

ROSANGELA MARIA NEVES BEZERRA

BRANQUEAMENTO E CONGELAMENTO DE CENOURA
(Daucus carota, L.) cv. BRASÍLIA:
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS, FÍSICAS E SENSORIAIS.

Dissertação apresentada à
ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA
DE LAVRAS, como parte das
exigências do Curso de Mestrado
em Ciência dos Alimentos, para
obtenção do grau de Mestre.

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS

LAVRAS - MINAS GERAIS

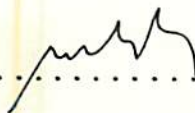
1990

BRANQUEAMENTO E CONGELAMENTO DE CENOURA
(Daucus carota, L.) cv. BRASÍLIA:
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS, FÍSICAS E SENSORIAIS.

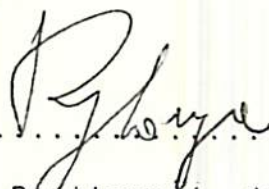
Aprovada por:



.....
Prof. Dra. Maria Isabel Fernandes Chitarra
(Orientador)



.....
Prof. Dr. Armando Sabaa Srur



.....
Prof. Dr. Róvilson J. de Souza

A Deus que sempre esteve presente

AGRADEÇO

Aos meus pais,
Laurentino e Maria Jaci,
a quem devo tudo que sou;

A Marcio, meu companheiro
de todos os momentos
de luta e alegria;

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO, especialmente ao DEPARTAMENTO DE NUTRIÇÃO E DIETÉTICA do INSTITUTO DE NUTRIÇÃO, pela oportunidade e apoio para realização do Curso de Mestrado.

À ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS (MG), pelos ensinamentos transmitidos.

À COORDENADORIA DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

À EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA) - Centro de Tecnologia de Alimentos, por permitir a realização das análises físicas.

À Professora MARIA ISABEL FERNANDES CHITARRA, pela orientação, apoio e amizade.

Ao Professor ADIMILSON BOSCO CHITARRA, pelo apoio e valiosas sugestões.

Ao Professor RUBENS DELLY VEIGA, pela orientação, apoio e amizade.

À Pesquisadora VÂNIA DÉA DE CARVALHO, pela atenção dispensada em todos os momentos.

Ao Professor PAULO R. CLEMENTE, pela orientação e apoio nas análises sensoriais.

Ao Professor CUSTÓDIO DONIZETI DOS SANTOS, pela ajuda nas extrações enzimáticas.

Aos FUNCIONÁRIOS do LABORATÓRIO DA EPAMIG, pelo auxílio nas análises químicas, pelo carinho e amizade.

Aos FUNCIONÁRIOS da BIBLIOTECA DA ESAL, pela colaboração, atenção e carinho que sempre me dispensaram.

Aos amigos REGINA MARTHA, LUISA DEL CARMEN, ISRAEL, DEBORA E LUIS CARLOS, que colaboraram intensamente na montagem do experimento, meu eterno obrigado.

Aos amigos LUISA DEL CARMEN, ANA HELENA, MARIA TERESA, CLAUDIA, MABEL, FRANCISCA, LUIS VENTURA, ALOISIO, ISRAEL, IRÃ e Prof. CHANDRA, que participaram do painel sensorial.

Às amigas de república, MARIA TERESA, LUCIA REGINA e LUISA DEL CARMEN, com quem convivi e aprendi intensamente nestes três anos, meu carinho e minha amizade.

À todos os professores do D.C.A. pela amizade e valiosos ensinamentos.

Às professoras ALCINA DE SALDANHA DA GAMA E MAGALY SILVA BALATA pela amizade, apoio e valiosa contribuição na correção do português.

À todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA DO AUTOR

ROSÂNGELA MARIA NEVES BEZERRA, filha de Laurentino Romão Bezerra e Maria Jaci Bezerra, nasceu no Rio de Janeiro, a 4 de dezembro de 1957.

Graduou-se em Nutrição pelo Instituto de Nutrição da Universidade Federal do Rio de Janeiro em dezembro de 1979.

Em março de 1980, ingressou no Instituto de Nutrição da U.F.R.J., para exercer a função de professor no Departamento de Nutrição e Dietética.

Em março de 1987, iniciou o Curso de Pós-graduação, a nível de Mestrado em Ciência dos Alimentos, na Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL), Lavras - MG.

CONTEÚDO

Agradecimentos	iv
Biografia da autora	vi
1 - Introdução	1
2 - Referencial Teórico	4
2.1 - Perdas pós-colheita	4
2.2 - Congelamento	8
2.3 - Processamento térmico	10
2.4 - Enzimas	14
2.5 - Textura	17
2.6 - Açúcares	22
2.7 - Carotenóides	26
2.8 - Análise sensorial	32
3 - Material e Métodos	37
3.1 - Material	37
3.2 - Métodos	38
3.2.1 - Branqueamento	38
3.2.2 - Armazenamento	38
3.2.3 - Delimitação experimental	39
3.2.4 - Caracterização da matéria-prima	39
3.2.4.1 - Sólidos solúveis	39
3.2.4.2 - pH	40
3.2.4.1 - Umidade	40
3.2.5 - Atividade da peroxidase	40
3.2.6 - Determinação de pectina total e solúvel	41
3.2.7 - Determinação de açúcares redutores, não redutores e totais	41
3.2.8 - Determinação de carotenóides totais	42
3.2.9 - Textura	44
2.2.10 - Análise sensorial	44
2.2.11 - Análises estatísticas	45
4 - Resultados e Discussão	46
4.1 - Caracterização da matéria-prima	46
4.2 - Branqueamento	47
4.3 - Avaliação de qualidade	51
4.3.1 - Textura	51
4.3.2 - Pectinas	54
4.3.3 - Açúcares	58
4.3.4 - Carotenóides	64
4.4 - Avaliação sensorial	66
5 - Conclusões	75
6 - Resumo	77
7 - Abstract	78
8 - Referências Bibliográficas	79
Apêndices	106

LISTA DE QUADROS

QUADROS	Pág
1 - Biopotencial de vários carotenóides	30
2 - Análise de variância (Quadrado médio - QM, Nível de significância em % - NS e Coeficiente de determinação - R^2) para os parâmetros das análises químicas de cenouras cv Brasília cruas e branqueadas em microondas e vapor, armazenadas a -18°C por 24 semanas (JUL-DEZ 1989) ESAL/D.C.A., Lavras - MG	107
3 - Análise de variância (Quadrado médio - QM, Nível de significância em % - NS e Coeficiente de determinação - R^2) para os parâmetros das análises químicas, enzimáticas e físicas de cenouras cv Brasília cruas e branqueadas em microondas e vapor, armazenadas a -18°C por 24 semanas (JUL - DEZ 1989) ESAL/D.C.A., Lavras - MG.	108
4 - Análise de variância (Quadrado médio - QM, Nível de significância em % - NS) para os parâmetros das análises sensoriais de cenouras cv Brasília cruas e branqueadas em microondas e vapor, armazenadas a -18°C por 24 semanas (JUL-DEZ 1989) ESAL/D.C.A., Lavras - MG	109
5 - Análise de variância (Quadrado médio - QM, Nível de significância em % - NS e Coeficiente de determinação - R^2) para os parâmetros cor interna, sabor doce, sabor doce residual e dureza da análise sensorial de cenoura cv Brasília cruas e branqueadas em microondas e vapor, armazenadas a -18°C por 24 semanas (JUL - DEZ 1989) ESAL/D.C.A., Lavras - MG.	110

LISTA DE FIGURAS

FIGURAS	Pág
1 - Efeito do tempo de armazenamento a -18°C na atividade da peroxidase de rodela de cenouras cv. Brasília, cruas e branqueadas em microondas e vapor (JUL/DEZ 1989) ESAL/DCA, Lavras, MG	49
2 - Efeito do tempo de armazenamento a -18°C na textura de rodela de cenouras cv. Brasília, cruas e branqueadas em microondas e vapor (JUL/DEZ 1989) ESAL/DCA, Lavras, MG	52
3 - Efeito do tempo de armazenamento a -18°C nos teores de pectina total de rodela de cenouras cv. Brasília, cruas e branqueadas em microondas e vapor (JUL/DEZ 1989) ESAL/DCA, Lavras, MG	55
4 - Efeito do tempo de armazenamento a -18°C nos teores de pectina solúvel de rodela de cenouras cv. Brasília, cruas e branqueadas em microondas e vapor (JUL/DEZ 1989) ESAL/DCA, Lavras, MG	57
5 - Efeito do tempo de armazenamento a -18°C nos teores de açúcares não-redutores em sacarose de rodela de cenouras cv. Brasília, cruas e branqueadas em microondas e vapor (JUL/DEZ 1989) ESAL/DCA, Lavras, MG	61
6 - Efeito do tempo de armazenamento a -18°C nos teores de açúcares redutores em glicose de rodela de cenouras cv. Brasília, cruas e branqueadas em microondas e vapor (JUL/DEZ 1989) ESAL/DCA, Lavras, MG	62

FIGURAS

Pág

- 7 - Efeito do tempo de armazenamento a -18°C nos teores de açúcares totais de rodela de cenouras cv. Brasília, cruas e branqueadas em microondas e vapor (JUL/DEZ 1989) ESAL/DCA, Lavras, MG 63
- 8 - Efeito do tempo de armazenamento a -18°C nos teores de carotenóides totais de rodela de cenouras cv. Brasília, cruas e branqueadas em microondas e vapor (JUL/DEZ 1989) ESAL/DCA, Lavras, MG 65
- 9 - Variação sensorial da cor interna de rodela de cenouras cv. Brasília, cruas e branqueadas, durante o tempo de armazenamento a -18°C (JUL/DEZ 1989) ESAL/DCA, Lavras, MG 70
- 10 - Variação sensorial da sabor doce de rodela de cenouras cv. Brasília, cruas e branqueadas, durante o tempo de armazenamento a -18°C (JUL/DEZ 1989) ESAL/DCA, Lavras, MG 71
- 11 - Variação sensorial da sabor residual doce de rodela de cenouras cv. Brasília, cruas e branqueadas, durante o tempo de armazenamento a -18°C (JUL/DEZ 1989) ESAL/DCA, Lavras, MG 72
- 12 - Variação sensorial da dureza de rodela de cenouras cv. Brasília, cruas e branqueadas, durante o tempo de armazenamento a -18°C (JUL/DEZ 1989) ESAL/DCA, Lavras, MG 73

LISTA DE TABELAS

TABELAS	Pág
1 - Sólidos solúveis, pH e umidade de cenouras (<u>Daucus carota</u> , L) cultivar Brasília, colhidas em julho de 1989, Carandaí - MG	46
2 - Atividade de peroxidase em amostras de cenouras da cv. Brasília, cruas e branqueadas, mantidas a -18 °C por 24 semanas (JUL/DEZ 1989) ESAL/DCA, Lavras, MG ...	49
3 - Valores médios de textura (kg), obtidos de rodela de cenouras cv. Brasília, cruas e branqueadas, mantidas a -18 °C por 20 semanas (JUL/DEZ 1989). ESAL/DCA, Lavras - MG	52
4 - Valores médios de pectina total (mg de ácido galacturônico/100g) obtidos de cenouras cv Brasília, cruas e branqueadas, mantidas a -18 °C por 24 semanas (JUL/DEZ 1989). ESAL/DCA, Lavras - MG	55
5 - Valores médios de pectina solúvel (mg de ácido galacturônico/100g) obtidos de cenouras cv Brasília, cruas e branqueadas, mantidas a -18 °C por 24 semanas (JUL/DEZ 1989). ESAL/DCA, Lavras - MG	57
6 - Valores médios de açúcares não redutores (% de sacarose), redutores e totais (% de glicose) obtidos de cenouras cv. Brasília, cruas e branqueadas, mantidas a -18 °C por 24 semanas (JUL/DEZ 1989). ESAL/DCA, Lavras - MG	60

TABELAS

Pág

- 7 - Valores médios de carotenóides totais (mg/100 mg) obtidos de cenouras cv. Brasília, cruas e branqueadas, mantidas à -18 °C por 24 semanas (JUL/DEZ 1989). ESAL/DCA, Lavras - MG 65
- 8 - Efeito dos métodos de branqueamento nas características sensoriais de cenouras cv. Brasília, armazenadas à -18°C por 24 semanas (JUL/DEZ 1989). ESAL/DCA, Lavras - MG 68
- 9 - Valores médios das características sensoriais de cenouras cv. Brasília, armazenadas a -18°C por 24 semanas (JUL/DEZ 1989). ESAL/DCA, Lavras - MG 69

1 - INTRODUÇÃO

A cenoura (Daucus carota, L.), hortaliça cultivada por suas raízes comestíveis, pertence à família Umbelliferae, e foi descrita, pela primeira vez, como Daucus carota por Linnaeus em 1753, no volume 1, 1ª edição de Species Plantarum. Tem elevado consumo em todo mundo, e no Brasil a sua popularidade e o seu valor econômico relacionam-se a existência de imigrantes europeus (ALMEIDA, 1986).

A cultura de cenoura ocupa um lugar de destaque entre as hortaliças no centro-sul do País, sendo mais cultivada em Minas Gerais e São Paulo (FANCELLI, 1987). Em Minas Gerais, o cultivo distribuiu-se por todo o estado, com maior intensidade nas regiões sul e campos das vertentes (MOURA, 1984). A produção nacional no período de 1987 foi da ordem de 294.309 toneladas, com uma produtividade de 25 ton/ha (VIEIRA, 1990).

Devido a grande importância econômica, muitos programas de melhoramento genético são desenvolvidos, para obter-se cultivares mais adaptadas às condições de clima e solo, e também mais resistentes às doenças. A cultivar Brasília é o resultado de um programa de melhoramento conjunto do CNP Hortaliças/EMBRAPA - Brasília e do Departamento de Genética da ESALQ/USP - Piracicaba, para o cultivo de verão (VIEIRA et alii, 1983).

O cultivo extensivo e a utilização na dieta humana estão relacionados ao elevado valor nutricional desta hortaliça, participando como fonte importante de carotenos pró-vitamina A, minerais e calorias, o que contribui para o aumento do interesse na conservação pós-colheita.

O estudo de técnicas de conservação de alimentos através de tratamentos térmico e armazenamento em temperaturas baixas, datam do início deste século, entretanto a utilização do branqueamento de vegetais, já é praticado, desde os mais remotos tempos, pelos chineses, persas, egípcios e gregos, com o propósito de assegurar melhores condições de estabilidade e conservação do produto final (Van Arsdel, 1963 citado por BARUFFALDI, 1980).

Atualmente, estabelecer condições de tempo, temperatura e meios de processamento, que resultem numa maior retenção de nutrientes e conservem as características sensoriais e da textura do produto final, são os objetivos principais dos estudos experimentais.

Baseando-se no apresentado, desenvolveu-se o presente trabalho com os seguintes objetivos:

Geral:

- Avaliar a qualidade final de cenouras branqueadas em micro-ondas e vapor, mantidas em temperatura de -18°C por 24 semanas.

Específicos:

- Verificar durante o armazenamento a -18°C as mudanças físicas e químicas que ocorrem devido ao branqueamento.
- Determinar a atividade da enzima peroxidase após o branqueamento e durante o período de armazenamento a -18°C .
- Avaliar as características sensoriais e de aceitação do produto branqueado e armazenado a -18°C por 24 semanas.

2 - REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 - Perdas pós-colheita

No Brasil, cerca de 45% dos produtos hortícolas são perdidos por manuseio impróprio no pós-colheita (LOPES, 1980). Os tratamentos pós-colheita utilizados não melhoram a qualidade do produto. De um modo geral, eles objetivam reduzir a velocidade de perda de água e os processos metabólicos de maturação e senescência, e ainda evitar ou reduzir os danos decorrentes de doenças e traumas físicos (PINTO et alii, 1984).

Inúmeras são as causas de perdas pós-colheita, as quais apresentam basicamente três tipos: perdas fisiológicas, perdas por injúrias mecânicas e perdas fitopatológicas. Os hortifrutícolas na pós-colheita continuam uma série de reações metabólicas para a manutenção da vida nos tecidos. A exaustão das reservas metabólicas manifesta-se por uma senescência acelerada, uma diminuição da qualidade do "flavor", especialmente perda de doçura e perda de peso irreversível. Durante a transpiração há uma perda de água e conseqüentemente perda de peso, o que leva a uma diminuição na qualidade de aparência (enrugamento e murchamento), na qualidade de textura (amaclamento, perda de crocância e perda de succulência) e na qualidade nutricional. As perdas nutricionais decorrentes das

reações metabólicas, estão relacionadas à síntese ou degradação de pigmentos, conversões de carboidratos, hidrólise de pectinas e de outros polissacarídeos, aumento no conteúdo de lignina, mudanças em ácidos orgânicos, proteínas, aminoácidos e lipídios e a perdas de vitaminas (KADER et alii, 1985).

Os tratamentos pós-colheita utilizados para reduzir as alterações fisiológicas incluem mudanças nas condições de armazenamento, tais como baixa temperatura, umidade relativa e ar atmosférico controlado. ERNEST (1972) e CRISP (1972) verificaram que temperaturas de 1 a 4 °C, com umidade relativa de 90-95%, mantinham a qualidade comercial de cenouras por um período de 6 a 8 meses. STOLL (1971) estudando armazenamento de cenouras em atmosfera controlada, verificou ser mais eficiente o ar contendo 3% de O₂, 3% de CO₂ e 94% de N₂. Entretanto, WEIGHMANN (1973) observou que cenouras armazenadas em atmosfera contendo mais que 1% de CO₂ apresentavam um aumento na taxa de deterioração.

O sucesso do armazenamento de cenoura parece envolver uma série de fatores que incluem desde as características da cultivar, meios de cultivo e métodos de colheita até as condições de transporte.

As injúrias mecânicas por cortes, ferimentos de impacto, ferimentos por vibração e perfuração, aceleram as perdas de água, favorecem a infecção por microrganismos e estimulam as reações metabólicas em tecidos de frutas e

hortaliças (PINTO et alii, 1984; KADER et alii, 1985; ROLLE & CRISM III, 1987). As mudanças metabólicas incluem: aumento da respiração no local do fermento, produção de etileno pelo estresse fisiológico, acúmulo de metabólitos secundários (aldeídos voláteis, compostos carbonil, etc) e reações enzima-substrato devido a ruptura celular (ROLLE & CRISM III, 1987).

A respiração aumentada pelo estresse físico em cortes de tecidos de batata e pepinos está relacionada aos aldeídos voláteis de cadeia longa produzidos durante a alfa-oxidação dos ácidos graxos (LAITES & HOELLE, 1967; GALLIARD & MATHEW, 1976), resultantes da atividade da hidrolase acil-lipídica (WARDALE & GALLIARD, 1977) e da fosfolipase D (YAPA et alii, 1986) sobre os componentes lipídicos da membrana das células de plantas injuriadas. O etileno produzido pelo dano mecânico ou como resposta fisiológica pós-colheita induz os mecanismos de senescência (ROLLE & CRISM III, 1987). Também causa um aumento no conteúdo de compostos fenólicos totais (PHAN, 1973) e promove o aparecimento de sabor amargo nas raízes de cenoura, provavelmente devido a presença de isocumarina, cuja produção é induzida pelo etileno (PINTO et alii, 1984).

As reações enzima-substrato são responsáveis pela formação de uma série de compostos e pela degradação de outros, que resultam em mudanças na cor, sabor e textura dos hortifrutícolas. As lipoxigenases catalizam a co-oxidação de

pigmentos (IKEDIOBI & SNYDER, 1977) e têm efeito clareador nos carotenóides e clorofila (KLEIN et alii, 1984, 1985, 1987). A pectinametilesterase (PME) e as poligalacturonases (PG) agem sobre a estrutura da parede celular, liberando radicais metil e rompendo os ácidos poligalacturônicos, alterando desta forma a textura dos hortifrutícolas (HOBSON, 1963, 1964; GROSS, 1982; HAGERMAN & AUSTIN, 1986). As peroxidases catalisam reações de óxido-redução, usando o peróxido de hidrogênio ou outros substratos naturais como agentes oxidantes, o que leva a mudanças na cor e a formação de compostos que alteram o "flavor" normal dos produtos vegetais (JOSLYN, 1966; BARUFFALDI et alii, 1983a).

As práticas de manuseio pós-colheita podem afetar a susceptibilidade à doença, como consequência do estágio de maturação, amadurecimento ou senescência. Cortes, fermentos e perfurações facilitam a entrada de patógenos. Fatores ambientais como temperatura, umidade relativa e composição atmosférica, associados a presença de microrganismos indesejáveis determinam a incidência e a severidade da doença (SOMMER, 1985).

Em cenouras, as perdas por patógenos são resultantes de infecções por fungos e bactérias. Esses microrganismos podem contaminar o produto desde o campo, e desta forma disseminam-se através da limpeza, classificação, embalagem, transporte e armazenamento (KOVÁCS & VOROS, 1976; SOMMER, 1985).

As doenças mais comumente encontradas nas fases pré e pós-colheita de cenouras são o mofo-cinzento, a podridão-preta, a podridão-de-fusarium, a podridão-aquosa, a podridão-mole de *Rhizopus*, a podridão-de-*Rhizoctonia* e a podridão-mole causadas respectivamente por *Botrytis cinerea*, *Stemphylium radicinum*, *Fusarium* spp., *Sclerotinia sclerotiorum*, *Rhizopus* spp, *Rhizoctonia carotae* e *Erwinia carotovora* (PINTO et alii, 1984).

A manutenção da qualidade no período pós-colheita está diretamente relacionada às condições adequadas de colheita, manuseio, transporte e armazenamento. O processamento mínimo efetuado no campo ou aquele utilizado pela indústria, visa prolongar a vida útil do produto.

2.2 - Congelamento

O uso do frio como meio de conservação de alimentos é um método aplicado desde os mais remotos tempos, entretanto, o uso de armazenamento a temperatura baixa relaciona-se ao advento do refrigerador. Os registros indicam a década de 1820 como o início do armazenamento a frio para a conservação de peixes. O congelamento comercial de hortaliças começou ao final da década de 1920, e tornou-se de importância comercial em 1937 (DAOUD, 1973).

O congelamento de alimentos visa paralisar ou reduzir os efeitos destrutivos de microorganismos, enzimas e

oxigênio. O método consiste na remoção de calor através de ar frio, gases, líquidos congelantes, placas de contato, correias e tambores, fazendo com que a temperatura interna decresça, transformando os constituintes celulares no estado líquido e coloidal para o estado sólido (DAOUD, 1973; EDWARDS & HALL, 1988).

