamentos 4, 5 e 6 provocou perda de textura do produto. Quanto à variedade IAC-Princesa Isabel os tratamentos de pré-congelamento não alteraram a textura da mesma, que apresentou desde a matéria-prima os menores valores de textura entre as quatro variedades de morango em estudo (Tabelas 1 e 15).

A estabilidade do armazenamento, no caso da textura, foi verificada para a variedade Chandler, que se manteve firme durante os 6 meses de armazenamento congelado (Tabela 18).

As demais variedades: Reiko, IAC-Princesa Isabel e Sequóia tiveram a textura diminuída durante o período de armazenamento congelado (Tabelas 15, 16 e 17).

Através da interação Tratamento x Épocas de Avaliação, verifica-se que a textura das variedades Reiko e Chandler foi afetada, particularmente para os tratamentos 4, 5 e 6, sendo a perda de textura, nestes casos, muito mais pronunciada que no caso dos tratamentos 1, 2 e 3 (Tabelas 17 e 18).

A cor dos frutos foi o atributo mais afetado pela ação do calor nos casos dos tratamentos 4, 5 e 6, assim como pela ação do tempo durante o período de armazenamento e da interação Tratamento x Épocas de Avaliação. De acordo com as médias obtidas para este atributo, pode-se verificar que todas as variedades em estudo, submetidas aos tratamentos 4,

5 e 6 receberam notas que correspondem à "cor fraca", ou seja, a aparência dos frutos foi afetadas pela perda de cor dos mesmos (Tabelas 15, 16, 17 e 18).

Comparando-se os resultados da análise sensorial dos morangos "in natura" (Tabela 3), com os resultados obtidos na análise do produto final, pode-se verificar que, para as variedades Reiko e Chandler (Tabelas 17 e 18), o congelamento provocou perda de sabor, que passou de "intenso" para "moderado". As variedades Sequóia e IAC-Princesa Isabel apresentaram-se estáveis ao congelamento em termos de sabor. No caso da cor e da textura, todas as variedades em estudo foram afetadas do ponto de vista sensorial, mas a ordem de coloração e de firmeza iniciais foram mantidas, ou seja, a variedade Chandler foi considerada a mais firme e a mais colorida, tanto quanto "in natura" como no produto final-fruto congelado (Tabelas 3 e 18).

TABELA 15. Avaliação sensorial dos morangos congelados - variedade IAC-Princesa Isabel.

ÉPOCAS DE AVALIAÇÃO	MÉDIAS DAS AVALIAÇÕES (8 Provedores)																							
	SABOR						TEXTURA						MÉDIAS DE AVALIAÇÃO						COR					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
450 dia	6,5	5,7	5,5	5,4	5,4	5,0	4,0	4,4	4,4	4,2	3,8	3,8	4,1	6,2	6,0	5,8	3,0	2,3	2,2	4,2				
900 dia	5,9	5,8	5,6	5,4	5,4	4,9	4,9	5,0	5,6	3,4	4,9	4,0	4,6	6,9	6,2	6,1	3,1	3,0	2,1	4,5				
1350 dia	7,1	7,0	6,5	6,4	5,1	5,1	6,2	4,6	5,1	4,5	4,4	4,3	4,8	7,0	6,8	6,8	2,6	2,5	2,3	4,6				
1800 dia	6,5	6,4	6,2	5,5	4,7	4,2	4,4	3,9	4,6	3,7	4,7	4,3	4,2	6,5	6,2	5,7	3,2	2,9	2,8	4,5				
MÉDIAS (Tratamentos)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,4 ^A	6,4 ^A	6,2 ^A	2,9 ^B	2,6 ^B	2,4 ^B	-				
F(Tratamentos)	2,4 ^{n.s.}						2,25 ^{n.s.}												200,61 ^{**}					
F(Épocas de Avaliação)	2,91*						4,55 ^{**}												4,05 ^{**}					
F(Tratamento x Épocas)	1,94*						1,69 ^{n.s.}												4,35 ^{**}					

n.s. - não significativo.

* - significativo a nível de 5%.

