

ELLEN KARINE ROCO PIFFER

**QUALIDADE DE TUBÉRCULOS DE MANDIOQUINHA-SALSA
(*ARRACACIA XANTHORRIZA* BANCROFT) MINIMAMENTE
PROCESSADA**

MARINGÁ
PARANÁ - BRASIL
FEVEREIRO - 2009

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

ELLEN KARINE ROCO PIFFER

**QUALIDADE DE TUBÉRCULOS DE MANDIOQUINHA-SALSA,
(*ARRACACIA XANTHORRIZA* BANCROFT) MINIMAMENTE
PROCESSADA**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Maringá, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre.

MARINGÁ
PARANÁ - BRASIL
FEVEREIRO - 2009

ELLEN KARINE ROCO PIFFER

QUALIDADE DE TUBÉRCULOS DE MANDIOQUINHA-SALSA
(ARRACACIA XANTHORRIZA BANCROFT) **MINIMAMENTE**
PROCESSADA

APROVADA em 05 de fevereiro de 2009.

Prof.^a Dr.^a **Kátia Regina Freitas Schwan Estrada**

Prof.^a Dr.^a **Lucia Maria Jaeger de Carvalho**

Prof. Dr. **Edmar Clemente**
(Orientador)

*Dedico à minha família, que tanto me apoiou durante
todo este processo de aprendizado.*

AGRADECIMENTOS

Ao grande Deus, pela vida e oportunidades que nos proporciona;

Ao Programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Maringá, pela oportunidade oferecida;

Ao professor PhD Edmar Clemente, pela orientação e confiança depositados em mim;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsa de estudo.

À Universidade Estadual de Maringá – Campus Avançado de Umuarama, pelo grande apoio na realização da parte experimental da pesquisa.

Ao Pedro, que não cansou de me ajudar.

Aos amigos e amigas tão essenciais na vida, que tanto cooperaram para que este trabalho se realizasse.

A todos os funcionários da universidade que me apoiaram.

BIOGRAFIA

ELLEN KARINE ROCO PIFFER, filha de Moacir Silvio Piffer (*sempre presente*) e Wilma Roco Piffer, nasceu em Umuarama – Paraná, em 19 de setembro de 1983. É solteira e irmã de Marcelo Cesar Piffer, Michele Carla Roco Piffer e Aline Franciele Roco Piffer.

Cursou Agronomia na Universidade Estadual de Maringá – Campus Regional de Umuarama, no período de 2002 a 2006. Teve como título do seu trabalho de conclusão de curso “Levantamento, Diagnóstico e Planejamento de uma Propriedade Rural”.

Em 2007 iniciou no Mestrado em Produção Vegetal, no Programa de Pós-graduação em Agronomia, da Universidade Estadual de Maringá, concluído em fevereiro de 2009.

“Se podes imaginar, podes conseguir.”

Albert Einstein

ÍNDICE

RESUMO	xi
ABSTRACT	xiii
INTRODUÇÃO	1
REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 A CULTURA DA MANDIOQUINHA-SALSA	4
2.1.1 Aspectos Gerais	4
2.1.2 Aspectos Econômicos	5
2.1.3 Manejo da Cultura	6
2.1.4 Qualidade Pós-colheita	7
2.2 CARACTERÍSTICAS DA HORTALIÇA	8
2.2.1 Amido	10
2.2.2 Açúcares	12
2.2.3 Enzimas Polifenoloxidase e Peroxidase	14
2.3 CLASSIFICAÇÃO DA MANDIOQUINHA-SALSA	15
2.3.1 Grupo	15
2.3.2 Classe	16
2.3.3 Subclasse	16
2.3.4 Categoria	17
2.3.4.1 Defeitos leves	18
2.3.4.2 Defeitos graves	19
2.4 CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA	20
2.4.1 Temperatura de Armazenamento e Atmosfera Modificada	20
2.4.2 Filmes e Revestimentos Comestíveis	22
2.4.2.1 Quitosana	23
2.4.3 Etapas do Processamento Mínimo	24
MATERIAL E MÉTODOS	27
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DE MANDIOQUINHA-SALSA	27
3.2 INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO	27