A obtenção de um alimento congelado de qualidade superior implica na velocidade do meio de congelamento. A fase crítica é a zona de cristalização de 0 a -4°C que deve ser ultrapassada rapidamente para evitar os grandes danos estruturais. O congelamento rápido é o que causa menores mudanças nas propriedades físicas e químicas do produto durante todo o ciclo de congelamento e do subsequente descongelamento (RAHMAN et alii, 1971). Quando o alimento é congelado lentamente a água nele contida tende a formar grandes cristais de gelo, que dilaceram os tecidos, de modo que quando o alimento é descongelado, os nutrientes celulares são lixiviados com a água intracelular. O congelamento rápido, não permite a formação de grandes cristais de gelo, e conseqüentemente, não resulta em danos a estrutura celular (EDWARDS & HALL, 1988).

Vários são os métodos de congelamento rápido, dentre estes os que são mais comumente empregados são: congelamento abrupto, congelamento por ar ventilado, túnel de congelamento, congelamento em leito fluidizado, congelamento rápido individual para líquidos, congelamento por placa de contato,

congelamento de contato por transportador ou tambor, congelamento por imersão (líquidos congelantes) e congelamento criogênico (DAOUD, 1973).

A preservação de produtos vegetais por um período relativamente longo de armazenamento é uma meta que há muitos anos se tenta alcançar. Vegetais desidratados e congelados requerem um tratamento térmico anterior ao armazenamento, para impedir ou diminuir as alterações da qualidade comestível (LEE, 1958; STEINBUCH, 1980; STONE & YOUNG, 1985).

2.3 - Processamento térmico

A utilização crescente de processamentos térmicos, ao longo do tempo, vem fazendo com que haja uma diminuição nas práticas convencionais de conservação de alimentos, como salga e defumação, e também evitando o emprego excessivo de conservantes químicos (VESSONI PENNA, 1980).

Entre os processos térmicos, comercialmente mais empregados estão o branqueamento, a esterilização e a pasteurização. Eles têm como função básica, eliminar ou reduzir materiais biológicos, que possam causar a deterioração (LUND, 1977).

O branqueamento é um tratamento térmico amplamente utilizado na industrialização dos hortifrutícolas, visando prevenir ou reduzir a deterioração pós-colheita (HOLDSWORTH, 1970). Utilizado como tratamento prévio ao congelamento,

secagem, saturação com sólidos solúveis e enlatamento, objetiva produzir no material processado a inativação de sistemas enzimáticos, reduzir algumas infecções iniciais, remover "flavors" indesejáveis, reduzir o volume de material na fase de acondicionamento, expelir o ar e outros gases para diminuir reações de oxidação e pressão interna durante a esterilização e fixar a cor (LEE, 1958; CHEFTEL & CHEFFEL, 1976; BARUFFALDI et alii, 1980).

O método consiste no aquecimento de alimentos crus, por um intervalo de tempo curto, em água quente, em vapor (LEE, 1958; EHEART, 1966; LANE et alii, 1985), em ar quente ou microondas (EHEART, 1966; SALUNKHE, 1974; LANE et alii, 1985; BOGNAR et alii, 1987), radiação infra-vermelho (SGARBIERI, 1967).

A eficiência do branqueamento é avaliada pela qualidade final do produto. Portanto, parâmetros utilizados para o branqueamento em diferentes espécies vegetais, e mesmo dentre as diferentes cultivares de uma mesma espécie, necessitam sofrer adaptações para determinar as melhores condições de tempo e temperatura (VESSONI PENNA, 1980).

O meio de branqueamento de vegetais anterior ao congelamento tem sido convencionalmente a água ou o vapor d'água, embora recentemente novos estudos venham sendo desenvolvidos, comparando a eficiência entre os métodos mais convencionais e o uso de microondas (DRAKE et alii, 1981).

O uso de microondas como novo meio de branqueamento X
visa minimizar as perdas por lixiviação das substâncias
hidrossolúveis e termolábeis. Este novo meio tem sua
utilização relacionada às suas propriedades física e elétrica,
aos padrões de aquecimento, à inativação microbiana e à
segurança. A penetração e o aquecimento dos alimentos pelas
microondas são instantâneos, o que difere dos meios
convencionais, que transferem mais lentamente a energia
térmica da superfície para o centro do produto (MUDGETT,
1989).

Estudos comparativos vêm demonstrando haver
diferenças entre as várias espécies vegetais e os meios de
branqueamento.

As perdas de sólidos, em vegetais branqueados em X
vapor, são menores do que quando branqueados em água fervente
(CARROAD et alii, 1980; McCURDY et alii, 1983; DRAKE &
CARMICHAEL, 1986). Estas perdas são devidas à lixiviação dos
compostos solúveis, pela escaldadura e pela água de
resfriamento (LEE, 1958). Entretanto, apesar do branqueamento
em vapor ser considerado melhor na retenção de sólidos
solúveis, esta vantagem pode ser parcialmente perdida, caso o
branqueamento seja seguido de resfriamento em água fria
(PHILIPPON & ROUET-MAYER, 1985).

REDDY & SISTRUNK (1980) verificaram o efeito dos
métodos de cocção na retenção de carboidratos de batata-doce,
e observaram que as raízes cozidas por microondas apresentaram

maiores teores de açúcares totais e pectinas do que aquelas cozidas em água e vapor.

Medidas espectrofotométricas e análise sensorial de vagens, aspargos, ervilhas e milho doce não apresentaram diferença na característica de cor para os branqueamentos em água e vapor. Entretanto, mostraram menores taxas de aceitação objetiva e subjetiva para o branqueamento em microondas (DRAKE et alii, 1981). Isto difere dos estudos realizados por EHEART (1966) e STONE & YOUNG (1985), que não observaram diferença na cor de vagens e brócolis branqueados pelos métodos convencionais e por microondas.

Estudos sobre a retenção de vitaminas hidrossolúveis e lipossolúveis mostram haver variação entre os vegetais e os métodos de branqueamento utilizados. QUENZER & BURNS (1981), trabalhando com espinafre, mostraram ser o branqueamento em microondas mais eficiente na retenção de ácido ascórbico, porém mais prejudicial para beta-caroteno. Porém, DRAKE et alii (1981) verificaram menores teores de ácido ascórbico para aspargos e vagens branqueados em microondas, e nenhuma diferença significativa para ervilhas e milho doce em relação ao branqueamento em vapor.

A textura dos vegetais processados é uma outra característica que parece variar muito de acordo com o método de branqueamento. O uso de microondas induz à coagulação do material protoplasmático ao redor da parede celular, e dessa forma contribui para que a estrutura celular permaneça intacta

e confira uma firmeza maior ao produto (QUENZER & BURNS, 1981). STONE & YOUNG (1985) em seu estudo com vagens e DRAKE et alii (1981), trabalhando com aspargos, observaram maiores valores de textura em Instron para o branqueamento em microondas, embora DRAKE et alii (1981) não tenham verificado diferença na textura de vagens, ervilhas e milho doce branqueados pelos métodos convencionais e microondas.

As variações observadas para os diversos parâmetros de qualidade são decorrentes das diferenças entre os diversos tecidos, mas existe também uma relação entre os mesmos e os diversos sistemas enzimáticos presentes nos tecidos vegetais (VÁMOS-VIGYÁZÓ et alii, 1980; MUFTUGIL, 1985).

2.4 - Enzimas

Os vegetais vivos contém numerosas enzimas que são ativas em diferentes processos metabólicos (SVENSON, 1977), e podem levar a alterações indesejáveis, até mesmo em temperaturas abaixo de zero e baixos níveis de umidade (ACKER, 1962; AYLWARD & HARSMAN, 1969).

As reações enzimáticas são estimuladas por uma série de fatores, como fermentos e outras injúrias, mudanças na temperatura e condições anaeróbicas ou oxidativas. A proteólise, o desenvolvimento de "flavors" estranhos e a formação de produtos intermediários de reações que induzem a

mudanças químicas e físicas, são os resultados das reações de várias enzimas (AYLWARD & HARSNAN, 1969).

Muitas enzimas estão envolvidas nas alterações indesejáveis da qualidade dos alimentos, entre estas as hidrolases, as lipoxigenases, as catalases, as proteases, as polifenoloxidasas, as amilases e as peroxidases (BERK, 1976).

As peroxidases, por sua resistência relativamente alta a inativação térmica e sua ampla distribuição em tecidos vegetais, são mais utilizadas como um índice de atividade enzimática. Na indústria de alimentos, a sua inativação por tratamento térmico é considerada como índice de inativação dos sistemas enzimáticos presentes nos tecidos vegetais. (ZOUËIL & ESSELEN, 1959; VÁMOS-VIGYÁZÓ et alii, 1980; BARUFFALDI et alii, 1981; BAARDSETH & SLINDE, 1981, 1983; HALPIN & LEE, 1987).

As peroxidases, geralmente, são óxido redutases que apresentam uma relação com o desenvolvimento de odor, sabor e cor estranhos em hortifrutícolas crus ou insuficientemente branqueados (ESSELEN & ANDERSON, 1956; JOSLYN, 1966; BARUFFALDI et alii, 1983a). Não são específicas em sua ação, e catalisam a oxidação de um grande número de fenóis e anéis aromáticos que ocorrem naturalmente em tecidos de plantas (BARUFFALDI et alii, 1983a).

Fatores como temperatura, pH, atividade de água, concentração de açúcares, adsorventes de diferentes tipos e

Inibidores específicos podem modificar a atividade das enzimas (AYLWARD & HARSMAN, 1969).

O tratamento térmico aplicado aos alimentos armazenados por longo período de tempo objetiva prevenir a atividade peroxidásica (FLORENCE, 1977) e inativar todos os outros sistemas enzimáticos. O pH afeta diretamente a capacidade oxidativa da peroxidase (LU & WHITAKER, 1974), a acidificação do meio vegetal causa uma mudança na proteína-enzima, passando-a de seu estado nativo para o estado desnaturado reversível. A concentração de açúcar age inversamente, aumentando a resistência da peroxidase da maçã e pera à inativação pelo calor (FLORENCE, 1977).

A regeneração da atividade peroxidásica foi primeiramente observada por WOODS em 1901, em folhas de tabaco, algum tempo após a inativação térmica. Este mecanismo parece estar relacionado com a reversão da proteína-enzima desnaturada, para o seu estado nativo (FLORENCE, 1977). A cinética da inativação e regeneração envolve processos complexos cujas vias foram descritas por LU & WHITAKER (1974).

O desenvolvimento de "flavor" estranho e mudanças na cor de frutas e hortaliças enlatados e congelados estão associados a regeneração da atividade da peroxidase (LU & WHITAKER, 1974; FLORENCE, 1977; MUFTUGIL, 1985). PINSENT (1962) trabalhando com ervilhas branqueadas a 93-100 °C, observou um aumento na atividade da peroxidase durante o

armazenamento a - 18 °C. GIBRIEL et alii (1978) verificaram que a regeneração da peroxidase em cenouras armazenadas sob temperaturas baixas é mais pronunciada do que a observada em outras hortaliças. Em seu trabalho com cenouras e vagens congeladas, CHEN & WHANG (1988) observaram através dos dados sensoriais que a peroxidase não apresentava uma relação significativa com o desenvolvimento de odor estranho porém afetava a cor do produto.

Além dos efeitos nos caracteres sensoriais dos hortifrutícolas, as peroxidases parecem participar dos processos oxidativos que levam a perdas de vitaminas lipossolúveis e carotenos. BARUFFALDI et alii (1983a) verificaram que cenouras cruas após cinco dias de armazenamento em condições ambiente, apresentavam uma perda de 22,1% no teor de carotenóides totais e uma elevação de 157,2% na atividade da peroxidase.

A qualidade final do produto processado inclui porém, outros aspectos que não estão diretamente relacionados com as peroxidases, como por exemplo a textura, que tem como componentes envolvidos os constituintes da parede celular.

2.5 - Textura

A textura dos produtos vegetais é resultante da natureza das células do parênquima e dos demais componentes estruturais. A rigidez do tecido deve-se, em parte, às

microfibrilas cristalinas de celulosas que constituem, cerca de 25% do resíduo seco, assim como as microfibrilas de hemicelulosas e ligninas. Além da água presente nas células dos tecidos vegetais (\pm 96% do peso), os géis de amido e a pectina da lamela intermediária também influenciam no atributo de textura (EHEART, 1966).

A parede celular, componente estrutural importante dos tecidos vegetais, constitui-se basicamente de três frações: polissacarídeos pécticos, hemicelulosas e celulose. Os polissacarídeos pécticos são classificados como polímeros, compostos principalmente de resíduos de ácido galacturônico, unidos por ligações covalentes e não covalentes. As hemicelulosas são polímeros provavelmente ligados à pectina, e não covalentemente associados a celulose (PRAKASH & BRINSON, 1984).

A perda da firmeza estrutural pode ser atribuída à flacidez e ao amolecimento das camadas inter-lamelares, como também à ruptura da parede celular e à solubilização de sólidos hidrossolúveis (LEE et alii, 1979; BARUFFALDI et alii, 1980; PAULUS & SAGUY, 1980).

Nos hortifrutícolas, as substâncias pécticas estão presentes na parede celular, bem como na lamela média, participando primordialmente na manutenção da textura (PRESSEY & AVANTS, 1973). Polímeros lineares do ácido galacturônico têm seus pesos moleculares e grau de esterificação dependentes

da espécie, da cultivar, do estágio de maturação e das condições agrícolas (JOHNSTON et alii, 1983).

A mudança primária na parede celular durante o amadurecimento consiste na conversão da pectina insolúvel para a forma solúvel. Este processo envolve a degradação da fração insolúvel por sistemas enzimáticos que hidrolisam as ligações glicosídicas da protopectina (PRESSEY et alii, 1971; PRESSEY & AVANTS, 1982; CROOKES & GRIERSON, 1983).

Além da ação das enzimas pectinesterase (PE) e poligalacturonase (PG), na hidrólise péctica, outros meios podem agir igualmente nas mudanças estruturais. CLAYPOOL (1974) sugeriu que as membranas celulares danificadas durante o aquecimento liberam os ácidos orgânicos presentes nos vacúolos e estes catalisam a hidrólise dos constituintes da parede celular. Estes dados foram confirmados por SOUTY et alii (1976) que verificaram uma relação inversa entre a firmeza de damasco pós-enlatamento e o conteúdo de citrato.

Entretanto, HEIL & McCARTHY (1989) observaram que a acidificação de cenouras enlatadas, branqueadas por 30 minutos a 100 °C, proporcionou uma medida de firmeza (kg/cm^2) melhor do que aquelas não acidificadas. Isto possivelmente indica que a acidificação do melo participa de alguma forma impedindo a ação dos sistemas enzimáticos e de outros mecanismos de degradação estrutural, diferentemente da ação dos ácidos orgânicos presentes nas células dos tecidos vegetais.

Segundo VAN BUREN et alii (1960, 1962), o amaciamento dos tecidos apresenta uma relação com a temperatura de branqueamento. LEE et alii (1979), estudando cenouras enlatadas branqueadas a temperaturas mais baixas, verificaram maior firmeza, o que é possível ser atribuído a ação da pectinametilesterase sobre as porções metiladas da molécula de pectina, tornando um grande número de grupos carboxil disponíveis à ligação com íons cálcio.

O cálcio é descrito como protetor das substâncias pécticas durante o tratamento térmico (KEIJBETS et alii, 1976; VAN BUREN, 1979), através da formação de pectato de cálcio. Desta forma, ele torna insolúvel os polímeros de pectina presentes à parede celular e às lamelas médias (VAN BUREN, 1973; LEE et alii, 1979).

O produto processado retém em torno de 3-18% da firmeza do material fresco (HUANG & BOURNE, 1983). BOURNE (1982) definiu um coeficiente firmeza-textura, onde obtinha-se a percentagem de mudança na firmeza por grau de aumento da temperatura, numa dada variação de temperatura. Neste mesmo estudo, observou o comportamento de hortifrutícola crus, e pôde verificar que, com poucas exceções, a firmeza diminui com o aumento da temperatura em todas as culturas e todos os tipos de medidas. Feijões, cenouras, pepinos, cebolas, pêssegos e batatas foram as exceções neste estudo, pois mostraram em algumas variações de temperatura um coeficiente firmeza-textura levemente positivo, indicando um aumento na

firmeza com a elevação da temperatura. BOURNE & CONSTOCK (1986) observaram que a alta variabilidade entre as peças de uma mesma cultura, contribui para um alto coeficiente de variação nos diferentes testes de firmeza.

Assim como a elevação de temperatura, o congelamento também causa alterações nas estruturas celulares, levando a mudanças na textura dos hortifrutícolas.

A extensão das alterações na textura ocorridas durante o congelamento está relacionada ao método utilizado. O congelamento lento, usado em "freezer" comercial, causa a formação de grandes cristais de gelo e conseqüentemente há ruptura da membrana celular, acarretando perdas de sólidos solúveis (HUNG & THOMPSON, 1989). O congelamento rápido, efetuado através de túneis de congelamento, líquidos e gases congelantes, forma cristais de gelo pequenos que não rompem a membrana celular, resultando num produto de textura mais firme (BROWN, 1971).

Os danos estruturais causados pelo congelamento tornam-se mais acentuados, quando associados a tecidos danificados pelos métodos de branqueamento. Isto porque os cristais de gelo formados podem atingir tamanhos maiores do que a própria célula (BROWN, 1979), o que certamente resulta em mudanças na textura final do produto, conduzindo a uma menor taxa de aceitação.

Mudanças estruturais, bem como de composição em hortifrutícolas, são fatores que interferem na comercializa-

ção. Os teores de açúcares totais e carotenóides são parâmetros de avaliação objetiva, que classificam a qualidade de cenouras. Testes subjetivos para determinar a aceitação dos produtos crus ou processados são efetuados através de painel sensorial.

2.6- Açúcares

Na dieta humana, aproximadamente 55% da energia total decorrem de carboidratos, fornecidos em parte por hortifrutícolas.

As raízes de cenouras têm um conteúdo de açúcares totais que varia entre 3 e 9% (ALABRAN & MABROUK, 1973; SIMON & PETERSON, 1979; BAJAJ et alii, 1980; SIMON, 1985; SAWAYAMA et alii, 1987), sendo dependente da cultivar, idade da raiz e condições ambientais de crescimento e armazenamento (ALABRAN & MABROUK, 1973; SIMON, 1985).

A sacarose representa 40 a 60% da fração de açúcares totais em raízes de cenoura, sendo o principal açúcar responsável pela doçura do produto. Glicose, frutose e maltose são os outros açúcares solúveis encontrados normalmente em cenouras (SIMON & PETERSON, 1979; BAJAJ et alii, 1980; SIMON et alii, 1980).

Hortifrutícolas crescidos em climas moderados e quentes são mais ricos em carboidratos solúveis do que aqueles crescidos em regiões mais frias e menos ensolaradas (SOUTGHATE

et alii, 1978 e MARTIN-VILLA et alii, 1982). NILSSON (1987) observou uma correlação positiva entre o número de dias com temperatura superior à 6 °C e o conteúdo de açúcares solúveis totais em cenouras, indicando uma influência das condições de crescimento (temperatura e radiação solar) na produtividade e no acúmulo de sacarose.

KUUSI & VIRTANEN (1979) verificaram variação nos valores percentuais de sólidos solúveis de cenoura comercializadas nos períodos de junho, agosto e setembro. Desta forma, o tempo de colheita parece também ser um fator que exerce certa influência na composição de açúcares solúveis (NILSSON, 1987).

Assim como o nível de maturação, as condições de armazenamento afetam os teores de açúcares totais em cenouras. Durante o período de armazenamento, polissacarídeos são convertidos a açúcares simples, e sacarose convertida a açúcares redutores (PHAN et alii, 1973).

Segundo NILSSON (1987), a temperatura de 0 a 1 °C não inibe o metabolismo de carboidratos em cenouras, havendo um aumento no conteúdo de hexoses e decréscimo no de sacarose durante os primeiros meses de armazenamento. Este mecanismo é provavelmente devido a uma reativação ou síntese "de novo" de invertase ácida. RUTHERFORD (1981) descreveu a presença de ambas as invertases, ácida e alcalina, em cenouras, batata baroa e beterraba.

WEICHMANN & AMMERSEDER (1974) observaram que o armazenamento de cenouras em atmosfera com 2 a 3% de O₂ reduzia a hidrólise de sacarose, sendo mais eficiente na manutenção das características de doçura do que as temperaturas baixas.

A perda de água durante o armazenamento é um fator que adicionalmente contribui para um aumento na concentração de sólidos solúveis e, conseqüentemente, dos açúcares totais. Entretanto, este mecanismo, apesar de conferir um sabor mais doce, apresenta uma desvantagem quanto à qualidade de aceitação, pois induz ao murchamento e por conseguinte a perda de textura normal (KUUSI & VIRTANEN, 1979).

Os processamentos industriais utilizados para prolongar a vida dos hortifrutícolas e os métodos de cocção são fatores que também afetam o conteúdo dos açúcares totais. BARUFFALDI et alii (1980) observaram uma relação entre as perdas de sólidos solúveis e o tempo de exposição das amostras às temperaturas de branqueamento. O fator temperatura-tempo contribui para acelerar o processo de lixiviação, facilitando a dilatação dos poros do tecido vegetal, permitindo a saída de um maior volume de nutrientes solúveis, arrastados pela água circulante (BARUFFALDI et alii, 1980; SELMAN et alii, 1983).

Diferenças entre os meios de branqueamento como veículos de lixiviação foram observadas por VESSONI PENNA (1980), que verificou ser a condensação do vapor d'água na superfície do tecido, menos efetiva para solubilizar e

arrastar os sólidos solúveis, do que a água fervente que sofre renovações contínuas sobre a superfície do material.

Apesar de alguns métodos de branqueamento apresentarem melhores resultados na retenção dos sólidos solúveis, esta característica pode ser perdida, caso o meio de resfriamento não evite a solubilização destes compostos. CARROAD et alii (1980) verificaram que o resfriamento através de evaporação por ar forçado, sem vaporização da água, exhibe melhores valores de sólidos solúveis do que o resfriamento em água fria.

Segundo SELMAN & ROLFE (1979), as perdas durante o branqueamento não são devidas somente ao processo de difusão, mas também a expulsão da seiva celular, quando a turgidez é perdida pela morte da célula.

Os métodos de cocção, bem como os processamentos têm um efeito significativo nos carboidratos totais. Batatas doces cozidas em microondas e assadas tiveram maiores teores de açúcares totais do que aquelas cozidas em água e vapor d'água (REDDY & SISTRUNK, 1980). Também o tamanho interferiu no conteúdo de açúcares, mostrando que raízes maiores foram levemente inferiores em sólidos totais, provavelmente devido a menores perdas de umidade e menor hidrólise das moléculas de amido.

2.7 - Carotenóides

Os pigmentos são os responsáveis pela cor característica de frutas e hortaliças, estando a síntese ou revelação destes associada à degradação da clorofila (WATKINS et alii, 1988).

Os carotenóides são o principal grupo de substâncias coloridas que ocorrem naturalmente em alimentos, conferindo cor que varia do amarelo ao vermelho (KRINSKY, 1971).