** - significativo a nível de 1%.

(1, 2, 3, 4, 5, 6) - tratamentos de pré-congelamento.

TABELA 16. Avaliação sensorial dos morangos congelados - variedade Sequóia.

ÉPOCAS DE AVALIAÇÃO	MÉDIAS DAS AVALIAÇÕES (8 Provedores)																	
	SABOR						TEXTURA						MÉDIAS DE AVALIAÇÃO					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
459 dia	6,4	6,0	6,0	5,1	5,5	6,1	6,9	6,5	6,2	4,2	4,1	3,9	5,3	8,3	7,7	7,6	5,5	5,1
909 dia	6,2	5,7	5,2	6,2	6,1	5,8	6,3	5,8	5,5	4,2	4,1	3,7	4,9	7,6	7,2	7,0	6,0	4,9
1359 dia	6,2	5,5	6,2	6,3	6,8	5,6	5,0	4,8	4,6	4,5	4,1	3,9	4,5	7,9	7,0	6,3	5,4	4,5
1809 dia	5,5	5,7	4,5	6,4	6,2	6,1	4,0	3,9	3,7	3,7	3,5	3,3	3,7	7,7	6,8	6,2	4,2	4,2
MÉDIAS (Tratamento)	-	-	-	-	-	-	5,2 ^A	5,2 ^A	4,8 ^{AB}	4,2 ^{AB}	4,1 ^B	4,8 ^B	-	7,5 ^A	7,2 ^A	7,1 ^A	4,9 ^B	4,4 ^B
F(Tratamentos)	1,0 ^{n.s.}						7,4 ^{**}						-					
F(Épocas de Avaliação)	0,77 ^{n.s.}						21,36 ^{**}						-					
F(Tratamentos x Épocas)	1,56 ^{n.s.}						5,23 ^{**}						-					

n.s. - não significativo.

* - significativo a nível de 5%.

** - significativo a nível de 1%.

(1, 2, 3, 4, 5, 6) - tratamentos de pré-congelamento.

TABELA 17. Avaliação sensorial dos morangos congelados - variedade Reiko.

ÉPOCAS DE AVALIAÇÃO	MÉDIAS DAS AVALIAÇÕES (8 Provedores)																	
	SABOR						TEXTURA						MÉDIAS DE ÉPOCAS DE AVALIAÇÃO					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
450 dia	6,0	5,8	5,7	5,0	4,7	4,5	5,5	5,5	4,9	3,7	4,0	4,3	5,3	5,5	5,5	4,9	3,7	4,0
900 dia	6,9	6,6	5,9	5,9	5,4	5,0	6,4	5,9	5,0	4,9	4,1	4,1	5,9	6,4	5,9	5,0	4,9	4,1
1350 dia	6,4	6,3	6,3	6,0	6,0	5,5	6,4	6,1	6,1	5,0	5,4	5,4	6,1	6,4	6,1	5,0	5,4	5,4
1800 dia	6,9	6,7	6,2	5,5	5,4	5,3	5,0	4,9	4,4	4,4	5,0	4,0	5,9	5,0	4,9	4,4	4,4	5,0
MÉDIAS (Tratamentos)	-	-	-	-	-	-	5,8 ^A	5,6 ^{AB}	5,1 ^{ABC}	4,6 ^{BC}	4,5 ^C	4,4 ^C	-	7,6 ^A	7,6 ^A	7,4 ^A	3,6 ^B	3,4 ^B
F(Tratamentos)	1,31 ^{n.s.}						9,54 ^{**}						-					
F(Épocas de Avaliação)	6,11 ^{**}						12,94 ^{**}						-					
F(Tratamentos x Épocas)	3,04 ^{**}						1,31 ^{n.s.}						-					

n.s. - não significativo.

* - significativo a nível de 5%.

** - significativo a nível de 1%.

(1, 2, 3, 4, 5, 6) - tratamentos de pré-congelamento.

153,89^{**}1,93^{n.s.}11,00^{**}

TABELA 18. Avaliação sensorial dos morangos congelados - variedade Chandler.