Quimicamente são na sua maioria tetraterpenos (com 40 carbonos), formados por oito unidades de isopreno ($C_{10}H_{16}$) (RODRIGUEZ-AMAYA, 1985; WATKINS et alii, 1988), possuindo em suas moléculas um sistema de duplas ligações conjugadas, susceptíveis à oxidação e isomerização sob ação de luz, oxigênio, presença de ácidos e metais, peróxidos e enzimas lipolíticas (OGUNSLESI & LEE, 1979; VESSONI PENNA, 1980; AGUIRRE et alii, 1982).

O conteúdo de carotenóides, bem como a quantidade relativa de carotenos individuais, varia significativamente em função das cultivares, condições climáticas ou geográficas, estágio de maturação, duração e condições de armazenamento e métodos de cozimento ou processamento (WECKEL et alii, 1962; RODRIGUEZ-AMAYA, 1985; SIMON & WOLFF, 1987). WECKEL et alii (1962) verificaram alguns destes fatores em cenouras crescidas em diferentes tipos de solo, num mesmo ano e em anos diferentes. SIMON & WOLFF (1987) observaram que cenouras

cultivadas na Flórida durante a estação fria apresentaram produtividade e maturidade fisiológica menores. Nas condições de clima do Brasil, as cultivares de cenoura apresentam melhores produções na faixa de 15 a 21 °C de temperatura, com um produto de melhor formato e coloração (PÁDUA et alii, 1984).

BROWN (1949) relatou que o conteúdo de carotenóides de cenouras aumentou até aproximadamente 100 dias após o plantio, e permaneceu constante até a colheita, aos 135 dias. O mesmo foi verificado por LEE (1986), entretanto o autor observou que os valores de alfa e beta-caroteno atingiam um máximo aos 110 dias de cultivo, e após este período decresciam.

A temperatura de armazenamento interfere nos níveis de carotenos de cenouras. BARUFFALDI et alii (1983a) verificaram um decréscimo quando cenouras foram mantidas a temperatura ambiente. Entretanto, BROWN (1949) e LEE (1986) observaram que cenouras armazenadas sob refrigeração (0 - 4 °C), aumentaram os níveis de carotenos. Isto sugere que os mecanismos de degradação são inibidos a temperaturas baixas (LEE, 1986).

Hortalças expostas às condições ambientes retêm bem pouco os teores de vitaminas, principalmente lipossolúveis e carotenos, provavelmente devido as reações entre peroxidase e radicais livres resultantes da oxidação lipídica (BARUFFALDI et alii, 1983a).

As lipoxigenases são as principais enzimas envolvidas na degradação de carotenos; elas são termoestáveis (KALAC & KYZLINK, 1980) e capazes de formar radicais reativos que oxidam carotenóides, clorofila e outras substâncias nos vegetais (HOLDEN, 1970).

Além do fator temperatura, a atividade de água dos produtos vegetais age de maneira a favorecer ou proteger a degradação de carotenos. Em atividade de água de 0,12 a 0,64 ocorre degradação de alfa e beta-caroteno (BALOCH et alii, 1977; ARYA et alii, 1979; RAMAKRISHNAN & FRANCIS, 1979) e a partir da atividade de água de 0,75, observa-se efeito protetor (GLORIA et alii, 1988), que são descritos como sendo os seguintes: a água liga-se à superfície de contato, excluindo o oxigênio dos materiais lipídicos (SALWIN, 1963), formação de pontes de hidrogênio com hidroperóxidos; Inativação de catalizadores metálicos (QUAST et alii, 1972), redução dos radicais livres devido a interação com a água (LABUZA et alii, 1970) e diluição de catalisadores e substratos hidrossolúveis (GLORIA et alii, 1988).

Assim como a atividade de água, outras substâncias (cloreto de sódio, metabissulfito de sódio, dióxido de enxofre e antioxidantes) adicionadas ao produto, reduzem as taxas de destruição de carotenóides de produtos vegetais desidratados, armazenados à temperatura ambiente (ARYA et alii, 1979; BALOCH et alii, 1987).

A diminuição das taxas de oxidação dos carotenóides em tecidos vegetais torna-se ainda mais importante quando se analisa do ponto de vista nutricional como fonte de pró-vitamina A.

A vitamina A é um composto exclusivamente de origem animal. Os alimentos vegetais oferecem carotenos pró-vitamina A que são convertidos no trato gastrointestinal e nos tecidos do corpo para produzir a forma retinal ou retinol da vitamina A (RODRIGUEZ-AMAYA, 1985; ERDMAN et alii, 1988).

Dos carotenóides que ocorrem naturalmente em plantas, mais de 400 diferentes isômeros foram encontrados em alimentos. Destes, estima-se que somente 10% tenham alguma atividade vitamínica (OGUNSLESI & LEE, 1979; SIMPSON, 1983; RODRIGUEZ-AMAYA, 1985). De acordo com BAUERNFEIND (1972), o beta-caroteno na sua forma trans é o isômero de maior atividade vitamínica (Quadro 1).

Em cenouras frescas, o beta-caroteno e o alfa-caroteno contribuem com 56,9% e 25,7% dos carotenóides totais (SWEENEY & MARSH, 1971; OGUNSLESI & LEE, 1979). KHACHIK & BEECHER (1987) em seu trabalho quantificaram os carotenóides de vegetais amarelo/laranja usando um padrão interno de C-45-beta-caroteno em cromatografia líquida, e encontraram 30,57 mg caroteno total/100g (peso fresco) em cenouras cruas, sendo mais de 50% referente a valores de beta-caroteno. Cenouras cruas apresentam valores de carotenos variando de 3,16 a 5,17 mg de alfa-caroteno/100 g (BUSHWAY,

1986) e de 5,84 a 12,95 mg de beta-caroteno/100 g (BUSHWAY, 1986; ARQUES et alii, 1988).

QUADRO 1 - Biopotencial de vários carotenóides

Carotenóides	Atividade (%)
beta-caroteno	100
alfa-caroteno	50 - 54
gama-caroteno	42 - 50
beta-zeacaroteno	20 - 40
Criptoxantina	50 - 60
beta-apo-8'-carotenal	72
beta-apo-12'-carotenal	120

Os vegetais frescos contêm predominantemente carotenos na forma isomérica trans, que apresentam uma configuração mais estável (SWEENEY & MARSH, 1971; OGUNSLESI & LEE, 1979) e maior atividade provitamínica. A ação de calor, ácido e luz representam as principais causas de isomerização de vitamina A e carotenóides (OGUNSLESI & LEE, 1979), transformando os isômeros trans em isômeros cis.

O calor aplicado aos alimentos, através de tratamentos térmicos, causa alterações nos componentes estruturais dos tecidos vegetais, fazendo com que ocorra ruptura das membranas celulares e uma consequente desintegração do tecido, o que favorece a exposição à luz, oxigênio e ácidos daqueles carotenos localizados nas porções mais internas dos tecidos das plantas (OGUNSLESI & LEE, 1979).

DIETZ et alii (1988) estudando o conteúdo de alfa e beta-caroteno em hortaliças cruas e cozidas, verificaram que a fervura em água por 30 minutos causou perdas de 53 e 40% de beta-caroteno em alface e cenoura. Quando os autores compararam o aquecimento em água e em vapor d'água, observaram ser o vapor d'água melhor na retenção de alfa e beta-caroteno (83 e 139%). Dados semelhantes quanto aos melhores resultados para o vapor d'água foram vistos por AGUIRRE et alii (1982).

As perdas encontradas durante o cozimento de hortaliças são devidas à conversão dos isômeros trans para a forma cis com menor atividade pró-vitamínica. Estima-se que as hortaliças verdes cozidas perdem em média 15 a 20% dos seus valores de vitamina A, enquanto que nas hortaliças amarelas estes valores são ainda maiores (30-35%), devido a presença de alfa-caroteno e seus isômeros (SWEENEY & MARSH, 1970; 1971).

Além do cozimento, o processamento industrial dos alimentos, como o enlatamento, desidratação e congelamento utilizam o calor como uma de suas etapas de processo, o que de maneira semelhante, leva a perdas vitamínicas por isomerização e oxidação (PARK, 1987). Cenouras enlatadas perdem, respectivamente, 7,3% e 11,7% de alfa e beta-caroteno (WECKEL et alii, 1962), devido a um aumento dos isômeros cis e um decréscimo dos isômeros trans (OGUNLESI & LEE, 1979).

Segundo AGUIRRE et alii (1982) as perdas de carotenos em cenouras desidratadas são devidas a isomerização causada pelos tratamentos térmicos prévios a desidratação, e

principalmente decorrentes da degradação oxidativa. REEVE (1943) verificou que os tecidos de plantas desidratadas perdem cor devido a oxidação de moléculas altamente insaturadas quando expostas ao ar.

Diferenças no valor de beta-caroteno em cenouras frescas (12,95 mg/100 g) e congeladas (11,59 mg/100 g) foram observadas por ARQUES et alii (1988), devido provavelmente a isomerização ocorrida durante processo de branqueamento.

Todos os mecanismos que levam à isomerização dos carotenos pró-vitamina A em forma biologicamente menos ativa, causam perdas importantes no conteúdo total de vitamina A de hortifrutícolas.

2.8 - Análise sensorial

A avaliação da qualidade em hortifrutícolas inclui primariamente, o valor nutricional relacionado à composição química, às medidas físicas e às propriedades sensoriais (KUUSI & VIRTANEN, 1979; ROSENFELD et alii, 1984).

Os estudos pós-colheita, visando adequar condições de armazenamento e às indústrias de alimentos, utilizam os órgãos dos sentidos, principalmente paladar, olfato e tato, como instrumentos de avaliação de determinadas propriedades físicas e químicas, relacionadas à complexa sensação que resulta da interação dos sentidos humanos (KRAMER & TWIGG, 1961; CHAVES, 1980).

Existe vários métodos para testar a preferência, as diferenças e a aceitação dos produtos por parte do consumidor. Em todos os procedimentos de avaliação sensorial utiliza-se uma equipe de provadores, que podem ser treinados (pessoas selecionadas previamente através de testes de sensibilidade) ou uma equipe massal, onde o julgamento utiliza um número muito maior de pessoas (± 100 pessoas) (Amerine, 1962, citado por MORAES, 1988).

O principal objetivo da avaliação sensorial é obter informações sobre o efeito dos tratamentos utilizados no estudo experimental ou no desenvolvimento de novos produtos. As diferenças e alterações nas respostas são medidas e analisadas estatisticamente através de testes paramétricos ou não-paramétricos. A exatidão e segurança da informação obtida pela análise sensorial, envolve a seleção da equipe de laboratório, os testes utilizados, o delineamento experimental e a análise apropriada dos resultados (CHAVES, 1980).

Como todo instrumento utilizado em análises de alimentos, as equipes de laboratório sensorial também exigem um controle rígido e uma aferição constante, para que os resultados obtidos não sejam tendenciosos ou afetados por condições físicas e psicológicas. Portanto, para um maior sucesso no teste utilizado, devem ser eliminados estímulos de odores estranhos e distração psicológica, assim como proporcionar um ambiente confortável e individual que assegure



Existem vários métodos para testar a hipótese, as técnicas e a aplicação dos dados por parte do pesquisador. Em alguns casos, procedimentos de avaliação estatística são utilizados para determinar se há diferenças significativas entre os grupos de provadores, ou seja, se há diferenças estatísticas significativas entre os grupos de provadores. Quando o julgamento utiliza um número muito maior de pessoas (+100 pessoas) (American, 1985, citado por MORRIS, 1982).

O principal objetivo da avaliação sensorial é obter informações sobre o efeito dos tratamentos utilizados no teste experimental ou no desenvolvimento de novos produtos. As diferenças e alterações nos resultados são medidas e analisadas estatisticamente e através de testes estatísticos de hipóteses. A existência de diferenças de informação durante o teste sensorial envolve a seleção de grupos de provadores, os testes de hipóteses e o planejamento experimental. Os métodos estatísticos de hipóteses (DAVIES, 1980).

Como todo instrumento utilizado em análises de hipóteses, os grupos de provadores devem ser selecionados de forma adequada e em número adequado para que os resultados sejam válidos e estatisticamente significativos. Portanto, antes de iniciar os testes, é necessário definir os objetivos do teste e a metodologia a ser utilizada. Além disso, é necessário definir o tamanho da amostra e o nível de significância a ser utilizado. Assim, para obter um resultado confiável e significativo, é necessário seguir algumas regras básicas de planejamento experimental.

a ausência de influências externas ao produto analisado (CHAVES, 1980; MORAES, 1988).

Os métodos sensoriais podem ser classificados em métodos de diferença, métodos analíticos, métodos de sensibilidade, métodos de escala e métodos de preferência e aceitação.

Nos métodos de diferença o propósito é medir efeitos específicos pela simples discriminação, não sendo utilizados para determinar preferência. Podem ser aplicados a pequenas equipes muito bem treinadas ou preferencialmente a uma equipe massal sem treinamento. Os teste aplicados para estes métodos são: o Teste Triangular, Teste Duo-Trio, Teste Pareado, Teste de Ordenação e Comparação Múltipla (CHAVES, 1980; MORAES, 1988).

Métodos analíticos, como as análises químicas, mostram as intensidades relativas dos diferentes componentes do sabor (Ellis, 1961 citado por MORAES, 1988) e utilizam o teste da amostra única e perfil de sabor.

Os métodos de sensibilidade ou "threshold" (limiar) medem a capacidade do indivíduo em detectar características específicas através do olfato e sabor. Nestes métodos é possível analisar o acréscimo de concentrações de um material, um ingrediente ou mesmo de substâncias presentes no produto. Emprega-se o Teste de "Threshold" ou Teste de Diluição. Estes métodos também são utilizados para seleccionar provadores para um painel sensorial (MORAES, 1988).

Métodos de escala são muito utilizados na avaliação de novos produtos, no controle de qualidade, e em testes para armazenamento, comparando duas ou mais amostras com uma amostra padrão ou controle. As escalas são variáveis podendo utilizar números ou expressões que exprimam a intensidade das sensações, sendo classificadas como: Escala Hedônica, Escala Hedônica Facial, Escala Numérica Estruturada ou Escala Não Estruturada (CHAVES, 1980; MORAES, 1988).

Nos métodos de preferência e aceitação mede-se a opinião dos consumidores, não sendo normalmente relativos a atributos específicos, mas incluindo o conjunto de atributos que diferenciam as amostras ou caracterizam um novo produto. Utilizam equipes maiores, para que representem exatamente a massa de consumidor à qual o produto será oferecido. Os testes empregados são os de preferência e o de aceitação (CHAVES, 1980; MORAES, 1988).

A importância crescente de se manter as características normais particulares de cada alimento faz com que os métodos de análise sensorial sejam atualmente mais intensamente empregados na avaliação da qualidade final dos produtos alimentícios crus ou processados, em associação com as determinações físicas, físico-químicas, e químicas dos produtos.

Cenouras processadas, armazenadas em condições ambientais (enlatados) ou sob congelamento, são avaliadas sensorialmente, como parte da avaliação de controle de

qualidade. MAKI (1987) verificou que produtos vegetais não branqueados são considerados desagradáveis em sua qualidade sensorial quando armazenados por longo período. BAARDSETH & SLINDE (1983) observaram que tempo e temperatura de processamento são fatores que interferem nas características sensoriais: sabor, doçura, crocância e impressão global, de cenouras branqueadas. Também os métodos de branqueamento mostram resultados significativamente diferentes quando hortifrutícolas são analisados sensorialmente (QUENZER & BURNS, 1981; AGUIRRE et alii, 1982; SIMON & LINDSAY, 1983; STONE & YOUNG, 1985; BOGNÁR et alii, 1987).

3 - MATERIAL E MÉTODOS

3.1 - Material

As amostras de cenoura (Daucus carota L.) da cultivar Brasília, produzidas com tratamentos culturais normais, foram colhidas em julho de 1990 na Fazenda Vieiras e Ribeiros, no município de Carandaí, MG, com 120 dias de plantio, lavadas e secas em máquina de lavagem e secagem, e então selecionadas quanto ao diâmetro (entre 3 e 4 cm); ao formato uniforme; a ausência de doenças ou injúrias; a coloração alaranjada; e a apresentação de áreas de cor verde na porção próxima à folhagem.

Após a pré-seleção no local de colheita, as amostras foram transportadas em caixas de isopor até o laboratório de Bioquímica de Frutos e Hortaliças do DCA/ESAL, onde foram acondicionadas em estufa em B.O.D. com temperatura de 10 °C durante uma noite.

As cenouras foram lavadas, descascadas, eliminadas as extremidades esverdeadas e com diâmetro inferior a 3 a 4 cm, imersas em água destilada com 20 ppm de ácido ascórbico até serem cortadas em rodélas com 2 mm de espessura, com auxílio de cortador de legumes.

3.2 - Métodos

3.2.1 - Branqueamento

Foram efetuados dois tipos de branqueamento: através do vapor d'água fervente, e em forno de microondas.

- Branqueamento a vapor: as rodela de cenouras foram dispostas em monocamadas em cesta de aço inoxidável e imersas em vapor d'água por 4 minutos. O vapor d'água (98 °C) foi obtido através da fervura da água em recipiente de alumínio. O tempo de exposição ao vapor foi determinado segundo ALMEIDA, 1986, após o qual as amostras foram drenadas e resfriadas com fluxo contínuo de ar frio.
- Branqueamento em microondas: as rodela de cenoura foram dispostas em monocamadas num recipiente refratário com 50 ml de água destilada e colocadas em forno de microondas com prato giratório, por 3 minutos na potência alta. O tempo de exposição às microondas foi determinado segundo testes preliminares de inativação qualitativa de peroxidase, segundo AGUIRRE et alii (1982). As amostras foram drenadas e resfriadas em fluxo contínuo de ar frio.

3.2.2 - Armazenamento

Para cada tratamento e tempo de análise, quatrocentos gramas de rodela de cenouras foram colocadas em

4 embalagens de polietileno (cada embalagem contendo aproximadamente 100 g), lacradas à vácuo e congeladas em congelador doméstico a -18°C , perfazendo um total de 8,4 kg distribuídos em 84 embalagens de polietileno.

3.2.3 - Delineamento Experimental

Para as análises química e física foi feito um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 7×3 correspondendo a sete intervalos de análise (0, 4, 8, 12, 16, 20 e 24 semanas) e três tratamentos: o produto cru (controle), branqueamento em microondas e branqueamento em vapor, com três repetições.

3.2.4 - Caracterização da Matéria Prima

3.2.4.1 - Sólidos Solúveis (SS):

O suco das amostras (100 g) trituradas foi filtrado, centrifugado a 2 000 rpm por 30 minutos e novamente filtrado. O filtrado foi utilizado para determinar-se os SS por refratometria, através do refratômetro tipo ABBÉ, conforme recomendado pela AOAC (1970). Os resultados foram expressos em percentagem.

3.2.4.2 - pH:

O pH foi medido no mesmo extrato aquoso da determinação de SS, em potenciômetro Micronal B 221, segundo técnica padronizada pelo INSTITUTO ADOLFO LUTZ (1985).

3.2.4.3 - Umidade:

Determinada segundo a técnica gravimétrica padronizada pelo INSTITUTO ADOLFO LUTZ (1985).

3.2.5 - Atividade da Peroxidase:

O método utilizado foi baseado no procedimento descrito por BARUFFALDI et alii (1981).

- Extração: todas as operações foram realizadas em banho de gelo. 10 g de amostra de cenoura previamente triturada, adicionadas de 20 ml de solução tampão fosfato 0,2 M, pH 6,4, foram homogeneizadas, em Tissumizer modelo TR 10 da TEKNAR, por 3 minutos. O homogenato após filtração em gaze, foi centrifugado a 15 000 rpm por 20 minutos a 4 °C.
- Determinação da atividade: em tubo de ensaio foram adicionados 0,3 ml de extrato, 2,7 ml de solução tampão fosfato 0,2 M, pH 6,4 e 1 ml de solução hidroalcoólica de gualacol (O-methoxyphenol) 0,5%. Após a incubação por 10 minutos a 30 °C, foi adicionado 1 ml de solução de peróxido

de hidrogênio 0,1%, agitado 15 segundos e então feita a leitura de absorbância em comprimento de onda de 420 nm. O espectrofotômetro utilizado foi o Colleman Junior II. O branco usado para zerar o aparelho continha 0,3 ml de extrato, 4,7 ml de solução tampão fosfato 0,2 M, pH 6,4 incubado por 10 minutos a 30 °C. A atividade enzimática foi expressa como a diferença de absorbância por unidade de tempo de reação por grama de amostra.

3.2.6 - Determinação de pectina total e solúvel

As pectinas, total e solúvel, foram extraídas das amostras trituradas, segundo técnica descrita por McCREAD e McCOMB (1952) e dosadas conforme técnica desenvolvida por BITTER & MUIR (1962). Os resultados foram expressos em percentagem de ácido galacturônico (mg/100g).

3.2.7 - Determinação de açúcares redutores, não-redutores e totais

Os açúcares redutores foram extraídos em solução hidroalcoólica a 70% e dosados segundo método descrito por Somogyi, adaptado por NELSON (1944). Os açúcares não redutores foram dosados no mesmo extrato, após inversão ácida e calculados pela diferença entre os valores obtidos após a hidrólise e antes da hidrólise.

Os açúcares totais corresponderam à soma dos redutores e não redutores.

Os resultados foram expressos como percentagem de redutores em glicose e não redutores em sacarose.

3.2.8 - Determinação de carotenóides totais

O método utilizado foi baseado no procedimento descrito por RODRIGUEZ et alii (1976) e ALMEIDA (1986). Todas as operações foram realizadas ao abrigo da luz, protegendo-se o material com pigmento com frasco de cor âmbar e/ou papel alumínio.

- Extração: a cenoura (10 g) triturada, foi homogeneizada em homogenizador Contrac, modelo 1000, por 3 minutos, com acetona, sendo a seguir filtrada a vácuo em funil de Buchner. A operação foi repetida até o resíduo estar completamente branco. Os pigmentos extraídos foram transferidos em pequenos volumes para um funil de separação contendo 35 ml de éter de petróleo, e lavados sucessivamente com água destilada até a retirada total de acetona. Os pigmentos solúveis em éter de petróleo foram decantados para Erlenmeyer com auxílio deste solvente.
- Saponificação: os pigmentos foram saponificados através da adição da solução de KOH 10% em metanol, em volume igual à solução de pigmentos em éter de petróleo. A mistura foi

deixada em repouso à temperatura ambiente, ao abrigo da luz por aproximadamente 16 horas. Após a saponificação, a solução foi transferida em pequenos volumes para um funil de separação com auxílio de éter de petróleo, e lavada com água destilada até remoção total do álcali (semelhante a extração). A solução de pigmento foi transferida para um Erlenmeyer e adicionada de sulfato de sódio anidro para retirada da água residual.

- Determinação: a solução de pigmentos foi concentrada em evaporador rotatório a uma temperatura de 45 a 50 °C e o volume restante transferido com auxílio de éter de petróleo para um balão volumétrico de 25 ml. Uma alíquota de 1 ml da solução de pigmentos adicionada de 5 ml de éter de petróleo foi utilizada para determinar a absorbância em espectrofotômetro de duplo feixe, a um comprimento de onda na faixa de 445 a 450 nm. O branco utilizado para zerar o aparelho continha somente éter de petróleo.

A fórmula utilizada para determinar a quantidade de carotenóides totais por grama de amostra foi a seguinte:

$$\frac{\text{absorbância máxima} \times \text{volume da solução} \times 10^6}{100 \times \text{coeficiente de extinção} \times \text{g de amostra}}$$

o coeficiente de extinção de beta-caroteno foi igual a 2600.

3.2.9 - Textura:

A medida de textura foi realizada utilizando-se 25 amostras de um tratamento para cada repetição. As determinações foram feitas em texturômetro "Instron", utilizando-se teste de punctura segundo as especificações descritas por BOURNE (1982b).

Os resultados foram expressos como o peso em kg necessário para perfurar uma rodela de cenoura de 2 mm de espessura.

3.2.10 - Análise Sensorial:

A análise sensorial foi feita por uma equipe de 11 provadores, previamente selecionados e treinados, onde cada um deles recebeu duas vezes ao dia (9 h e 15 h), duas amostras codificadas de cada tratamento (3 rodela de cenoura para cada amostra), ordenadas ao acaso.

As amostras foram descongeladas com água fervente, suficiente para encobri-las, permanecendo em água fervente pelos tempos de 4, 5 e 7 minutos, respectivamente, para as amostras branqueadas em vapor, branqueadas em microondas e cruas. Os tempos de cocção foram determinados previamente através de testes de cocção onde as amostras cruas, branqueadas e congeladas atingiam consistência semelhante a cenouras frescas cozidas.

Após a cocção as amostras foram drenadas e resfriadas até temperatura ambiente, acondicionadas em recipientes dispostos em bandeja, e servidas aos provadores, acompanhadas das respectivas fichas (anexo).

Os resultados das análises individuais de cor, sabor e textura, foram registrados em escala não estruturada de 10 cm e posteriormente codificadas em valores numéricos.

3.2.11 - Análises Estatísticas

Para comparação dos resultados obtidos e verificação de existência de diferenças estatisticamente significativas, utilizou-se a análise de variância, a comparação entre as médias e a análise de regressão. Todas as análises estatísticas foram desenvolvidas no Centro de Processamento de Dados da Escola Superior de Agricultura de Lavras.

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 - Caracterização da Matéria Prima

Para caracterizar a matéria prima utilizada, foram feitas análises de sólidos solúveis, pH e umidade, das amostras cruas, branqueadas em microondas e branqueadas em vapor com tempo zero de armazenamento. Os resultados médios estão listados na Tabela 1.

TABELA 1 - Sólidos solúveis, pH e umidade de cenouras (Daucus carota, L.) cultivar Brasília, colhidas em julho de 1989, Garandaí - MG.

	S.S. (%)	pH	Umidade (%)
Crua	9,46	6,4	93,65
Branqueadas em microondas	8,46	6,3	90,33
Branqueadas em vapor	8,36	6,2	91,04

SILVA & NOGUEIRA (1984) descreveram valores iguais a 7,9 para pH e 6,0% para sólidos solúveis de cenouras cruas. SIMON (1985) relatou que os sólidos solúveis totais em cenoura variaram de 9 a 13%. KUUSI & VIRTANEN (1979) encontraram 8,3% como o teor médio de sólidos solúveis de cenouras comercializadas nos meses de junho, agosto e setembro. DRAKE

& CARMICHAEL (1986) verificaram valores de 7,8% e 8,0% para cenouras branqueadas em água e em vapor, congeladas por 90 dias e BARUFFALDI et alii (1980) verificaram uma redução em sólidos solúveis após o branqueamento em vapor por 4 minutos, que decresceram de 7,0 a 8,0% em cenouras cruas para 6,5 a 7,0% em cenouras branqueadas.

Os resultados obtidos para umidade são semelhantes aos encontrados por BOGNAR et alii (1987) que descreveu como sendo 91,7% para cenouras cruas, 92,6% para cenouras branqueadas em microondas e 93,7% para as branqueadas em água. NILSSON (1987) encontrou teores menores de umidade para cenouras pós-colheita na ordem de 88,2% - 89,8%.

4.2 - Branqueamento

Como parâmetro de avaliação da eficiência dos métodos de branqueamento, foi feito um estudo do comportamento da atividade da peroxidase durante o tempo de armazenamento sob congelamento a -18°C . O estudo estatístico através da análise de variância mostrou haver diferença significativa a nível de 5% pelo teste de F nas médias entre os tratamentos, os tempos e a interação tratamento e tempo (Quadro 2., Apêndice).

A análise de regressão da interação foi significativa para as amostras cruas e branqueadas em microondas e não mostrou diferença significativa para as

amostras branqueadas em vapor (Quadro 3, Apêndice). Verificando-se as médias dos tratamentos durante o tempo de armazenamento (Tabela 2), pode-se observar que as cenouras cruas apresentaram valores superiores de atividade enzimática que aquelas que sofreram branqueamento, indicando ter havido uma inativação parcial da peroxidase pelo tratamento térmico (Figura 1).

Os tempos de 3 minutos para o branqueamento em microondas e de 4 minutos para o branqueamento em vapor foram suficiente para inativar 75% e 96,4%, respectivamente, da atividade da peroxidase em relação as cenouras cruas. Embora 25% e 3,6% de atividade residual permanecessem presentes no produto, com alguma reativação durante o armazenamento, as amostras branqueadas chegaram ao período final do experimento com valores residuais de 15,5% e 5% respectivamente, para os tratamentos em microondas e vapor.

FLORENCE (1977) e BAARDSETH & SLINDE (1980) relataram que valores residuais baixos de atividade da peroxidase em cenouras branqueadas não alteram a qualidade final do produto armazenado por longo período, em condições de temperatura baixa.

Baixas temperaturas e a formação de gelo não inibem a atividade enzimática, ocorrendo apenas um retardamento da atividade (JOSLYN, 1966). MAIER et alii (1955) verificaram ser a peroxidase inativada reversivelmente pelo congelamento e concluíram que o fenômeno de reativação era devido a um aumen-

TABELA 2 - Atividade da peroxidase em amostras de cenouras da cv. Brasília, cruas e branqueadas, mantidas a -18°C por 24 semanas (JUL/DEZ 1989) ESAL/DCA, Lavras, MG

	EPOCAS DE ANÁLISES (Semanas)						
	0	4	8	12	16	20	24
	Atividade de Peroxidase (U/g)						
Crua	261,54	201,77	243,66	335,33	374,22	317,33	287,55
Branqueadas em microondas	66,00	13,77	25,66	23,33	24,66	32,89	44,66
Branqueadas em vapor	9,55	5,78	16,88	8,22	11,33	13,99	14,44

Peroxidase

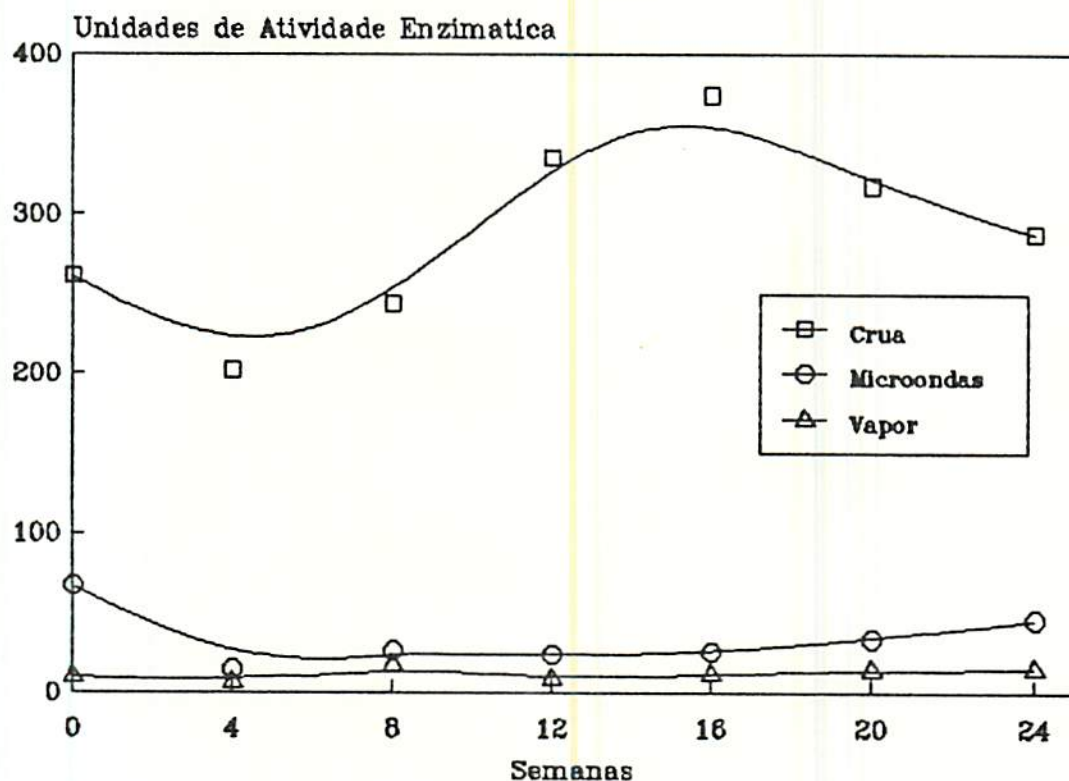


FIGURA 1 - Efeito do tempo de armazenamento a -18°C na atividade da peroxidase de rodelas de cenouras cultivar Brasília, cruas e branqueadas em microondas e vapor (JUL/DEZ 1989). ESAL/DCA, Lavras - MG.

to na ligação de hidrogênio molecular, associado a mudanças conformacionais. GIBRIEL et alii (1978) estudando a reativação de peroxidase em hortaliças armazenadas a baixas temperaturas, encontraram valores mais acentuados para cenouras que para outras hortaliças.

BARUFFALDI et alii (1981) encontraram valores de 67,2 U/100 g para cenouras cruas, cultivar Nantes. Estes mesmos autores em 1983, relataram valores de 46,7 U/g de atividade de peroxidase em cenoura, que aumentava acima de 120,1 U/g quando armazenadas por cinco dias em condições ambientais. SILVA & NOGUEIRA (1984) estudando a atividade de peroxidase hortifrutícolas, encontraram valores de 36,1 U/ml para cenouras cruas da cultivar Roxa. BAARDSETH & SLINDE (1981) descreveram valores de 0,27 (A/min/mg proteína) para a atividade específica de peroxidase em cenouras, cultivar Nantes.

A atividade residual encontrada no experimento (Figura 1) está em concordância com os dados da literatura. MUFTUGIL (1985) encontrou uma atividade residual de 1,05% em cenouras branqueadas em água a 95 °C, por 1.5 minutos. BARUFFALDI et alii (1983b) observaram uma inativação de 90% da peroxidase em cenouras branqueadas em vapor, por 4 minutos. PIZZOCARO et alii (1988) verificaram uma inativação quase total de peroxidase solúvel e ionicamente ligada de cenouras branqueadas a 100 °C por 1,5 minutos, e BOGNAR et alii (1987) relataram que os valores de 0,520 U/g de peroxidase de

cenouras não branqueadas, diminuíram para 0,003 U/g quando branqueadas convencionalmente em água a 98 °C por 2 minutos e para 0,053 U/g e 0,010 U/g quando branqueadas em microondas por 6 e 7 minutos, respectivamente.

Os resultados indicam que o branqueamento em vapor foi mais efetivo na inativação da enzima peroxidase que o branqueamento em microondas, e que a temperatura de congelamento a -18 °C não impediu a atividade enzimática de cenouras cruas, as quais mostraram aumento dos valores durante o período de armazenamento.

4.3 - Avaliação de Qualidade

4.3.1 - Textura

As medidas físicas de textura realizadas em texturômetro "Instron" mostraram uma tendência de diminuição das cenouras cruas e branqueadas em microondas, e uma estabilidade nas processadas em vapor. Na Tabela 3, estão expressos os valores médios obtidos no experimento, onde se pode verificar ter havido uma perda de aproximadamente 50% na textura das amostras cruas e branqueadas em microondas, no final de 20 semanas de armazenamento a -18 °C.

A análise das medidas obtidas nas amostras branqueadas em relação ao produto cru com tempo zero de armazenamento demonstra que as amostras branqueadas em microondas foram mais firmes que aquelas branqueadas em vapor,

TABELA 3 - Valores médios de textura (kg) obtidos de rodela de cenouras cv. Brasília, cruas e branqueadas, mantidas a -18°C por 20 semanas (JUL/DEZ 1989). ESAL/DCA, Lavras - MG.

	EPOCAS DE ANÁLISES (Semanas)						
	0	4	8	12	16	20	24
	Textura (Kg)						
Crua	0,65	0,34	0,26	0,28	0,29	0,31	-
Branqueadas em microondas	0,50	0,30	0,29	0,28	0,26	0,26	-
Branqueadas em vapor	0,17	0,17	0,17	0,15	0,13	0,12	-

Textura

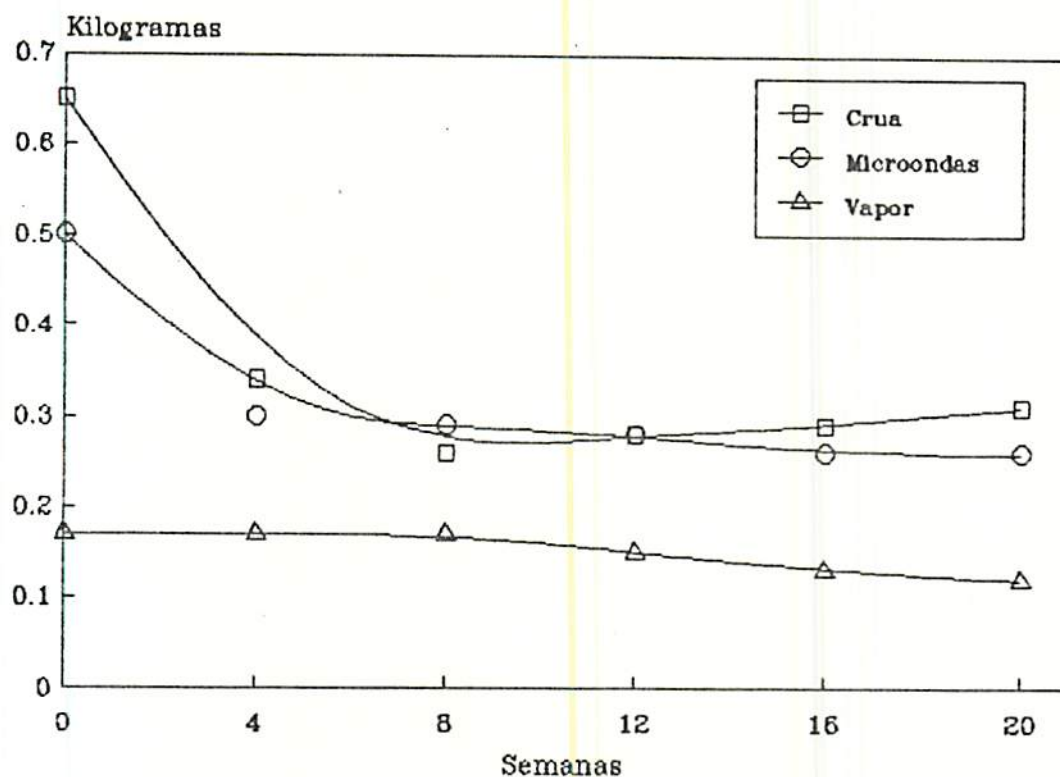


FIGURA 2 - Efeito do tempo de armazenamento a -18°C na textura (Instron) de rodela de cenouras, cultivar Brasília, cruas e branqueadas em microondas e vapor (JUL/DEZ 1989). ESAL/DCA, Lavras - MG.

com valores de perda de firmeza de 24% e 74% para microondas e vapor, respectivamente. Resultados semelhantes foram observados por DRAKE et alii (1981) em aspargos, QUENZER & BURNS (1981) em espinafre, e STONE & YOUNG (1985) em vagens. QUENZER & BURNS (1981) em estudo microestrutural concluíram que o branqueamento em microondas induz a coagulação do material protoplasmático ao redor da parede celular, tornando a estrutura intacta, o que resulta em maior firmeza.

Menor firmeza observada nas cenouras branqueadas em vapor, foi também verificada por BARUFFALDI et alii (1983b) acreditando estes ser devida à flacidez e ao amolecimento das camadas inter-lamelares, bem como à ruptura da parede celular, à solubilização das frações pécticas ligadas a celulose e hemicelulose foi observada por ANDERSON & GLYDESDALE (1980).

Observando-se a Figura 2, pode-se verificar que, após o congelamento, as amostras cruas e branqueadas em microondas diminuíram os valores de textura, estando este fenômeno relacionado ao método de congelamento utilizado. HUNG & THOMPSON (1989) estudaram mudanças de textura de ervilhas durante o congelamento e o armazenamento a baixas temperaturas e verificaram que o congelamento lento causa ruptura na parede celular dos tecidos vegetais, devido a formação de grandes cristais de gelo, e que durante o período de armazenamento ocorre recristalização, tornando os cristais de gelo ainda maiores. No presente estudo com cenouras branqueadas e congeladas por 20 semanas, acredita-se que este fenômeno seja

responsável pela diminuição dos valores de textura encontrados a partir da 4^ª semana de armazenamento. O branqueamento em vapor não apresentou diferença nos valores de textura durante o armazenamento, visto que o processo de branqueamento aplicado já havia causado ruptura celular, o que resultou em diminuição acentuada da textura (Tabela 3).

STEINBUCK (1976) relatou que a textura de algumas hortaliças congeladas é inferior a dos produtos frescos, e que cenouras congeladas são caracterizadas por uma estrutura elástica. Fato semelhante foi observado no presente experimento com cenouras congeladas, quando sofreram descongelamento a temperatura ambiente. Entretanto, quando submetidas à cocção, por tempo suficiente para atingir a consistência da hortaliça fresca cozida, esta característica foi diminuída.

4.3.2 - Pectinas

Além das mudanças físicas observadas através das medidas em texturômetro "Instron", foram analisadas as mudanças químicas na estrutura celular, em função dos teores de pectina total e solúvel. Na Tabela 4 e Figura 3 observa-se que os teores de pectina total apresentaram uma tendência quadrática em todas as amostras, atingindo as 24 semanas de armazenamento com valores superiores aos encontrados com tempo zero de armazenamento. As médias da pectina solúvel das amos-

TABELA 4 - Valores médios de pectina total (mg de ácido galacturônico/100 g) obtidos de cenouras cv Brasília, cruas e branqueadas, mantidas a -18°C por 24 semanas (JUL/DEZ 1989). ESAL/DCA, Lavras - MG.

	EPOCAS DE ANÁLISES (Semanas)						
	0	4	8	12	16	20	24
	Pectina Total (mg de ác. galacturônico/100g)						
Crua	162,24	286,04	384,53	413,43	430,26	425,45	423,05
Branqueadas em microondas	408,62	500,76	496,75	476,72	464,70	462,70	420,64
Branqueadas em vapor	416,62	504,77	536,80	548,84	532,81	540,82	512,78

Pectina Total

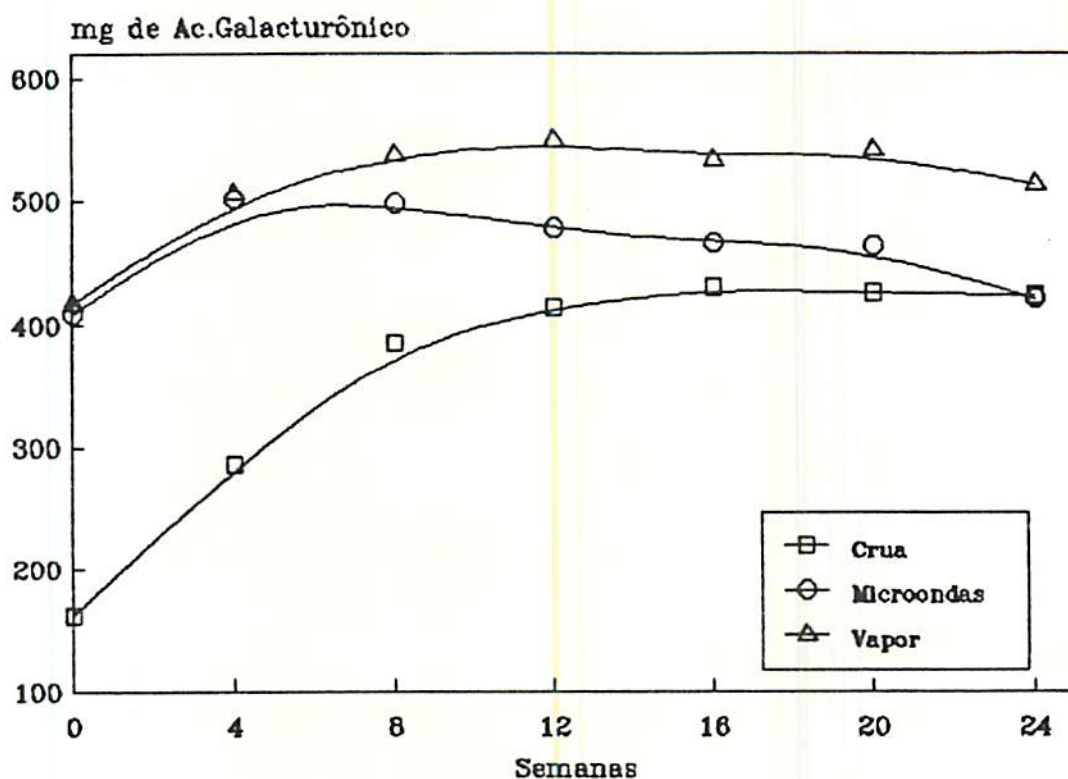


FIGURA 3 - Efeito do tempo de armazenamento a -18°C nos teores de pectina total de rodela de cenouras, cultivar Brasília, cruas e branqueadas em microondas e vapor (JUL/DEZ 1989). ESAL/DCA, Lavras - MG.

tras cruas e branqueadas em vapor mostraram uma tendência crescente (Tabela 5 e Figura 4), embora com pequena diferença entre as épocas de análise, o que pode ser devido a variabilidade biológica presente em tecidos vegetais, enquanto que as cenouras branqueadas em microondas tiveram um comportamento de quarto grau.