ÉPOCAS DE AVALIAÇÃO	MÉDIAS DAS AVALIAÇÕES (8 Provedores)																									
	SABOR						TEXTURA						MÉDIAS						COR						MÉDIAS	
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	ÉPOCAS DE AVALIAÇÃO	
450 dia	6,2	6,8	6,2	6,5	6,9	6,2	7,1	6,8	6,8	6,3	4,7	4,3	6,0	7,7	7,6	7,0	4,9	4,2	3,6						5,9	
900 dia	6,2	6,1	5,8	5,9	6,0	5,3	7,5	6,1	6,0	5,5	5,0	4,0	5,7	8,9	7,8	7,4	5,0	4,8	4,1						6,3	
1350 dia	5,6	6,2	5,9	6,5	6,5	6,2	6,9	6,2	5,9	5,4	5,0	4,9	5,7	7,4	7,2	7,2	6,5	5,5	4,9						6,6	
1800 dia	6,0	6,5	6,2	6,6	6,3	6,2	7,9	7,1	5,8	5,5	5,4	4,3	6,0	8,4	7,8	7,7	6,1	5,3	5,2						6,7	
MÉDIAS (Tratamentos)	-	-	-	-	-	-	7,3 ^A	6,2 ^B	6,0 ^B	5,9 ^B	4,9 ^C	4,6 ^C	-	8,1 ^A	7,8 ^A	7,6 ^A	5,4 ^B	4,9 ^B	4,6 ^B						-	
F(Tratamentos)	0,46 ^{n.s.}						24,51**												78,15**							
F(Épocas de Avaliação)	2,72**						1,58 ^{n.s.}												10,06**							
F(Tratamentos x Épocas)	0,39 ^{n.s.}						3,19**												8,09**							

n.s. - não significativo.

* - significativo a nível de 5%.

** - significativo a nível de 1%.

(1, 2, 3, 4, 5, 6) - tratamentos de pré-congelamento.

6. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, as seguintes conclusões podem ser apresentadas:

- a matéria-prima utilizada no presente estudo, apresentou ótima qualidade, do ponto de vista físico (textura, percentagem de rendimento, suculência), químico (ATT, Brix, pH, teor de vitamina C) e organoléptico (sabor, cor e textura);
- a variedade Chandler é a mais firme e a de melhor cor entre as variedades estudadas;
- a variedade Sequóia apresentou o teor de vitamina C mais elevado entre as variedades estudadas;
- a variedade Reiko é a mais doce e a de melhor sabor entre as variedades estudadas;
- os tratamentos de pré-congelamento, notadamente os que utilizaram aplicação de calor afetaram o teor de vitamina C dos frutos, ou seja, ocorreu diminuição deste

no período de armazenamento congelado (180 dias). Esta diminuição foi acelerada pela aplicação de calor;

- a variedade que apresentou maiores níveis de vitamina C, ao final dos 180 dias de armazenamento congelado, foi a Reiko;

- no que diz respeito à textura dos frutos, os aditivos utilizados nos tratamentos de pré-congelamento, pectina e cálcio, tiveram efeito positivo sobre a textura dos frutos das variedades Reiko, Sequóia e IAC-Princesa Isabel. A variedade Chandler se destacou como sendo sensivelmente melhor que as demais, independentemente dos tratamentos aplicadados;

- em termos de cor, a variedade IAC-Princesa Isabel se apresentou mais clara que as demais e a Chandler como a mais escura, ou seja, a mais vermelha, o que é de grande importância no caso dos morangos;

- o calor promove a passagem de grande quantidade do conteúdo de pigmento dos frutos (parte sólida) para o líquido exsudado;

- o tratamento de pré-congelamento, que utilizou cálcio, pectina e sacarose (sem aplicação de calor), mostrou-se eficiente para todas as variedades em estudo, di-

minuindo a perda de líquido por exsudação, quando em comparação com os demais tratamentos utilizados;

- quanto aos atributos sensoriais, o sabor dos frutos não foi afetado pelos tratamentos de pré-congelamento, permanecendo estável durante os 180 dias de armazenamento;

- a textura dos frutos foi afetada pelos tratamentos de pré-congelamento, exceto no caso da variedade IAC-Princesa Isabel. Os menores valores foram obtidos pelos tratamentos que utilizavam calor;

- o calor também foi prejudicial para a cor do produto, ou seja, com o aquecimento houve maior exsudação de líquido e maior passagem do pigmento (antocianina) do fruto (parte sólida) para o líquido exsudado, descolorindo os frutos.