Os danos estruturais da parede celular dos tecidos são um dos fatores relacionados às mudanças nos teores e características das substâncias pécticas. Os teores elevados obtidos neste experimento são possivelmente devidos às alterações nas estruturas dos tecidos causadas pelo calor, favorecendo a maior extratibilidade de substâncias pécticas. A ruptura da parede celular foi ainda mais acentuada durante o período de armazenamento devido a formação de cristais de gelo no período inicial e a recristalização no decorrer das semanas de armazenamento. Este fato foi mais acentuado nas amostras branqueadas em vapor, visto que as amostras branqueadas em microondas aparentemente sofreram uma coagulação do material protoplasmático ao redor da parede celular, o que assegurou uma maior proteção à estrutura.

A elevação nos teores de pectina solúvel e a diminuição nos de protopectina em cenouras tratadas em vapor d'água foram observados por SIMPSON & HALLIDAY (1941). ANDERSON & CLYDESDALE (1980) concluíram que o aumento nos teores de pectina de cenouras processadas é devido ao aumento na solubilização das substâncias pécticas. Resultados seme-

TABELA 5 - Valores médios de pectina solúvel (mg de ácido galacturônico/100 g de peso úmido) obtidos de cenouras cultivar Brasília, crua e branqueadas, mantidas a -18°C por 24 semanas (JUL/DEZ 1989). ESAL/DCA, Lavras - MG.

	EPOCAS DE ANÁLISES (Semanas)						
	0	4	8	12	16	20	24
	Pectina Solúvel (mg de ác. galacturônico/100g)						
Crua	30,28	34,20	57,04	38,14	37,82	37,49	39,90
Branqueadas em microondas	56,72	78,84	77,40	96,14	94,22	68,26	76,48
Branqueadas em vapor	102,86	111,05	117,30	107,68	110,57	122,10	117,30

Pectina Solúvel

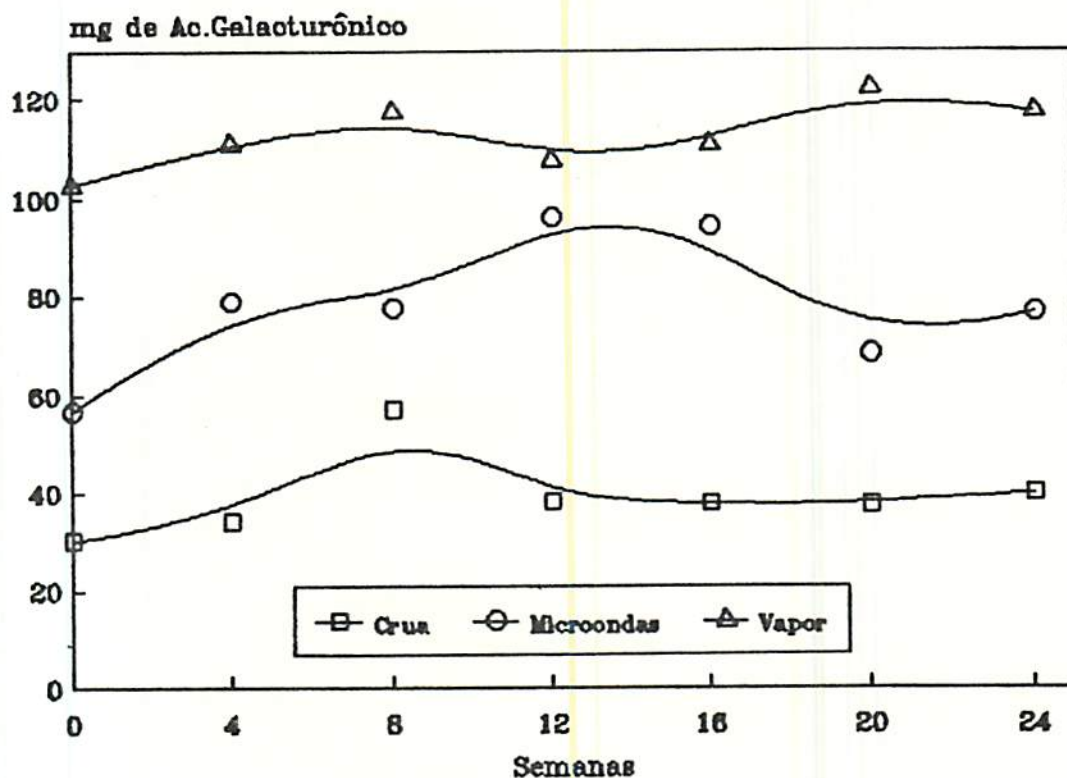


FIGURA 4 - Efeito do tempo de armazenamento a -18°C nos teores de pectina solúvel de rodela de cenouras, cultivar Brasília, cruas e branqueadas em microondas e vapor (JUL/DEZ 1989). ESAL/DCA, Lavras - MG.

lhantes foram verificados por BEN-SHALON et alii (1987) com dados da relação açúcares neutros/ ácidos urônicos de 0,275 para cenouras cruas e 0,371 após sofrerem branqueamento.

PLAT et alii (1988) e SAJJAANANTAKUL et alii (1989) concluíram que a degradação pelo calor da pectina solúvel e pectato de cálcio de cenouras branqueadas é devido ao mecanismo de beta-eliminação e ao grau de esterificação da cadeia péctica, onde um maior conteúdo de grupos metil-éster resulta em maior taxa de degradação da estrutura péctica.

Os teores de pectina total de cenouras cruas e cozidas em água fervente foram descritos, respectivamente, por VIDAL-VALVERDE et alii (1983) e JOHNSTON et alii (1983) como sendo 1,18 a 0,98 mg/100g e 0,64 mg/100g em base úmida, e 9,33% e 5,87% em base seca, indicando que cenouras cozidas perdem substâncias pécticas na água de cocção.

4.3.3 - Açúcares

Mudanças nos teores de açúcares das amostras armazenadas por 24 semanas a -18°C mostraram diferença significativa em teste de F a nível de 5% (Quadro 2, Apêndice). Observando-se as curvas de regressão (Figuras 5, 6 e 7) e a Tabela 6, pode-se verificar que os teores de redutores em glicose, não redutores em sacarose e açúcares totais, mostraram uma tendência a elevar-se até a 16^{ma} semana de armazenamento, com posterior decréscimo até a 24^{ma} semana.

Os valores de não redutores em sacarose e redutores em glicose obtidos nesse experimento encontram-se dentro daqueles citados na literatura para cenouras cruas, com dados variando de 0,68 a 4,21% de sacarose e de 1,61 a 4,08 % de glicose (CARVALHO et alii, 1978; SIMON et alii, 1982; NILSSON, 1987; SAWAYAMA et alii, 1987). Os teores de açúcares totais citados por SIMON et alii (1982), SAWAYAMA et alii (1987), NILSSON (1987) e BOGNAR et alii (1987) variam de 2,9 a 6,24 g% (base úmida), que são um pouco superiores aqueles encontrados nas amostras cruas sem armazenamento.

As amostras que sofreram tratamento térmico tiveram os teores de açúcares superiores àquelas sem tratamento (Tabela 6). Estes resultados são diferentes dos observados por BOGNAR et alii (1987), que encontraram valores semelhantes para as amostras cruas e branqueadas em microondas. A diferença aqui verificada é devida à perda de umidade ocorrida durante o processamento. Durante o período de armazenamento a -18°C , os teores de açúcares das amostras cruas variaram mais intensamente que os das amostras branqueadas (Figuras 5, 6 e 7; Tabela 6), o que está relacionado a uma ação enzimática mais efetiva, embora se acredite que as alterações estruturais, decorrentes da ruptura celular causada pelo congelamento, também sejam responsáveis pela elevação observada durante o armazenamento a baixa temperatura.

Em todos os tratamentos verificou-se uma elevação nos teores de açúcares durante o período de armazenamento,

entretanto, as amostras branqueadas em microondas mostraram uma estabilidade maior que as amostras cruas e branqueadas em vapor (Tabela 6), o que é possivelmente devido aos menores danos estruturais observados no processamento (QUENZER & BURNS, 1981).

TABELA 6 - Valores médios de açúcares não redutores (% de sacarose), redutores e totais (% de glicose) obtidos de cenouras cv Brasília, cruas e branqueadas, mantidas a -18°C por 24 semanas (JUL/DEZ 1989). ESAL/DCA, Lavras - MG.

	EPOCAS DE ANÁLISES (Semanas)						
	0	4	8	12	16	20	24
Açúcares Não Redutores em Sacarose (% peso úmido)							
Crua	1,37	1,60	1,76	2,4	2,7	1,68	1,62
Branqueadas em microondas	1,54	1,74	1,78	1,73	1,33	1,17	1,35
Branqueadas em vapor	1,60	1,78	2,02	2,02	2,46	1,94	1,36
Açúcares Redutores em Glicose (% peso úmido)							
Crua	1,24	1,40	1,96	1,93	1,71	2,01	1,90
Branqueadas em microondas	1,60	1,57	1,75	1,95	1,84	1,81	1,77
Branqueadas em vapor	1,52	1,56	1,99	1,9	1,61	1,65	1,75
Açúcares Totais (% peso úmido)							
Crua	2,62	3,02	3,78	4,33	4,41	3,70	3,54
Branqueadas em microondas	3,19	3,36	3,55	3,73	3,20	3,02	3,18
Branqueadas em vapor	3,13	3,37	4,09	4,0	4,14	3,66	3,14

Açúcares Não Redutores em Sacarose

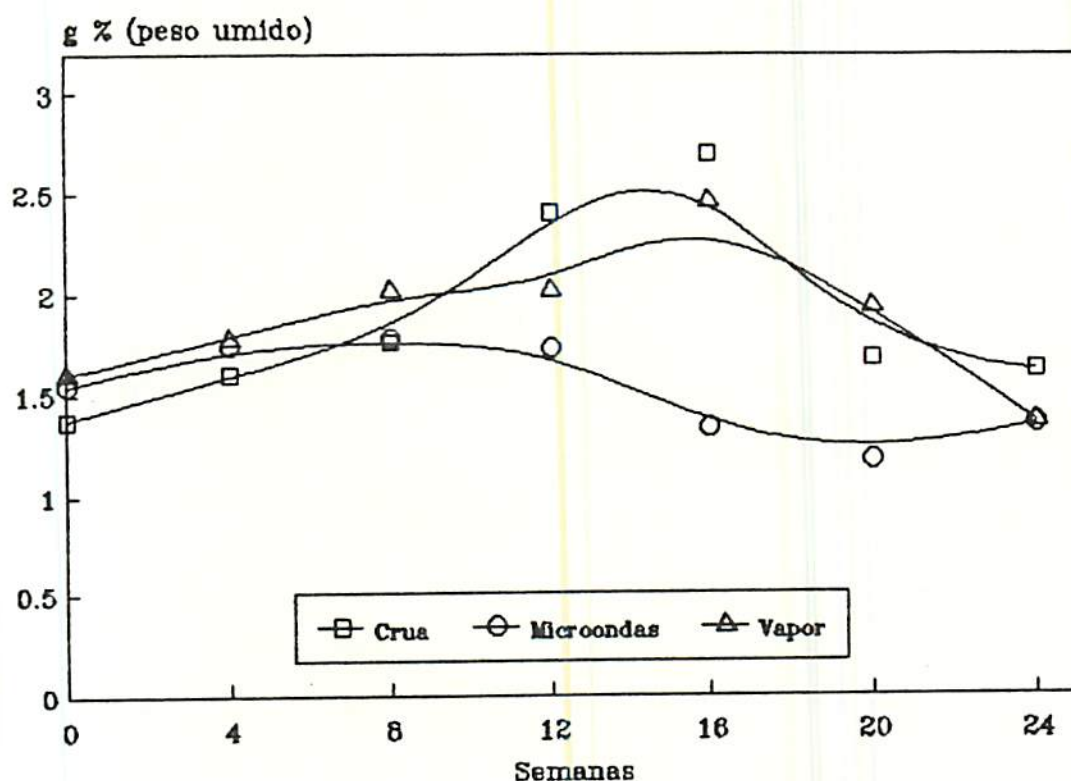


FIGURA 5 - Efeito do tempo de armazenamento a -18°C nos teores de açúcares não redutores em sacarose, de rodela de cenouras, cultivar Brasília, cruas e branqueadas em microondas e vapor (JUL/DEZ 1989). ESAL/DCA, Lavras - MG.

Açúcares Redutores em Glicose

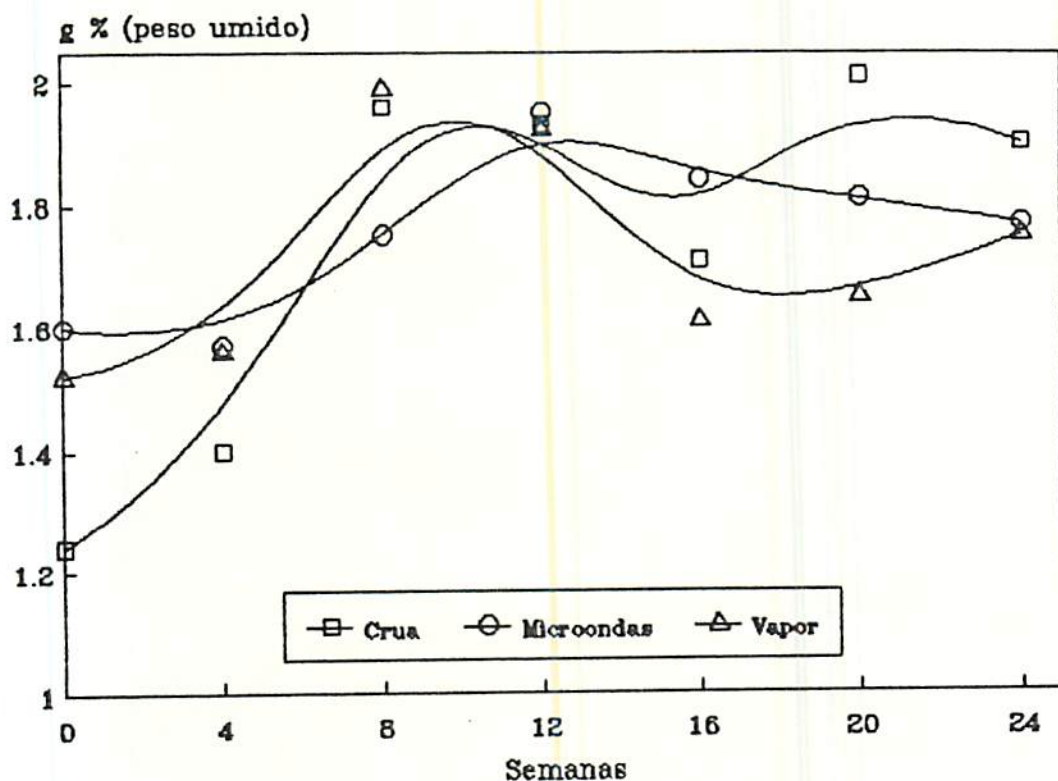


FIGURA 6 - Efeito do tempo de armazenamento a -18°C nos teores de açúcares redutores em glicose, de rodela de cenouras, cultivar Brasília, cruas e branqueadas em microondas e vapor (JUL/DEZ 1989). ESAL/DCA, Lavras - MG.

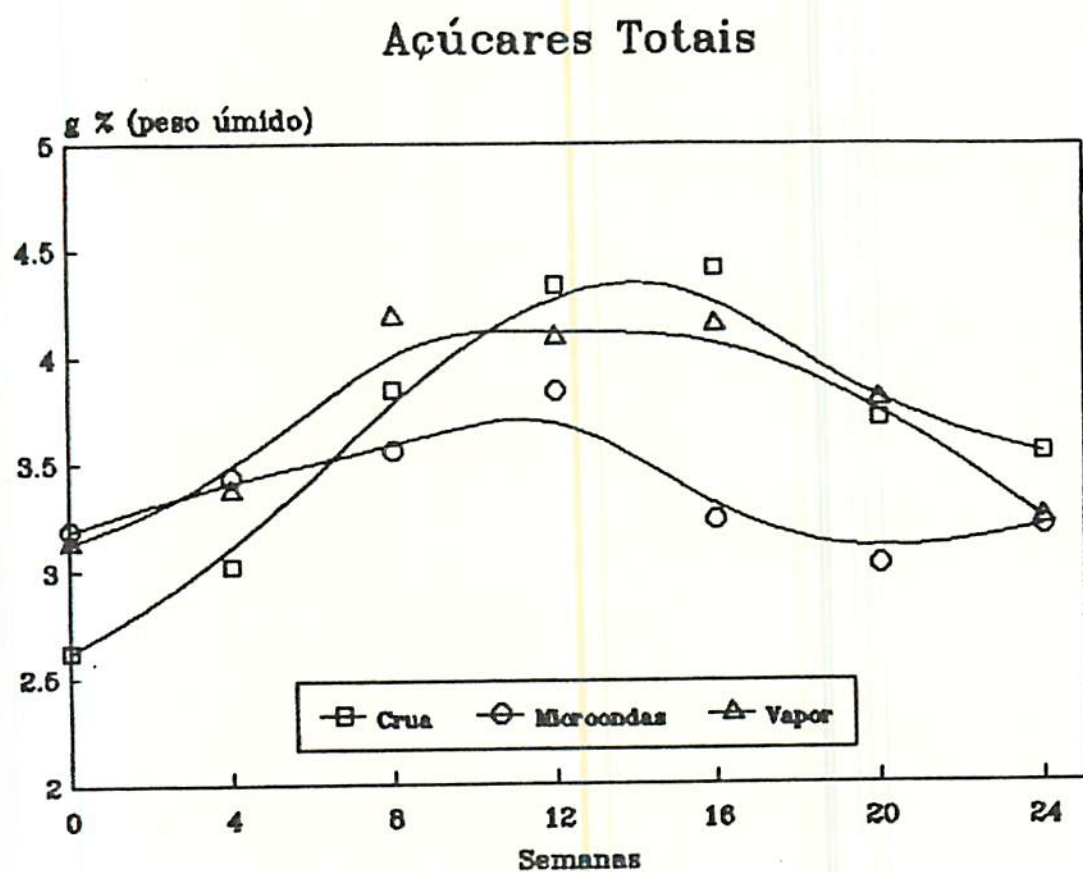


FIGURA 7 - Efeito do tempo de armazenamento a -18°C nos teores de açúcares totais de rodéias de cenouras, cultivar Brasília, cruas e branqueadas em microondas e vapor (JUL/DEZ 1989). ESAL/DGA, Lavras - MG.

4.3.4 - Carotenóides

A cor amarelo-laranja em cenouras é um atributo de qualidade importante para o consumidor. Este parâmetro de avaliação sensorial está diretamente relacionado a quantidade de carotenóides totais presentes nos tecidos desta hortaliça.

Somente as cenouras cruas e tratadas com vapor mostraram diferenças significativas em teste de F a nível de 5%, para a análise de regressão da interação tratamento e tempo (Quadro 3, Apêndice). Baseando-se nos gráficos de regressão para cenouras cruas e branqueadas em vapor (Figura 8), verifica-se que as cenouras não tratadas mostraram uma tendência de redução dos valores iniciais de carotenóides totais durante as 24 semanas de armazenamento, enquanto que os valores médios de carotenóides de cenouras branqueadas em vapor apresentaram um comportamento quadrático com tendência a manter os teores iniciais ao armazenamento. As cenouras branqueadas em microondas não apresentaram diferença entre as médias durante o período de armazenamento a -18°C , mostrando uma maior estabilidade (Tabela 7).

Perdas devidas à degradação oxidativa durante o armazenamento de cenouras cruas ou branqueadas são mais acentuadas quando mantidas a temperatura ambiente, embora estejam também associadas ao aumento na atividade da peroxidase (AGUIRRE et alii, 1982; BARUFFALDI et alii, 1983a). No presente experimento verificou-se uma redução nos teores de

TABELA 7 - Valores médios de carotenóides totais obtidos de cenouras cv Brasília, cruas e branqueadas, mantidas a -18°C por 24 semanas (JUL/DEZ 1989) ESAL/DCA, Lavras - MG.

	EPOCAS DE ANÁLISES (Semanas)						
	0	4	8	12	16	20	24
	Carotenóides Totais (mg/100g, peso úmido)						
Crua	6,298	6,292	6,134	5,707	6,524	6,107	5,215
Branqueadas em microondas	6,521	6,234	6,819	7,049	6,536	6,513	6,317
Branqueadas em vapor	6,245	6,123	7,669	6,017	6,848	6,271	6,323

Carotenóides Totais

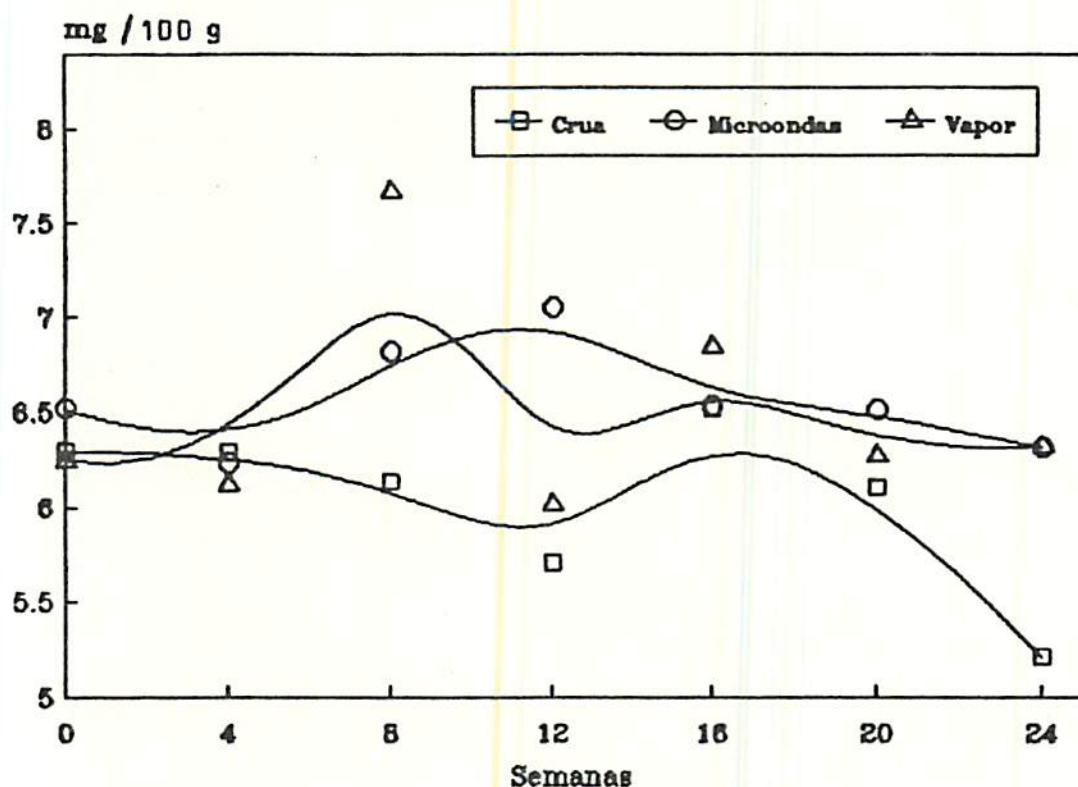


FIGURA 8 - Efeito do tempo de armazenamento a -18°C nos teores de carotenóides totais de rodela de cenouras, cultivar Brasília, cruas e branqueadas em microondas e vapor (JUL/DEZ 1989). ESAL/DCA, Lavras - MG.