Finalmente, em termos de adequabilidade ao congelamento, a melhor variedade foi a Chandler, seguindo-se as variedades Reiko, Sequóia e IAC-Princesa Isabel, em ordem decrescente de atributos apropriados.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC. *Association of Official Agricultural Chemists - Official Methods of Analysis*. 12th ed., Washington, DC, 1975, 1094p.
- BERNHARDT, L.W.; TOCCHINI, R.P. & PASCHOALINO, J.E. Mudanças que ocorrem durante o armazenamento de frutas e hortaliças congeladas. *Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas*, 16(1):9-34, 1979.
- BOURNE, M.C. Effect of Temperature on Firmness of Raw Fruits and Vegetables. *Journal of Food Science, Chicago*, 47:440-444, 1982.
- BRINGHURST, R.S. & VOTH, V. Sequóia... University of California Centennial. Strawberry Variety. *California Agriculture, Davis*, May, 1968.
- CHARLAMOWICZ, Z.; SKRET, B. & SOBIECH, W. Changes in anthocyanin pigments in processed strawberries. *Prace Instytutów i Laboratoriów Badawczych Przemysłu Spożywczego*. 21(1): 251-263, 1971. (FSTA, Abstract, 6J1019, 1972).

CRIVELLI, G. & ROSATI, P. Reserch on quick freeezing of strawberry. VII. Influence of pre-freezing treatment on berry quality. *Annali-dell Istituto - Sperimentale - per - la Valorizzazione - Tecnologia - dei - Prodotti - Agricoli*, Roma, 4: 73-78, 1973.

DAWSON, R.H. Sensory texting guide for panel evaluation of food and beverages. *Food Technology*, Chicago, 18(8):25-31, 1964.

DELGADO, A.E.; RUBIOLO, C.A. & GRIBAUDO, L.M. Characteristic Temperature Determination for Strawberry Freezing and Thawing. *Journal of Food Processing*, Westport, 14:231-240, 1990.

DERBEDEVA, E.A. & KROTOV, E.C. Vitamin C losses in strawberries and blanckeurrants duraning freezing and cold storage. *Kholvdil'naya Tekhnika*, (8):42-43, 1972. (FSTA, Abstract, 7J968, 1973).

FERHRMANN, H. & DIAMOND, A.E. Peroxidase activity and Phyto pora resistence in different organs of the potato plant. *Phytopatology*, Lancaster, 57:69-72, 1967.

FIK, M. & MACURA, R. Changes of quality of frozen fruits kept in cold storage. *Chlodnictwo*, 21:8, 13-15, 1986. (Nutri tion-Abstracts and Reviews -.Series A, 058 02626, 1988).

FUSTER, C.; PRESTAMO, G. & CANET, W. Effect of Pre-treatments and Freezing of Different Strawberry Varieties. *Refrigeration Science and Technology*, p. 350-356, 1982.

FUSTER, C.; PRESTAMO, G. & ESPINOSA, J. Influence of treatments prior to freezing on the quality and stability of fruits and vegetables during frozen storage. In: *SIMPOSIUM THERMAL PROCESSING AND QUALITY OF FOODS*. Madrid, Espanha, European Cooperation in Scientific & Technical Research, 1984, p. 671-677.

GARROTE, R.L. & BERTONE, R. Chemical evaluation and the suitability for freezing of strawberry varieties. *Revista del Instituto de Tecnologia de Alimentos, I. T. A. Santa Fe*, 1: 81-99, 1975.

GIRARDOT, N.F.; PERHAM, D.R. & SHAPIRO, L. Selection of sensory testing panels. *Food Technology*, Chicago, 6(4): 140-143, 1952.

GUEGOV, Y.; KAROV, T.; KALINOV, V.; NIKOLOV, D. Freezing Suitability of Some Strawberry Varieties. In: *Progress in the design and operation of refrigeration equipment and in the processing of fruit and vegetables by refrigeration*. *Refrigeration Science and Technology*, 4, Paris, 1982. Conference proceedings, Paris, França, International Institute of Refrigeration, p. 233-238.

- HUDSON, M.A.; LEACH, M.; SHARPLES, J.V. & PICKFORD, E. Home Frozen Strawberries. I. Influences of medium, fanning, syrup temperature, soaking time, storage time and temperature, and rates of freezing and thawing on sensory assessment. *Journal of Food Technology*, Oxford, 10(6):681-788, 1975a.
- HUDSON, M.A.; HOLGATE, M.E.; GREGORY, M.E. & PICKFORD, E. Home Frozen Strawberries. II. Influence of additives in syrup on sensory assessments and texture measurements. *Journal of Food Technology*, Oxford, 10(6):689-698, 1975b.
- HUDSON, M.A.; RICKETTS, V.A. & HOLGATE, M. Home frozen strawberries. III. Factors affecting sensory assessment. *Journal of Food Technology*, Oxford, 12(4):421-426, 1977.
- INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS. IAC-Princesa Isabel. Seleção promissora de morangueiro. *O Agrônomo*, Campinas, 41(3):268, setc./dez., 1989.
- KOROBKINA, Z.V.; ABDONOVA, M.K.H. & KOSENKO, M.Ya. The stability of ascorbic acid in frozen fruit. *Konservanaya i Ovoshchesushil'naya Promyshlennost*. N. 2, 25-26, 1975. (FSTA, Abstract, 7J1020, 1976).
- KOROBKINA, Z.V.; DANILENKO, G.V.; DRUZHINSKAYA, L.P. & MANDRIKA, B. I. Effect of preliminary treatment of raw materials on retention of vitamins in frozen fruit and vegetables. *Konservanaya i Ovoshchesushit'naya Promyshlennost*. N. 5, 36-39, 1978. (FSTA, Abstract, 7J1266, 1979).

- LISBÃO, R.S. *Diagnóstico e programa de pesquisa de hortaliça*. Campinas, Instituto Agronômico de Campinas - IAC, 1991. p. 53.
- MAIN, G.L.; MORRIS, J.R. & WEHNT, E.J. Effect of pre-processing treatments on the firmness and quality, characteristics of whole and gliced strawberries after and thermal processing. *Journal of Food Science*, Chicago, 51(2):391-394, 1986.
- MARTIN, S.L. Selection and training of sensory judges. *Food Technology*, Chicago, 27(11):22-26, 1973.
- MORRIS, J.R.; SISTRUNK, W.A.; SIMS, C.A.; MAIN, G.L. & WEHNT, E.J. Effects of Cultivar, Postharvest Storage, Preprocessing Dip Treatments and Style of Pack on the Processing Quality of Strawberries. *Journal American Society, Horticultural Science*, Alexandria, 110(2):172-177, 1985.
- NARUKAMA, N.; ISHIABASHI, K.; OGIWARA, S. & TOKI, T. The Pedigree and characteristics of new strawberry variety "Reiko". *Bull Chiba Agric. Exp. Stn.*, 22:45-55, 1981.
- NEVES FILHO, L. de C. Congelamento de morango. In: *SIMPÓSIO SOBRE A CULTURA DO MORANGUEIRO*, 1, Cabreúva, Casa da Agricultura de Cabreúva/DIRA, 20 e 21 de junho, 1986. Jaboticabal, Sociedade de Olericultura do Brasil e FCAVJ/NESP, 1986, p. 65-88.