[REDACTED]

carotenóides totais de cenouras cruas, e também uma elevação na atividade da peroxidase (Tabelas 2 e 7), o que pode explicar a degradação oxidativa ocorrida. Estes resultados também foram verificados por ARQUES et alii (1988) com cenouras cruas congeladas, embora SIMON & LINDSAY (1983) tenham observado que a diminuição nos níveis de carotenóides após a cocção são aproximadamente os mesmos para o produto fresco (11 a 20%) e congelado (7 a 20%).

Embora as cenouras branqueadas não tenham apresentado diminuição nos teores totais de carotenóides (Tabela 7), indicando não ter havido degradação oxidativa, isto não impede que os teores de vitamina A tenham sido alterados, visto que é sabido que o tratamento térmico aplicado em cenouras induz a isomerização dos alfa e beta-carotenos presentes nesta hortaliça, fazendo com que haja uma redução de aproximadamente 15% da atividade vitamínica (OGUNLESI & LEE, 1979; ALMEIDA et alii, 1987).

4.4 - Avaliação Sensorial

Através da análise de variância (Quadro 4, Apêndice) é possível verificar que as características de cor externa, sabor cozido, velocidade de rompimento e umidade não apresentaram diferenças significativas em teste de F a nível de 5%, para os tratamentos e o tempo de armazenamento a -18 °C, significando que embora alguma alteração química tenha



Este trabalho foi financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) sob a coordenação do Profa. Dra. Maria da Glória Machado. Agradeço ao Dr. João Carlos de Azevedo e ao Dr. Roberto de Sá por suas contribuições para a realização deste trabalho. Este trabalho foi publicado em: *Revista Brasileira de Física*, vol. 17, no. 4, p. 1105-1110, 1985.

Este trabalho tem como objetivo estudar a influência da temperatura na condutividade elétrica de filmes de óxido de zinco. Para isso foram preparados filmes de óxido de zinco por deposição eletrolítica em solução aquosa de ZnSO₄ e H₂O. Os filmes foram caracterizados por medidas de condutividade elétrica em função da temperatura. Os resultados mostram que a condutividade elétrica dos filmes aumenta com o aumento da temperatura, comportamento típico de materiais semicondutores.

Este trabalho foi financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) sob a coordenação do Profa. Dra. Maria da Glória Machado. Agradeço ao Dr. João Carlos de Azevedo e ao Dr. Roberto de Sá por suas contribuições para a realização deste trabalho. Este trabalho foi publicado em: *Revista Brasileira de Física*, vol. 17, no. 4, p. 1105-1110, 1985.

existido, esta não foi detectada à nível sensorial. Diferenças entre as médias foram porém significativas para os tratamentos e tempos em relação as características cor interna (floema das rodela de cenoura), sabor doce, sabor residual doce, impressão global, dureza e maciez (Quadro 4, Apêndice). Nenhuma diferença significativa foi observada para a interação tratamento tempo em todos os parâmetros analisados. As características de impressão global, dureza e maciez mostraram diferença entre os tratamentos utilizados, embora nenhuma diferença tenha sido significativa durante o armazenamento (Quadro 4, Apêndice).

Analisando-se as médias (Tabela B), verifica-se que as amostras branqueadas em vapor apresentaram um escore de aceitação melhor que as submetidas aos outros tratamentos, sendo as amostras cruas as que apresentaram menor aceitação. Estes dados estão de acordo com os obtidos por BOGNAR et alii (1987) com cenouras cruas e branqueadas armazenadas a -18°C . Quanto à dureza, as amostras cruas foram as que apresentaram maiores médias mostrando uma textura mais rígida, confirmando os resultados de textura em texturômetro "Instron" e as observações de STEINBUCH (1976), em relação à textura de cenouras congeladas (Tabela 3 e 8). De maneira inversa, os valores conferidos à maciez mostraram ser as cenouras branqueadas em microondas, as de menor firmeza. Entretanto, não se verificou diferença entre as amostras branqueadas, mostrando que a diferença presente está entre as cenouras

cruas e processadas. As diferenças encontradas entre as medidas, física e sensorial, são devidas às condições da amostra, visto que as amostras da análise física sofreram descongelamento a temperatura ambiente, enquanto que aquelas servidas no teste sensorial foram submetidas a descongelamento rápido em água fervente, sendo mantidas neste meio até obterem consistência semelhante à cenoura fresca cozida.

TABELA 8 - Efeito dos métodos de branqueamento nas características sensoriais de cenouras cv Brasília, armazenadas a - 18 °C por 24 semanas (JUL/DEZ 1989). ESAL/DGA, Lavras - MG.

	P A R A M E T R O S		
	Impressão Global	Dureza	Maciez
Crua	5,039 ^b	2,744 ^a	6,079 ^b
Branqueada em Microondas	5,329 ^{ab}	2,416 ^b	6,669 ^a
Branqueada em Vapor	5,600 ^a	2,457 ^{ab}	6,455 ^{ab}

Obs: As médias seguidas das mesmas letras (na vertical) não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% pelo Teste de Tuckey.

As características cor interna, sabor doce, sabor residual doce e dureza, mostraram diferença significativa para o tempo de armazenamento, entretanto nenhuma diferença foi observada entre os tratamentos, exceto para a característica dureza (Quadro 4, Apêndice). O estudo de regressão indicou que a cor interna das rodela de cenouras decresceu a partir da 4^{ta} semana de armazenamento, o mesmo observado nos teores de carotenóides totais das amostras cruas (Tabela 7, Figura 8,

Tabela 9, Figura 9). O sabor doce e residual doce apresentaram uma diminuição com o decorrer do período de armazenamento (Figuras 10 e 11), o que pode ser explicado pela ruptura da parede celular devido a formação de grandes cristais de gelo durante o congelamento, fazendo com que sólidos solúveis fossem perdidos durante a cocção em água. Tal fato não foi observado em análise química, uma vez que as amostras foram trituradas ainda congeladas, incorporando dessa forma as porções solúveis perdidas no dano estrutural. A textura das amostras tendeu a uma leve alteração ao final do experimento (Figura 12), o que pode estar relacionado a consistência elástica, já observada em cenouras congeladas por STEINBUCH (1976).

TABELA 9 - Valores médios das características sensoriais de cenouras cv. Brasília, armazenadas a -18°C por 24 semanas (JUL/DEZ 1989). ESAL/DCA, Lavras - MG.

	EPOCAS DE ANÁLISES (Semanas)						
	0	4	8	12	16	20	24
Cor Interna	6,277 ^a	5,518 ^{ab}	5,079 ^b	4,979 ^b	5,294 ^b	5,324 ^b	5,094 ^b
Sabor Doce	3,452 ^{ab}	3,029 ^a	3,352 ^{ab}	3,182 ^{abc}	3,333 ^{ab}	2,761 ^{bc}	2,615 ^c
Sabor Residual Doce	2,318 ^a	2,303 ^a	2,148 ^{ab}	1,991 ^{ab}	2,182 ^{ab}	1,761 ^b	1,673 ^b
Dureza	2,567 ^{abc}	2,548 ^{abc}	2,288 ^{bc}	2,439 ^{abc}	2,188 ^c	2,955 ^a	2,788 ^{ab}

Obs: As médias seguidas das mesmas letras (na horizontal) não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% pelo Teste de Tuckey.

Cor Interna

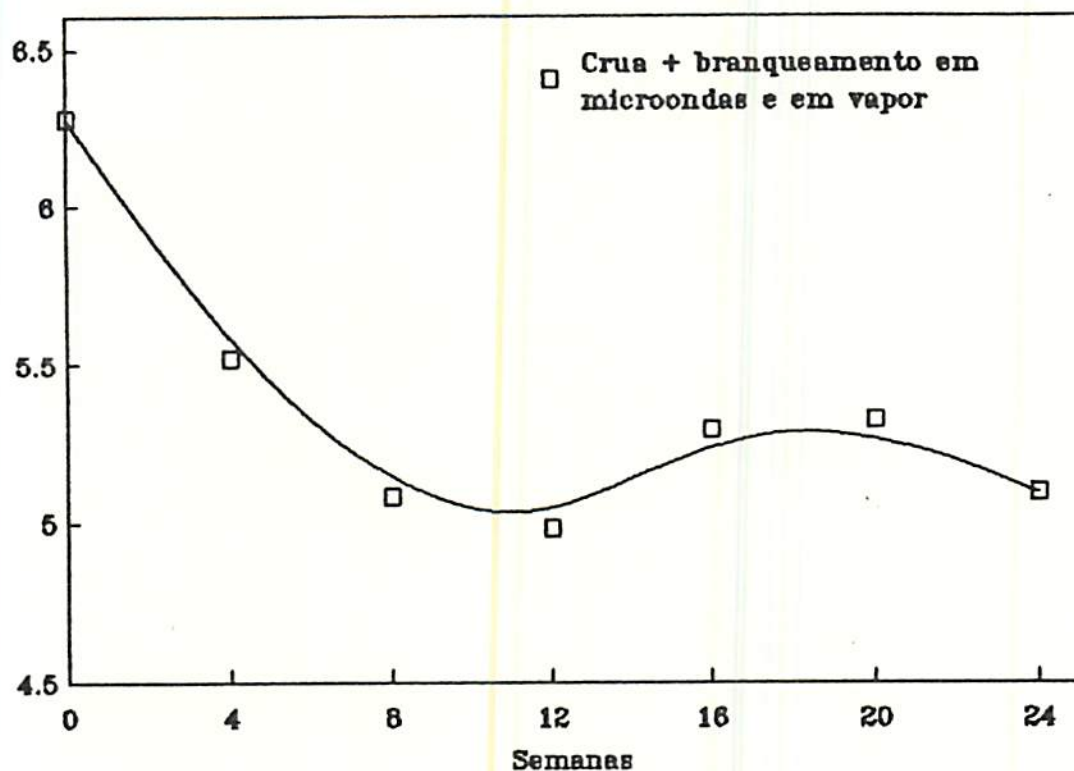


FIGURA 9 - Variação sensorial da cor interna de rodélas de cenouras cv. Brasília, cruas e branqueadas, durante o tempo de armazenamento a -18°C (JUL/DEZ 1989). ESAL/DCA, Lavras - MG.

Sabor Doce

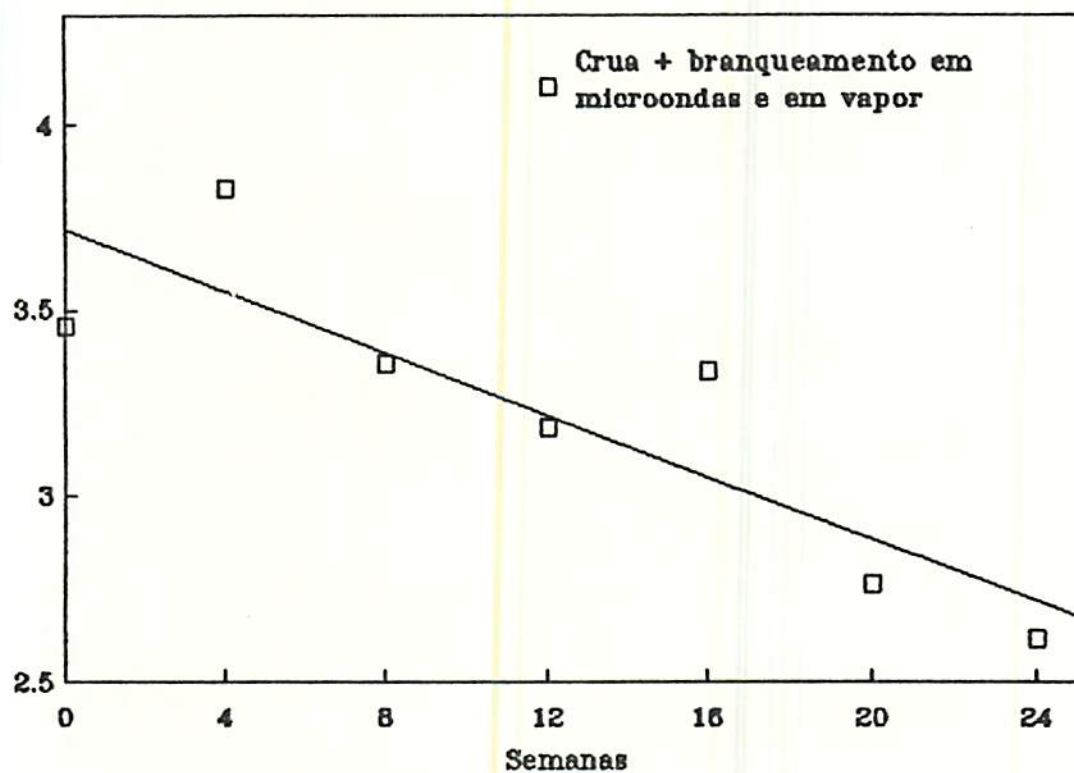


FIGURA 10 - Variação sensorial do sabor doce de rodela de cenoura cv. Brasília, cruas e branqueadas, durante o tempo de armazenamento a -18°C (JUL/DEZ 1989). ESAL/DCA, Lavras - MG.

Sabor Residual Doce

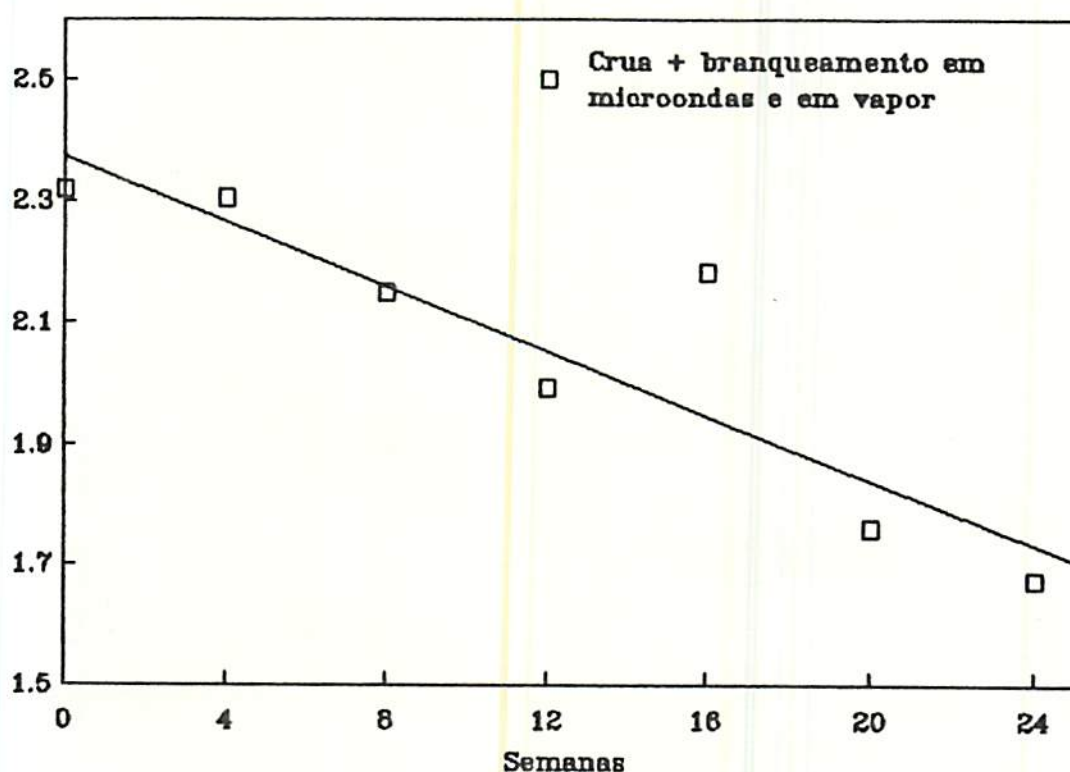


FIGURA 11 - Variação sensorial do sabor residual doce de rodélas de cenouras cv. Brasília, cruas e branqueadas, durante o tempo de armazenamento a -18°C (JUL/ DEZ 1989). ESAL/DCA, Lavras - MG.

Dureza

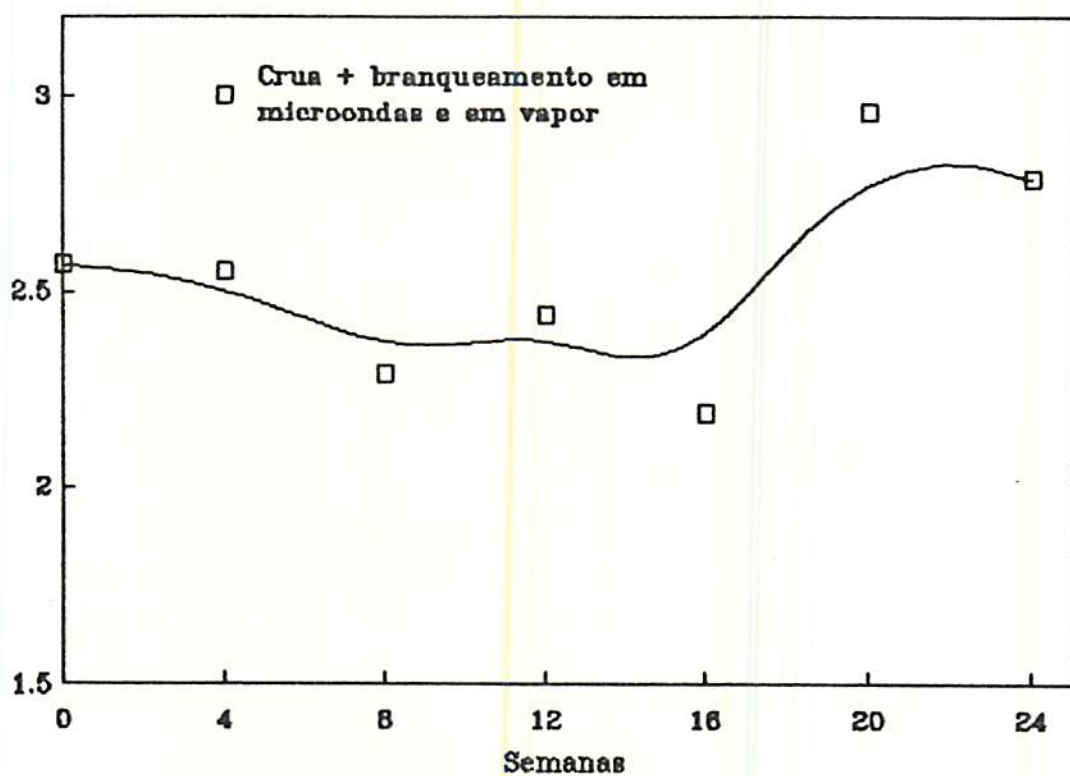


FIGURA 12 - Variação sensorial da dureza de rodela de cenouras cv. Brasília, cruas e branqueadas, durante o tempo de armazenamento a -18°C (JUL/DEZ 1989). ESAL/DCA, Lavras - MG.

Nenhuma diferença foi observada para as amostras cruas, branqueadas em vapor e em microondas, quanto a característica cor, o que está de acordo com BOGNAR et alii (1987), enquanto AWORH et alii (1980) e STONE & YOUNG (1985) verificaram melhores escores de cor para quiabos e vagens branqueados. A característica de doçura também não apresentou diferença significativa entre o produto cru e branqueado, o mesmo foi verificado por SIMON & LINDSAY (1983). Contudo, é possível verificar-se que o produto branqueado apresentou uma análise sensorial melhor que aquele que não sofreu branqueamento.

Sugestões

Considerando os resultados obtidos sugere-se:

- estudo da relação entre os diferentes métodos de congelamento e as mudanças na estrutura celular, com a finalidade de esclarecer as alterações na textura e nos constituintes químicos verificados neste experimento.
- estudo da ação protetora do cálcio na estrutura celular, utilizando-se diferentes concentrações de cálcio no meio de branqueamento e avaliando-se a textura física e sensorial, visando obter-se um produto com características semelhantes aquele "in natura".

5 - CONCLUSÕES

Nas condições em que foi conduzido o experimento em cenouras (Daucus carota L.) cultivar Brasília pode-se concluir que:

- 1 - O tempo de branqueamento estabelecido foi suficiente para inativar 75% e 96,4% da atividade da peroxidase, nas cenouras branqueadas em microondas e vapor, respectivamente.
- 2 - O branqueamento a vapor induziu uma perda da ordem de 74% da textura, mas não apresentou diferenças significativas durante o armazenamento. As cenouras branqueadas em microondas mantiveram textura semelhante a das amostras cruas.
- 3 - O branqueamento promoveu a solubilização da fração pectínica dos tecidos de cenoura.
- 4 - Os teores de carotenóides totais permaneceram semelhantes aqueles das amostras cruas, após o uso do branqueamento a vapor e microondas, bem como durante o armazenamento por 24 semanas a -18°C , portanto, cenouras congeladas têm os seus valores vitamínicos reduzidos somente devido a isomerização dos alfa e beta-carotenos, pelo tratamento térmico.

- 5 - A análise sensorial indicou o branqueamento em vapor como o melhor na característica de impressão global. O decréscimo observado no sabor doce foi mais acentuado a partir da 16^ª semana e foi em função das perdas de açúcares por lixiviação durante o período de cocção.
- 6 - O congelamento lento promoveu alterações estruturais que resultaram em mudanças nos constituintes químicos normais, reduzindo a qualidade do produto.
- 7 - As cenouras branqueadas sofreram alterações estruturais decorrentes do processamento térmico e congelamento lento mais acentuadamente até a 8^ª semana de armazenamento, mantendo-se com pouca variação até a 24^ª semana.
- 8 - As amostras branqueadas em microndas apresentaram melhores características químicas e físicas, e valores sensoriais semelhantes as cenouras branqueadas em vapor mostrando ser o tratamento mais indicado para a cultivar e as condições do experimento.

6 - RESUMO

Cenouras (Daucus carota, L.) da cultivar Brasília, colhidas 120 dias após o plantio, na Fazenda Vieiras e Ribeiro no Município de Carandaí, Minas Gerais, foram cortadas em rodélas de 2 mm de espessura e submetidas a branqueamento em microondas por 3 minutos em potência alta e branqueamento a vapor por 4 minutos, resfriadas em fluxo de ar frio e acondicionadas em embalagens de polietileno, lacradas a vácuo, e armazenadas em congelador a -18°C por 24 semanas. Como controle, foram utilizadas rodélas de cenouras cruas armazenadas sob as mesmas condições. O experimento objetivou avaliar as qualidades químicas, física e sensoriais do produto processado e armazenado por 24 semanas a -18°C .

O tempo de branqueamento estabelecido foi suficiente para inativar 75% e 96,4% da atividade da enzima peroxidase nas cenouras tratadas em microondas e vapor, respectivamente. As cenouras branqueadas em microondas apresentaram textura mais firme, próximas às encontradas em cenouras cruas. Os teores de carotenóides totais nas cenouras branqueadas não sofreram alterações significativas dos valores iniciais, após o armazenamento a -18°C por 24 semanas. A análise sensorial mostrou pouca diferença entre os dois métodos de branqueamento.

7 - SUMMARY

Carrots (Daucus carota, L.) from the cv. Brasília were harvested 120 days after being planted in Vieiras and Ribeiro Farm at the Carandaí County, State of Minas Gerais, Brazil, they were cut in 2 mm thick slices and subjected to blanching in microwaves oven for 3 minutes in high power and steam blanching for 4 minutes. Subsequently, they were cooled by low temperature air flux, placed in polyethylene containers sealed by vacuum and stored in a freezer at -18°C during 24 weeks. Raw carrot slices stored under the same environmental conditions served as controls. The main goal of the experiment was to evaluate the chemical, physical and sensorial characteristics of the carrots after being processed and stored under -18°C for 24 weeks.

The peroxidase activity of the carrots treated by microwaves and steam was decreased by 75 and 96,4 per cent, respectively. Microwave blanching carrots exhibited firm texture, resembling that of the raw carrots. The total carotenoids level in the blanched carrots after being stored under -18°C for 24 weeks, did not differ significantly from their initial values. The sensorial analysis of the carrots revealed slight difference between the two blanching methods.

8 - REFERÊNCIAS
BIBLIOGRÁFICAS

- ACKER, L. Enzymic reaction in foods of low moisture content. Advances in Food Research, New York, 11:263-330, 1962.
- AGUIRRE, J.M.; TRAVAGLINI, D.A.; SILVEIRA, E.T.F.; ARIMA, H.K.; CAMPOS, S.D. da S de & SHIROSE. I. Efeito do branqueamento na preservação das qualidades da cenoura desidratada. Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas, 19(4):403-22, out/dez 1982.
- ALABRAN, D.M. & MABROUK, A.F. Carrot flavor, sugars and free nitrogenous compounds in fresh carrots. Journal of Agricultural and Food Chemistry, Washington, 21:205-8, 1973.
- ALMEIDA, L.B. Carotenóides e valor pró-vitamínico A de raízes tuberosas de hortaliças e suas alterações no processamento. São Paulo, Faculdade de Ciências Farmacêuticas - USP, 1986, 98 p. (Tese M S).
- ALMEIDA, L.B. de; PENTEADO, M. de V.C. Carotenóides com atividade pró-vitamínica A de cenouras (Daucus carota, L.) comercializadas em São Paulo. Revista de Farmácia e Bioquímica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 23(2):133-41, jul/dez, 1987.

- ANDERSON, N.E. & CLYDESDALE, F.M. Effects of processing on the dietary fibre content of wheat bran, pureed green beans and carrots. Journal of Food Science, Chicago, 45:1533-7, 1980.
- ARQUES, M.J.; FONT, G. & FARRE, R. Determination of thiamin, riboflavin and β -carotene in fresh and frozen vegetables. Anales de Bromatologia, Madrid, 40(1):181-6, 1988.
- ARYA, S.S.; NATESAN, V.; PARIHAR, D.B. & VIJAYARA GHAVAN, P.K. Stability of carotenoids in dehydrated carrots. Journal of Food Technology, Oxford, 14:571-86, 1979.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. Official methods of analysis of the association of Official Analytical Chemistry, 11 ed., Washington, 1970, 1015 p.
- AYLWARD, F. & HARSMAN, D.R. Oxidation systems in fruits and vegetables - their relation to the quality of preserved products. Advances in Food Research, New York, 17:1-76, 1969.
- AWORH, O.C.; OLORUNDA, A.L. & AKIBO, O. Quality attributes of frozen okra as influenced by processing and storage. Journal of Food Technology, Oxford, 15:429-33, 1980.
- BAARDSETH, P. & SLINDE, E. Heat inactivation and pH optima of peroxidase and catalase in carrot, swede and brussels sprouts. Food Chemistry, Washington, 5:169-74, 1980.

- BAARDSETH, P. & SLINDE, E. Peroxidase and catalase activity in carrot. Food Chemistry, Washington, 7:147-50, 1981.
- BAARDSETH, P. & SLINDE, E. Catalase and Palmitoyl-CoA hidrolase activity in blanched carrot cubes after storage at - 20 °C. Journal of the Science of Food Agriculture, London, 34:1257-1262, 1983.
- BAJAJ, K.L.; KAUR, G. & SUKHIJA, B.C. Chemical composition and some plant characteristics in relation to quality of some promising cultivars of carrot (Daucus carota, L.). Quality Plant - Plant Foods of Human Nutrition, The Hague, 30:97-107, 1980.
- BALOGH, A.K.; BUCKLE, K.A. & EDWARDS, R.A. Effect of processing variables on the quality of dehydrated carrot. I. Leaching losses and carotenoid content. Journal of Food Technology, Oxford, (12):285-93, 1977.
- BALOGH, A.K.; BUCKLE, K.A. & EDWARDS, R.A. Effect of sulphur dioxide and blanching on the stability of carotenoids of dehydrated carrot. Journal of the Science of Food Agriculture, London, 40:179-87, 1987.
- BARUFFALDI, R.; VESSONI PENNA, T.C. & COLOMBO, A.J. Branqueamento da cenoura. Retenção de sólidos totais e solúveis em água. Revista de Farmácia e Bioquímica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 16:101-11, 1980.

- BARUFFALDI, R.; VESSONI PENNA, T.C.; COLOMBO, A.J. & PITOMBO, R. Efeito do valor de pH do meio na estabilidade da peroxidase e de carotenos de cenoura (Daucus carota, L.) Anais de Farmácia e Química, São Paulo, 21(1):52-6, Jan/Jun 1981.
- BARUFFALDI, R.; VESSONI PENNA, T.C.; COLOMBO, A.J. & PITOMBO, R. Efeito do armazenamento em condições ambientes na qualidade de cenouras (Daucus carota, L.) Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, 3(2):155-60, 1983a.
- BARUFFALDI, R.; VESSONI PENNA, T.C.; LEONHARDT, G.F. & ABE, L.E. Branqueamento de cenoura (Daucus carota, L.): Efeito do processo sobre textura e carotenos. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, 3(2):144-54, 1983b.
- BAUERNFEIND, J.C. Carotenoid vitamin A precursors and analogs in foods and feeds. Journal of Agricultural and Food Chemistry, Washington, 20:456-73, 1972.
- BEN-SHALON, N.; PLAT, D.; LEVI, A. Difference in degradation of pectic substances after heat treatment in two varieties of carrot. Food Hydrocolloids, Oxford, 1(5/6):545-46, 1987.
- BERK, Z. Braverman's introduction to the biochemistry of foods. 2.ed. Amsterdam, Elsevier, 1976, 238 p.

- BITTER, V. & MUIR, H.M. A modified uronic acid carbazole reaction. Analytical Biochemistry, New York, 34:330-4, 1962.
- BOGNAR, A.; GUINAVER, A. & DOLL, D. Comparisons between microwave-blanching and conventional blanching of vegetables with respect to their taste and nutritional characteristics. Ernährungs-Umschau, Frankfurt, 34(5):168-76, 1987.
- BOURNE, M.C. Effect of temperature on firmness of raw fruits and vegetables. Journal of Food Science, Chicago, 47:440-4, 1982a.
- BOURNE, M.C. Food Texture and Viscosity: concept and Measurement, London, Academic Press, 1982b, 324 p.
- BOURNE, M.C. & COMSTOCK, S.H. Effect of temperature on firmness of thermally processed fruits and vegetables. Journal of Food Science, Chicago, 51:531-3, 1986.
- BROWN, G.B. The effect of winter storage on the carotene content of carrot varieties. Proceedings of the American Society for Horticultural Science, New York, 54:304-8, 1949.
- BROWN, M.S. Texture of frozen vegetables effects of freezing rate on softening during cooking. Proceedings International of the Congress of Refrigeration, 13th, 3:491-97, 1971.

- BROWN, M.S. Frozen fruits and vegetables: their chemistry, physics and cryobiology. Advance in Food Research, New York, 25:181-235, 1979.
- BUSHWAY, R.I. Determination of α - and β -carotene in some raw fruits and vegetables by high-performance liquid chromatography. Journal of Agricultural and Food Chemistry, Washington, 34:409-12, 1986.
- CARROAD, P.A.; SWARTZ, J.B. & BOMBEN, J.L. Yields and solids loss in water and steam blanching, water and air cooling, freezing, and cooking of broccoli spears. Journal of Food Science, Chicago, 45:1408-10, 1980.
- CARVALHO, V.D. de; CHITARRA, M.I.F.; CARVALHO, J.G. de; CHENG, S.S. & PAULA, M.B. Características químicas de doze cultivares de cenoura (Daucus carota, L.) cultivadas na baixada sul de Minas Gerais. Ciência e Prática, Lavras, 2(1):58-65, Jan/Jun 1978.
- CHAVES, J.B.P. Avaliação sensorial de alimentos (Métodos de Análises), Viçosa, U.F.V., 1980, 69 p.

- CHEFTEL, Jean-Claude & CHEFTEL, H. Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos, Zaragoza, Editorial Acríbia, 1976, v.1, 325 p.
- CHEN, A.O. & WHANG, J.H.I. Studies on enzyme selection as blanching index of frozen green beans and carrots. Shih P'in K'ò Hsueh, Taichung, 15(2):116-32, 1988.
- CLAYPOOL, L.L. Apricot softening: a problem of the canned fruit. California Agriculture, Berkeley, 28(7):4-9, 1974.
- CRISP, A.F. There's more to successful storage than just temperature and humidity control. The Grower, London, 77:1330-4, 1972.
- CROOKES, P.R. & GRIERSON, D. Ultrastructure to tomato fruit ripening and the role of polygalacturonase isoenzymes in cell wall degradation. Plant Physiology, Washington, 72:1088-93, 1983.
- DAOUD, H.N. Processamento de Alimentos Congelados, Campinas, I.T.A.L., 1973, 113 p. (apostila).
- DIETZ, J.M.; KANTHA, S. & ERDMAN, J.W.Jr. Reversed-phase HPLC analysis of α - and β -carotene from selected raw and cooked vegetables. Plant Foods for Human Nutrition, Gravenhage, 38(4):333-41, 1988.

- DRAKE, S.R. & CARMICHAEL, D.M. Frozen vegetable quality as influenced by high temperature short time (HTST) steam blanching. Journal of Food Science, Chicago, 51(5):1378-9, 1986.
- DRAKE, S.R.; SPAYD, S.E. & THOMPSON, J.B. The influence of blanch and freezing methods on the quality of selected vegetables. Journal of Food Quality, Westport, 4:271-8, 1981.
- EDWARDS, M. & HALL, M. Freezing for quality. Food Manufacture, London, 63(3):41-45, 1988.
- EHEART, M.S. Effect of microwave vs water blanching on nutrients in broccoll. Journal of the American Dietetic Association, Baltimore, 50:207-11, 1966.
- ERDMAN, Jr. J.W.; POOR, C.L. & DIETZ, J.M. Factors affecting the bioavailability of vitamin A carotenoids and vitamin E. Food Technology, Chicago, 42(10):214-221, oct 1988.
- ERNEST, A. Harvest dip keeps carrots almost rot free in cool-storage. The Grower, London, 77:1282-7, 1972.
- ESSELEN, W.B. & ANDERSON, E.E. Thermal destruction of peroxidase in vegetables at high temperatures. Food Research, Chicago, 21:322-25, 1956.

- FANCELLI, M.I. Ocorrência e adaptabilidade de linhagens de alternaria dauci (Kuhn). Graves & Bkolko resistentes aos fungicidas eprodione. Piracicaba, ESALQ - USP, 1987, 84 p. (Tese M S)
- FLORENCE, S.B. Peroxidase and its relationship to food flavor and quality. A review. Journal of Food Science, Chicago, 42:1-6, 1977.
- GALLIARD, T. & MATTHEW, J.A. The enzymic formation of long chain aldehydes and alcohols by α -oxidation of fatty acids in extracts of cucumber fruit (cucumis sativus). Biochemistry et Biophysical Acta, Amsterdam, 424:26-35, 1976.
- GIBRIEL, A.Y.; EL-SHRIGI, A.F.; KANDIL, S.H. & EL-MANSY, H.A. Effect of pH, sodium chloride and sucrose on heat-inactivation and reactivation of peroxidases in certain foods. Journal of the Science of Food Agriculture, London, 29(3):261-66, 1978.
- GLORIA, M.B.A.; GRAY, J.I. & GRULKE, E.A. Estabilidade de alfa e beta carotenos em cenoura desidratada. Revista de Farmácia e Bioquímica da UFMG, Belo Horizonte, 9:15-27, 1988.

- GROSS, K.C. A rapid and sensitive spectrophotometric method for assaying polygalacturonase using 2-cyanoacetamide. Hortscience, Alexandria, 17(6):933-4, 1982.
- HAGERMAN, A.E. & AUSTIN, P.J. Continuous spectrophotometric assay for plant pectin methyl esterase. Journal of Agricultural and Food Chemistry, Washington, 34:440-4, 1986.
- HALPIN, B.E. & LEE, C.Y. Effect of blanching on enzyme activity and quality changes in green peas. Journal of Food Science, Chicago, 52(4):1003-5, 1987.
- HEIL, J.R. & MCCARTHY, M.J. A research note: Influence of acidification on texture of canned carrots. Journal of Food Science, Chicago, 54(4):1092-3, 1989.
- HOBSON, G.E. Pectinesterase in normal and abnormal tomato fruit. The Biochemical Journal, London, 86(2):358-65, 1963.
- HOBSON, G.E. Polygalacturonase in normal and abnormal tomato fruit. Journal of Horticultural Science, Ashford, 40:66-71, 1964.
- HOLDEN, M. Lipoxidase activity of leaves. Phytochemistry, Elmsford, 9(12):2287-91, 1970.
- HOLDSWORTH, S.D. Harvesting and handling of vegetable crops. Food Manufacture, London, 45(12):33-6, 1970.

- HUANG, Y.T. & BOURNE, M.C. Kinetics of thermal softening of vegetables. Journal of Texture Studies, Westport, 14(1):1-9, 1983.
- HUNG, Y.C. & THOMPSON, D.R. Changes in texture of green peas during freezing and frozen storage. Journal of Food Science, Chicago, 54(1):96-101, 1989.
- IKEDIABI, C.O. & SNYDER, H.E. Co-oxidation of β -carotene by and isoenzyme of soybean lipoxygenase. Journal of Agricultural and Food Chemistry, Washington, 25:124-7, 1977.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 3.ed., São Paulo, 1985, v.1, 533 p.
- JOHNSTON, D.E.; KELLY, D. & DORRIAN, P.P. Losses of pectic substances during cooking and the effect of water hardness. Journal of the Science of Food Agriculture, London, 34:733-6, 1983.
- JOSLYN, M.A. Freezing of fruits and vegetables. New York, Academic Press, 1966, 583 p.

- KADER, A.A.; KASMIRE, R.F.; MITCHELL, F.G.; REID, M.S.; SOMMER, N.F. & THOMPSON, J.F. Postharvest Technology of Horticultural crops California. Davis. Cooperative Extension University of California. Division of Agriculture and Natural Resources. 1985, 192 p. (Special Publication, 3311)
- KALAC, P. & KYZLINK, V. The enzyme nature of the beta-carotene in red cloves and in other forage crops during silage-making with acid additives. Animal Feed Science and Technology, Amsterdam, 5:59-63, 1980.
- KEIJBETS, M.J.H.; PILNIK, W. & VAAL, J.F.A. Model studies on behaviour of pectic substances in the potato cell wall during boiling. Potato Research, Netherlands, 19:289-303, 1976.
- KHACHIK, F. & BEECHER, G.R. Application of a C-45- β -carotene as an internal standard for the quantification of carotenoids in yellow/orange vegetables by liquid chromatography. Journal of Agricultural and Food Chemistry, Washington, 35:732-8, 1987.
- KLEIN, B.P. Nutritional consequences of minimal processing of fruits and vegetables. Journal of Food Quality, Westport, 10:179-93, 1987.

- KLEIN, B.P.; GROSSMAN, S.; KING, D.; COHEN, B.S. & PINSKY, A. Pigment bleaching carbonyl production and antioxidant effects during the anaerobic lipoxygenase reaction. Biochemical et Biophysical Acta, Amsterdam, 793:72-9, 1984.
- KLEIN, B.P.; KING, D. & GROSSMAN, S. Co-oxidation reactions of lipoxygenase in plant systems. Advance Free Radical Biology and Medicine, London, 1:309-43, 1985.
- KOVÁCS, E. & VOROS, Z. A study in to the keeping quality of carrot varieties. Acta Alimentaria, Budapest, 5(4):335-50, 1976.
- KRAMER, A. & TWIGG, B.A. Fundamentals of quality control for the food industry, Westport, AVI Publishing, 1961, 541 p.
- KRINSKY, N.I. Function. In: ISLER, O. Carotenoids, Basel, Birkhauser Verlag, 1971, 799 p.
- KUUSI, T. & VIRTANEN, T. Studies on the intrinsic quality of carrot, tomatoes and lettuce during marketing. Acta Horticultural, The Hague, 93:49-57, 1979.
- LABUZA, T.P.; TANNENBAUM, S.R. & KAREL, M. Water content and stability of low moisture and intermediate moisture foods. Food Technology, Chicago, 24:543-8, 1970.

- LAITES, G.G. & HOELLE, C. The α -oxidation of long chain fatty acids as a possible component of the basal respiration of potato slices. Phytochemistry, Elmsford, 6:49-57, 1967.
- LANE, R.H.; BOSCHUNG, M.D. & ABDEL-GHANY, M. Ascorbic acid retention of selected vegetables blanched by microwave and conventional methods. Journal of Food Quality, Westport, 8(2/3):139-44, 1985.
- LEE, C.Y. Changes in carotenoid content of carrots during growth and post-harvest storage. Food Chemistry, Washington, 20:285-93, 1986.
- LEE, C.Y.; BOURNE, M.C. & VAN BUREN, J.P. Effect of blanching treatments on the firmness of carrots. Journal of Food Science, Chicago, 44:615-8, 1979.
- LEE, F.A. The blanching process. Advances In Food Research, New York, 6:63-109, 1958.
- LOPEZ, L.C. Anotações de fisiologia pós-colheita de produtos hortícolas, Viçosa, 1980, 105 p.
- LU, A.T. & WHITAKER, J.R. Some factors affecting rates of heat inactivation and reactivation of horseradish peroxidase. Journal of Food Science, Chicago, 39:1173-8, 1974.

LUND, D.B. Design of thermal processes for maximizing nutrient retention. Food Technology, Chicago, 31(2):71-8, 1977.

MAIER, V.P.; TAPPEL, A.L. & VOLMAN, D.H. Reversible inactivation of enzymes at low temperature. Studies of temperature dependence of phosphatase and peroxidase-catalyzed reactions. Journal of the American Chemical Society, Washington, 77:1278-81, 1955.

MAKI, A. Effects of blanching treatments on the quality of frozen vegetables, University of Helsinki, Helsinki, 1987, 141 p. (Tese M S).

MARTIN-VILLA, G.; VIDAL-VALVERDE, C. & ROJAS-HIDALGO, E. High performance liquid chromatographic determination of carbohydrates in raw and cooked vegetables. Journal of Food Science, Chicago, 47:2086-88, 1982.

McCREAD, P.M. & McCOMB, E.A. Extration and determination of total pectin materials. Analytical Chemistry, Washington, 24(12):1586-8, dec 1952.

McCURDY, S.M.; DRAKE, S.R.; SWANSON, B.G.; LEUNG, H.K. & POWERS, J.R. Influence of cultivars, soak solution, blanch method, and brine composition on canned dry-pea quality. Journal of Food Science, Chicago, 48:394-9, 1983.

- MORAES, M.A. Ch de Método para avaliação sensorial dos alimentos, 6.ed. experimental, Campinas, Editora da Unicamp, 1988, 93 p. (séries manuais).
- MOURA, PAULO A.M. de. Algumas estatísticas sobre cenoura e mandioquinha-salsa em Minas Gerais. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 10(120):3-7, dez 1984.
- MUDGE, R.E. Microwave Food Processing. Food Technology, Chicago, 43(1):117-26, Jan 1989.
- MUFTUGIL, N. The peroxidase enzyme activity of some vegetables and its resistance to heat. Journal of the Science of Food Agriculture, London, 36:877-80, 1985.
- NELSON, N.A. A photometric adaptation of Somogyi method for the determination of glucose. Journal Biological Chemistry, Baltimore, 135:136-75, 1944.
- NILSSON, T. Carbohydrate composition during long-term storage of carrots as influenced by the time of harvest. Journal of Horticultural Science, Maidstone, 62(2):191-203, 1987.
- OGUNLESI, A.T. & LEE, C.Y. Effect of thermal processing on the stereoisomerisation of major carotenoids and vitamin A value of carrots. Food Chemistry, Barking, 4(4):311-8, 1979.

- PÁDUA, J.G.; CASALI, V.W.D. & PINTO, C.M.F. Efeitos climáticos sobre a cenoura. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 10(120):11-3, dez 1984.
- PARK, Y.W. Effect of freezing, thawing, drying and cooking on carotene retention in carrots, broccoli and spinach. Journal of Food Science, Chicago, 52(4):1022-25, 1987.
- PAULUS, K. & SAGUY, I. Effect of heat treatment on the quality of cooked carrots. Journal of Food Sciences, Chicago, 45:239-45, 1980.
- PHAN, C.T.; HSU, H. & SARKAR, S.K. Physical and chemical changes occurring in the carrot root during storage. Canadian Journal of Plant Science, Ottawa, 53:635-41, 1973.
- PHILIPPON, M. & ROUET-MAYER, M.A. Blanching and quality of frozen vegetables and fruits. Review. 2. Sensorial aspects. International Journal of Refrigeration, Surrey, 8(2):102-5, 1985.
- PINSENT, B. Peroxidase regeneration and its effect on quality in frozen peas and thawed peas. Journal of Food Science, Chicago, 27(2):120-6, 1962.
- PINTO, C.M.F.; SEDYAMA, M.A.N. & CASALI, V.W.D. Manejo pós-colheita da cenoura. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 10(120):65-8, dez 1984.