- PASCHOALINO, J.E. *et al.* "Congelamento de Frutas e Hortaliças". In: TEIXEIRA NETO, R.O., coord. *Curso de Alimentos Congelados*, Campinas, ITAL, 1979, p. 2-27.
- PASCHOALINO, J.E. "Congelamento de Hortaliças". In: PASCHOALINO, J.E. *Processamento de Hortaliças*, Campinas, ITAL, 1989, p. 48-69.
- PASCHOALINO, J.E. Fatores que influem sobre a qualidade do morango congelado. *Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos*, n.51, mai./jun., 1977.
- PASCHOALINO, J.E.; ZUCCHINI, A.G.; BERNHARDT, L.W.; SILVA, S.D. da; FERREIRA, V.L.P. Estudo sobre a avaliação de diferentes variedades locais de morango em relação à sua adequabilidade para congelamento. *Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos*, Vol. 5, 1973/74.
- PASSOS, F.A. *Caracterização de clones nacionais e introduzidos de morango (Fragaria xananassa Duch.), visando o uso imediato na horticultura e o melhoramento genético*. Tese-mestrado - Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, 1982. 116p.
- PONTING, J.D. & JOSLYN, M.A. Ascorbic acid oxidation and browning in apple tissue extracts. *Archives of Biochemistry*, New York, 19:47-63, 1948.
- SAWYER, F.M. Interacion of sensory panel and Instrumental Measurement. *Food Technology*, Chicago, 25(3):51-52, 1971.

- SELVARAJ, Y.; DIVAKAR, N.G.; SURESH, E.R.; IYER, C.P.A. & SUBRAMANYAN, M.D. Studies on chemical composition of twenty strawberry (*Frangaria ananassa*) varieties. *Journal of Food Science and Technology*, 13, jul./aug., 1976.
- SHAU, N.L. changes in the coloring of strawberries and raspberries during freezing and storage. *Nauchni Trudove, Visshe Institut po Khranitelna i Vkusoya Promyshlennost*, 20(1):37-50, 1973a. (FSTA, Abstract, 9J1235, 1974).
- SHAU, N.L. Changes in anthocyanin content of strawberries and raspberries during freezing and storage. *Nauchni trudove. Vkusova promyshlennost*, 20(1):51-60, 1973b. (FSTA, Abstract, 9J1236, 1974).
- SHERMAN, P. Structure and textural properties of foods. *Food Technology*, Chicago, p. 69-79, mar., 1979.
- SHIROSE, I. *Estatística Aplicada à Experimentação Organoléptica*, Campinas, Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1985, p. 96-111.
- SISTRUNK, W.A. & MOORE, J.N. Assessment of Strawberry Quality - Fresh and Frozen. *Food Technology*, Chicago, 21:449-453, 1967.
- SISTRUNK, W.A.; WANG, R.C. & MORRIS, J.R. Effect of combining mechanically harvested green and ripe puree and sliced fruit, processing methodology and frozen storage on quality of strawberries. *Journal of Food Science*, Chicago, 48:1609-1612, 1616, 1983.

- SKREDE, G. Changes in Sucrose, Fructose and Glucose Content of Frozen Strawberries With Thawing. *Journal of Food Science*, Chicago, 48:1094-1096, 1100, 1983.
- SZCZESNIAK, A.S.; SMITH, B.J. Observations of strawberry texture a three-pronged approach. *Journal of Texture Studies*, Dodrecht, 1(1):65-89, 1969.
- TEIXEIRA NETO, R.O. *et al.* "Teoria de Congelamento e Descongelamento Estocagem". In: TEIXEIRA NETO, R.O., coord. *Curso de Alimentos Congelados*, Campinas, ITAL, 1979, p. 41.
- WESCHE-EBELING, P. & MONTGOMERY, M.W. Strawberry polyphenoloxidase: its role in anthocyanin degradation. *Journal of Food Science*, Chicago, 55(3):731-733, 1990.
- WROLSTAD, R.E.; PUTNAM, T.P. & VARSEVELD, G.W. Color Quality of Frozen Strawberries: Effect of Anthocyanin, pH, Total Acidity and Ascorbic Acid Variability. *Journal of Food Science*, Chicago, 35(4):448-453, 1970.
- WROLSTAD, R.E.; SKREDE, G.; LEA, P. & ENERSEN, G. Influence of Sugar on Anthocyanin Pigment Stability in Frozen Strawberries. *Journal of Food Science*, Chicago, 55(4):1064-1065, 1072, 1990.