- PIZZOCARO, F.; RICCI, R. & LUCA, Z. Blanching of vegetables before freezing. Note 1. Peroxidase and lipoxygenase activities. Industria Alimentari, Pinerolo, 27(265):993-8, 1988.
- PLAT, D.; BEN-SHALOM, N.; LEVI, A.; REID, D. & GOLDSHMIDT, E.E. Degradation of pectic substances in carrots by heat treatment. Journal of Agricultural and Food Chemistry, Washington, 36:362-5, 1988.
- PRAKASH, M.D. & BRINSON, K. Plant cell-walls. Advances in Carbohydrate Chemistry and Biochemistry, New York, 42:265-383, 1984.
- PRESSEY, R. & AVANTS, J.K. Separation and characterization of endopolygalacturonase and exopolygalacturonase from peaches. Plant Physiology, Washington, 52:252-6, 1973.
- PRESSEY, R. & AVANTS, J.K. Solubilization of cell walls by tomato polygalacturonase effects of pectinesterases. Journal of Food Biochemistry, Westport, 6:57-74, 1982.
- PRESSEY, R.; HINTON, D.M. & AVANTS, J.K. Development of polygalacturonase activity and solubilization of pectin in peaches during ripening. Journal of Food Sciences, Chicago, 36:1070-3, 1971.

- QUAST, D.G.; KAREL, M. & RAND, W.M. Development of a mathematical model for oxidation of potatoes chips as function of oxygen pressure, extent of oxidation and equilibrium relative humidity. Journal of Food Science, Chicago, 37:673-8, 1972.
- QUENZER, N.M. & BURNS, E.E. Effects of microwave, steam and water blanching on freeze-dried spinach. Journal of Food Science, Chicago, 46:410-8, 1981.
- RAHMAN, A.R.; HENNING, W.L. & WESTCOTT, D.E. Histological and physical changes in carrots as affected by blanching, cooking, freezing, freeze drying and compression. Journal of Food Science, Chicago, 36:500-2, 1971.
- RAMAKRISHNAN, T.V. & FRANCIS, F.J. Stability of carotenoids in model aqueous systems. Journal of Food Quality, Westport, 2:177-89, 1979.
- REDDY, N.N. & SISTRUNK, W.A. Effect of cultivar, size, storage, and cooking method on carbohydrates and some nutrients of sweet potatoes. Journal of Food Sciences, Chicago, 45:682-4, 1980.
- REEVE, R.M. Microscopy of the oils and carotene bodies in dehydrated carrots. Food Research, Chicago, 8(2):137-45, 1943.

- RODRIGUEZ, D.B.; RAYMUNDO, L.C.; LEE, T.G.; SIMPSON, K.L.; CHICHESTER, C.O. Carotenoids pigments changes in ripening Momordica charantia fruits. Annals of Botanic, London, 40:615-24, 1976.
- RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Os carotenóides como precursores de vitamina A. Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Campinas, 19(4):227-42, out/dez 1985.
- ROLLE, R.R. & CHISM III, G.W. Physiological consequences of minimally processed fruits and vegetables. Journal of Food Quality, Westport, 10:157-77, 1987.
- ROSENFELD, H.J.; MARTENS, M. & LEA, P. Variations in sensory and physical characteristics in carrot (Daucus carrot, L.). Acta Horticulturae, The Hague, 163:63-70, 1984.
- RUTHERFORD, P.P. Some biochemical changes in vegetables during storage. Annals of Applied Biology, London, 98:538-44, 1981.
- SAJJAANANTAKUL, T.; VAN BUREN, J.P. & DOWNING, D.L. Effect of methyl ester content on heat degradation of chelator-soluble carrot pectin. Journal of Food Science, Chicago, 54(5):1272-7, 1989.

SALUNKHE, D.K. Storage, processing and nutritional quality of fruits and vegetables, Cleveland, C.R.S. Press, 1974, 113 p.

SALWIN, H. Moisture levels required for stability of dehydrated foods. Food Technology, Chicago, 17:1114-21, 1963.

SAWAYANA, S.; NAGASHIMA, N. & KAWABATA, A. Dietary fibre in carrots and turnips some properties of pectic substances extracted at various pH. Journal of Home Economics, Japan, 38(7):553-8, 1987.

SELMAN, J.D.; RICE, P. & ABDUL-REZZAR, R.K. A study of the apparent diffusion coefficient for solute losses from carrot tissue during blanching in water. Journal of Food Technology, Oxford, 18:427-40, 1983.

SELMAN, J.D. & ROLFE, E.I. Studies on the vitamin C content of developing pea seeds. Journal of Food Technology, Oxford, 14(2):157-71, 1979.

SGARBIERI, V.C. Radiação infravermelha. Alimentos e Bebidas, Campinas, 3(1/2):42-46, 1967.

SILVA, E. & NOGUEIRA, J.N. Estudo da atividade da polifenoloxidase e da peroxidase em algumas frutas e hortaliças. O solo, Piracicaba, 76(1):43-51, jan/jun 1984.



... D.K. STEPHENSON, *Journal of Food Technology*, 1987, 10, 1-10.

... M. KISHIMOTO, *Journal of Food Technology*, 1987, 10, 11-15.

... S. KAWABATA, A. D. STREY, *Journal of Food Technology*, 1987, 10, 16-20.

... J.D. RICE, P. A. ABUL-REZZAQ, R.K. A study of the apparent diffusion coefficient for soluble protein from carrot tissue during blanching in water. *Journal of Food Technology*, Oxford, 1987, 10, 21-25.

... D.D. HOLTE, M.L. Studies on the vitamin C content of developing pea seeds. *Journal of Food Technology*, Oxford, 1987, 10, 26-30.

... V.C. RICHARDS, *Journal of Food Technology*, 1987, 10, 31-35.

... E. A. HOGUE, J.N. Effects of blanching on polyphenolase activity in potato tubers. *Journal of Food Technology*, Oxford, 1987, 10, 36-40.

- SIMON, P.W. & LINDSAY, R.C. Effects of processing upon objective and sensory variables of carrots. Journal of the American Society for Horticultural Science, Mount, 108(6):928-31, 1983.
- SIMON, P.W. & PETERSON, C.E. Genetic and environmental components of carrot culinary and nutritive value. Acta Horticulturae, The Hague, 93:271-8, 1979.
- SIMON, P.W.; PETERSON, C.E. & LINDSAY, R.C. Correlations between sensory and objective parameters of carrot flavor. Journal and Agricultural Food Chemistry, Wahington, 28:559-62, 1980.
- SIMON, P.W.; PETERSON, C.E. & LINDSAY, R.C. Genotype, soil and climate effects on sensory and objective components of carrot flavor. Journal of the American Society for Horticultural Science, Mount, 107(4):644-8, 1982.
- SIMON, P.W. Carrot flavor effects of genotype, growing conditions, storage, and processing. In: PATTE, H.E. Evaluation of quality of fruits and vegetables, Conecticut, AVI Publishing Company Inc. Westport, 1985, p.410.
- SIMON, P.W. & WOLFF, X.Y. Carotenes in typical and dark orange carrots. Journal of Agriculture and Food Chemistry, Washington, 35:1017-22, 1987.

- SIMPSON, J.I. & HALLIDAY, E.G. Chemical and biological studies on the desintegration of cell-membrane materials in vegetables during cooking. Food Research, Chicago, 6:189-206, 1941.
- SIMPSON, K.L. "Relative value of carotenoids as precursors of vitamin A". The Proceedings of the Nutrition Society, London, 42:7-17, 1983.
- SOMMER, N.F. Strategies for control of postharvest disease of selected commodities, cap. 15, p.83-89. In: KADER, A.A.; KASMIRE, R.F.; MITCHELL, F.G.; REED, M.S.; SOMMER, N.F. & THOMPSON, J.F. Postharvest Technology of Horticultural Crops, Davis, Cooperative Extension University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, 1985, 192 p. (Special Publication, 3311).
- SOUTHGATE, D.A.T.; PAUL, A.A.; DEAN, A.G. & CHRISTIE, A.A. Free sugars in foods. Journal of Human Nutrition, London, 32:335-7, 1978.
- SOUTY, M.; BRUEILS, L.; REICH, M. & POGGI, A. L'acidite des abricots (apricot acidity). Fruits, Paris, 31(12):775-9, 1976.
- STEINBUCH, E. Technical note: Improvement of texture of frozen vegetables by stepwise blanching treatments. Journal of Food Technology, Oxford, 11:313-6, 1976.

- STEINBUCH, E. Technical note: The effect of heat shocks on quality retention of green beans during frozen storage. Journal of Food Technology, Oxford, 15:353-5, 1980.
- STOLL, K. Lagerung von Fruchten und Gemuser in Kontrollierter atmosphere. Schweizerische Zeitschrift für Obst- u Weenbau, Frauenfeld, 107:572-8, 1971.
- STONE, M.B. & YOUNG, C.M. Effects of cultivars, blanching techniques and cooking methods on quality of frozen green beans as measured by physical and sensory attributes. Journal of Food Quality, Budapest, 7:255-65, 1985.
- SVENSON, S.G. Inactivation of enzymes during thermal processing. In: HOYEM, T. & KVALE, O. Physical, chemical and biological changes in food caused by thermal processing, London, Applied Science Publishers Ltd., 1977, p.202-17.
- SWEENEY, J.P. & MARSH, A.C. Vitamins and other nutrients separation of carotene stereoisomers in vegetables. Journal of the AOAC, Arlington, 53(5):937-40, 1970.
- SWEENEY, J.P. & MARSH, A.C. Effect of processing on provitamin A in vegetables. Journal of the American Dietetic Association, Baltimore, 59:238-43, sept 1971.

- VAN BUREN, J.P.; MOYER, J.C.; WILSON, D.E.; ROBINSON, W.B. & HAND, D.B. Influence of blanching conditions on sloughing splitting and firmness of canned snap beans. Food Technology, Chicago, 14(5):233-6, 1960.
- VAN BUREN, J.P.; MOYER, J.C. & ROBINSON, W.B. Pectin methyl esterase in snap beans. Journal of Food Science, Chicago, 27(3):291-4, 1962.
- VAN BUREN, J.P. Improves firmness without additives. Food Engineering, New York, 45(5):127, may 1973.
- VAN BUREN, J.P. The chemistry of texture in fruits and vegetables. Journal of Texture Studies, Westport, 10:1-23, 1979.
- VÁMOS-VIGYÁZÓ, L.; FARKAS, J. & BABOS-SZEBENYL, É. A study into some properties of peroxidase in vegetables. Acta Alimentaria, Budapest, 9(1):11-21, 1980.
- VESSONI PENNA, T.C. Branqueamento de cenoura (Daucus carota, L.): efeito do processo sobre sólidos totais, carotenos, cor e textura, São Paulo, USP, 1980, 114 p. (Tese M S)
- VIDAL-VALVERDE, C.; LOPEZ, M.P. & HIDALGO, E.R. Pectic substances in raw and cooked, fresh or processed spanish vegetables. Journal of Agriculture and Food Chemistry, Washington, 31:949-53, 1983.

- VIEIRA, J.V.; IKUTA, H. & DELLA VECCHIA, P.T. Brasília e Kunonan: novas cultivares de cenoura para verão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA 23, Rio de Janeiro, 1983. Resumos: Rio de Janeiro, Sociedade de Olericultura do Brasil, 1983, p.140.
- VIEIRA, J.V. SUBPROGRAMA CENOURA 1990/1995, Brasília, 1990. 12 p. (datilografado).
- WARDALE, D.A. & GALLIARD, T. Further studies on the subcellular localization of lipid-degrading enzymes. Phytochemistry, Elmsford, 16:333-8, 1977.
- WATKINS, G.B.; HAKI, J.M. & FRENKEL, C. Activities of polygalacturonase, α -D-mannosidase, and α -D- and β -D-galactosidase in ripening tomato. Hortscience, St. Joseph, 23(1):192-4, 1988.
- WECKEL, K.G.; SANTOS, B.; HERNAN, E.; LAFERRIERE, L. & GABELMAN, W.H. Carotene components of frozen and processed carrots. Food Technology, Chicago, 91-94, aug 1962.
- WEICHMANN, J. Ca-Lagerung im Gemusebau. Gemuese, Munich, 9:230-1, 1973.
- WEICHMANN, J. & AMMERSEDER, E. Influence of CA storage conditions on carbohydrate changes in carrots. Acta Horticulturae, The Hague, 38:339-44, 1974.

YAPA, P.; KAWASAKI, T. & MATSUMOTO, H. Changes of some membrane-associated enzyme activities and degradation of membrane phospholipids in cucumber roots due to calcium starvation. Plant and Cell Physiology, Tokyo, 27:223-32, 1986.

ZOUEIL, M.E. & ESSELEN, W.B. Thermal destruction rates and regeneration of peroxidase in green beans and turnips. Food Research, Chicago, 24:119, 1959.

Apêndices

QUADRO 2 - Análise de variância (Quadrado médio - Q.M., Nível de significância em % - N.S. e coeficiente de determinação - R²) para os parâmetros das análises químicas de cenouras cv. Brasília cruas e branqueadas em microondas e vapor, armazenadas a -18°C por 24 semanas (JUL/DEZ 1989). ESAL/DCA, Lavras - MG.

P A R Â M E T R O S

Fontes de Variação	G.L.	Pectina Total (g/100g)		Pectina Solúvel (g/100g)		Açúcares Totais (g/100g)		Glicose (g/100g)		Sacarose (g/100g)						
		Q.M.	N.S.	R ²	Q.M.	N.S.	R ²	Q.M.	N.S.	R ²	Q.M.	N.S.	R ²			
Tratamento	2	135919,593	0,00		28331,893	0,01		0,746	0,00		0,099	39,39	-	0,879	0,00	
Tempo	6	25566,466	0,00		406,268	0,01		1,452	0,00		0,316	0,00	-	0,668	0,00	
Tratamento x Tempo	12	7339,088	0,00		254,657	0,01		0,327	0,00		0,055	0,00	-	0,326	0,00	
Erro	42	509,112			8,445			0,048			0,010			0,026		
C.V.(%)		5,090			3,790			6,150			5,830			9,220		
Tempo (Trat.1)		30310,906	0,00		214,180	0,00		1,269	0,00		0,275	0,00		0,715	0,00	
Grau 1	1	139966,906	0,00	0,77	27,497	7,81	0,02	2,353	0,00	0,31	0,940	0,00	0,57	0,367	88,82	0,09
Grau 2	1	40404,660	0,00	0,99	265,536	0,00	0,23	4,512	0,00	0,90	0,325	0,00	0,76	2,218	0,30	0,61
Grau 3	1	786,722	22,15	0,99	329,046	0,00	0,48	0,058	27,85	0,91	0,045	4,15	0,79	0,356	0,05	0,69
Grau 4	1	23,637	84,24	0,99	19,534	13,60	0,50	0,624	0,08	0,99	0,013	25,95	0,80	0,547	0,01	0,80
Tempo (Trat.2)		3746,687	0,00		571,382	0,00		0,224	0,10		0,632	0,00		0,197	0,00	
Grau 1	1	564,308	29,85	0,02	323,675	0,00	0,09	0,130	82,94	0,10	0,148	0,04	0,39	0,539	0,00	0,45
Grau 2	1	14857,110	0,00	0,68	1945,833	0,00	0,66	0,491	0,26	0,46	0,101	0,29	0,66	0,081	8,41	0,52
Grau 3	1	3392,407	1,34	0,84	91,305	0,20	0,69	0,271	2,20	0,66	0,023	13,77	0,72	0,439	0,01	0,89
Grau 4	1	3653,112	1,05	0,99	272,935	0,00	0,77	0,282	1,97	0,87	0,083	0,65	0,94	0,055	15,09	0,94
Tempo (Trat.3)		6186,937	0,00		130,011	0,00		0,612	0,00		0,889	0,00		0,428	0,00	
Grau 1	1	13625,929	0,00	0,37	369,139	0,00	0,47	0,140	9,48	0,04	0,026	11,77	0,05	0,023	35,08	0,01
Grau 2	1	20475,589	0,00	0,92	6,583	38,52	0,48	3,176	0,00	0,90	0,138	0,06	0,31	1,881	0,00	0,74
Grau 3	1	2054,621	5,11	0,97	51,173	1,81	0,55	0,038	37,70	0,91	0,133	0,07	0,56	0,331	0,05	0,88
Grau 4	1	551,936	30,46	0,99	185,731	0,00	0,78	0,062	26,06	0,93	0,091	0,47	0,73	0,001	86,33	0,88

Trat.1 - cenouras cruas

Trat.2 - cenouras branqueadas em microondas

Trat.3 - cenouras branqueadas a vapor.

QUADRO 3 - Análise de variância (Quadrado médio - Q.M., Nível de significância em % - N.S. e coeficiente de determinação - R²) para os parâmetros das análises químicas, enzimáticas e físicas de cenouras cv. Brasília cruas e branqueadas em microondas e vapor, armazenadas a -18°C por 24 semanas (JUL/DEZ 1989). ESAL/DCA, Lavras - MG.

Fontes de Variação	PARÂMETROS										
	G.L.	Carotenóides Totais			Atividade da Peroxidase			G.L.	Textura		
		Q.M.	N.S.	R ²	Q.M.	N.S.	R ²		Q.M.	N.S.	R ²
Tratamento	2	1741028,200	0,02		499763,521	0,01		2	0,2080	0,01	
Tempo	6	812516,300	0,08		3824,646	0,01		5	0,0610	0,01	
Tratamento x Tempo	12	507892,500	0,38		3721,005	0,01		10	0,0140	0,01	
Erro	42	167222,331			455,802			36	0,0005		
C.V.(%)		6,420			19,220				8,5400		
Tempo (Trat.1)	6	584768,000	0,68		103115,343	0,00		5	0,0630	0,00	
Grau 1	1	1118503,000	1,33	0,32	20714,589	0,00	0,33	1	0,1380	0,00	0,43
Grau 2	1	373681,187	14,28	0,42	7215,225	0,02	0,45	1	0,1420	0,00	0,88
Grau 3	1	830114,875	3,13	0,66	24222,740	0,00	0,84	1	0,0330	0,00	0,99
Grau 4	1	577394,125	7,51	0,82	8064,478	0,01	0,97	1	0,0040	1,05	1,00
Tempo (Trat.2)	6	237024,000	22,97		905,715	9,01		5	0,0250	0,00	
Grau 1	1	12182,570	79,26	0,01	76,801	69,11	0,01	1	0,0750	0,00	0,58
Grau 2	1	593251,875	6,64	0,42	3410,477	0,90	0,64	1	0,0340	0,00	0,84
Grau 3	1	20046,710	73,07	0,44	778,019	20,00	0,78	1	0,0120	0,00	0,94
Grau 4	1	474285,187	9,93	0,77	745,769	20,87	0,92	1	0,0070	0,10	1,00
Tempo (Trat.3)	6	1005792,000	0,01		45,589	99,59		5	0,0010	6,81	
Grau 1	1	9164,720	82,41	0,01	69,961	70,04	0,25	1	0,0050	0,26	0,01
Grau 2	1	81487,375	3,25	0,14	214,958	98,41	0,26	1	0,0002	47,54	0,96
Grau 3	1	281675,312	20,20	0,18	247,160	94,39	0,26	1	0,0000	69,15	0,97
Grau 4	1	47783,210	65,70	0,19	241,607	94,39	0,27	1	0,0001	59,99	1,00

Trat.1 - cenouras cruas

Trat.2 - cenouras branqueadas em microondas

Trat.3 - cenouras branqueadas a vapor.

QUADRO 4 - Análise de variância (Quadrado médio - Q.M. e Nível de significância em % - N.S.) para os parâmetros da análise sensorial de cenouras cv. Brasília cruas e branqueadas em microondas e vapor, armazenadas a -18°C por 24 semanas (JUL/DEZ 1989). ESAL/DCA, Lavras - MG.

Fontes de Variação	Cor Externa		Cor Interna		Sabor Doce		Sabor Cozido		Impressão Global		Sabor Residual		Dureza		Velocidade de Resfriamento		Moleza		Umidade		
	Q.M.	N.S.	Q.M.	N.S.	Q.M.	N.S.	Q.M.	N.S.	Q.M.	N.S.	Q.M.	N.S.	Q.M.	N.S.	Q.M.	N.S.	Q.M.	N.S.	Q.M.	N.S.	
Tratamento	2	0,0683	92,95	1,2527	42,51	1,4655	21,78	0,9459	41,29	6,0613	0,39	0,2693	58,42	2,4548	2,54	0,5743	52,18	6,6584	2,77	3,0924	38,45
Tempo	6	1,5620	12,92	5,9290	0,07	5,7514	0,01	1,6474	16,42	0,6538	73,17	2,4587	0,04	2,3745	0,20	1,2028	22,95	1,6250	41,07	1,3162	87,28
Tratamento X Tempo	12	0,2981	98,54	0,5096	97,85	0,6298	78,91	0,2718	99,47	0,5775	88,45	0,4501	98,89	0,8157	25,90	0,3084	97,82	1,0900	85,72	1,5433	92,55
Erro	210	0,9340		1,4585		0,9553		1,0647		1,0630		0,4999		0,6591		0,8802		1,6799		3,2207	
C.V. (%)		13,32		22,53		30,36		13,46		19,37		34,42		31,97		35,10		21,42		29,56	

QUADRO 5 - Análise de variância (Quadrado médio - Q.M., Nível de significância em % - N.S. e Coeficiente de determinação - R²) para os parâmetros cor interna, sabor doce, sabor residual doce e dureza da análise sensorial de cenouras cv. Brasília branqueadas em forno de microondas e à vapor, armazenadas a -18°C por 24 semanas (JUL/DEZ 1989). ESAL/DCA, Lavras - MG.

P A R Â M E T R O S													
Fontes de Variação	G.L.	Cor Interna			Sabor Doce			Sabor Residual Doce			Dureza		
		Q.M.	N.S.	R ²	Q.M.	N.S.	R ²	Q.M.	N.S.	R ²	Q.M.	N.S.	R ²
Tratamento	2	1,253	42,51		1,466	21,78		0,269	58,42		2,465	2,54	
Tempo	6	5,929	0,07		5,751	0,01		2,159	0,04		2,371	0,20	
Tratamento x Tempo	12	0,510	97,85		0,630	78,91		0,150	98,89		0,616	25,90	
Erro	210	1,487			0,955			0,500			0,659		
Tempo: Grau 1	1	15,044	0,15	0,42	25,867	0,00	0,75	10,522	0,00	0,81	2,231	6,74	0,16
Grau 2	1	12,200	0,42	0,76	2,355	11,82	0,82	0,393	78,03	0,84	5,057	0,61	0,51
Grau 3	1	7,331	2,59	0,97	0,373	53,29	0,83	0,102	65,51	0,85	0,040	80,67	0,51
Grau 4	1	0,610	51,76	0,99	1,060	29,32	0,86	0,008	88,76	0,85	2,398	5,77	0,68