3.3 TRATAMENTO APLICADO	28
3.3.1 Preparação do Revestimento.....	28
3.3.2 Fluxograma da Montagem do Experimento.....	29
3.4 ANÁLISES DE COMPOSIÇÃO QUÍMICA	30
3.4.1 Sólidos solúveis (°Brix)	31
3.4.2 Determinação do pH.....	31
3.4.3 Determinação de Acidez Total Titulável.....	31
3.4.4 Determinação de Açúcares Totais.....	32
3.4.5 Determinação de Amido	33
3.5 DETERMINAÇÃO DAS ATIVIDADES ENZIMÁTICAS	34
3.5.1 Polifenoloxidase (PPO)	34
3.5.2 Peroxidase (POD).....	35
3.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA	35
RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
CONCLUSÕES	49
RECOMENDAÇÃO.....	50
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
APÊNDICES.....	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Composição nutricional da mandioquinha-salsa.....	5
Tabela 2	Características da variedade Amarela de Senador Amaral.....	10
Tabela 3	Classes de comprimentos da mandioquinha-salsa, batata-baroa ou batata-salsa	16
Tabela 4	Subclasses de diâmetros da mandioquinha-salsa, batata-baroa ou batata-salsa	17
Tabela 5	Limites de defeitos permitidos por categorias, expressos em percentuais.....	17
Tabela 6	Limites de área (cm ²) para enquadramento de dano mecânico como defeito grave	19

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Esquema ilustrativo de uma pequena fração do amido, polímero derivado da α -glucose	12
Figura 2	Classificação da mandioca-salsa em grupo.....	15
Figura 3	Danos e defeitos superficiais da mandioca-salsa conforme defeitos leves	18
Figura 4	Classificação da mandioca-salsa conforme defeitos graves	18
Figura 5	Representação esquemática da estrutura primária da quitosana	24
Figura 6	Etapas para obtenção dos tubérculos revestidos.....	29
Figura 7	Evolução do °Brix em mandioca-salsa, cv. Amarela de Senador Amaral, sem revestimento (sr) e com revestimento (cr), durante armazenamento a $0^{\circ}\text{C}\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ e 95% UR.....	36
Figura 8	Evolução do °Brix em mandioca-salsa, cv. Amarela de Senador Amaral, sem revestimento (sr) e com revestimento (cr), durante armazenamento a $5^{\circ}\text{C}\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ e 95% UR.....	37
Figura 9	Evolução do pH em mandioca-salsa, cv. Amarela de Senador Amaral, sem revestimento (sr) e com revestimento (cr), durante armazenamento a $0^{\circ}\text{C}\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ e 95% UR.....	38
Figura 10	Evolução do pH em mandioca-salsa, cv. Amarela de Senador Amaral, sem revestimento (sr) e com revestimento (cr), durante armazenamento a $5^{\circ}\text{C}\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ e 95% UR.....	39
Figura 11	Evolução da Acidez em mandioca-salsa, cv. Amarela de Senador Amaral, sem revestimento (sr) e com revestimento (cr), durante armazenamento a $0^{\circ}\text{C}\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ e 95% UR	40
Figura 12	Evolução da Acidez em mandioca-salsa, cv. Amarela de Senador Amaral, sem revestimento (sr) e com revestimento (cr), durante armazenamento a $5^{\circ}\text{C}\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ e 95% UR	41

Figura 13	Evolução dos Açúcares em mandiocinha-salsa, cv. Amarela de Senador Amaral, sem revestimento (sr) e com revestimento (cr), durante armazenamento a $0^{\circ}\text{C}\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ e 95% UR	42
Figura 14	Evolução dos Açúcares em mandiocinha-salsa, cv. Amarela de Senador Amaral, sem revestimento (sr) e com revestimento (cr), durante armazenamento a $5^{\circ}\text{C}\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ e 95% UR	43
Figura 15	Evolução do Amido em mandiocinha-salsa, cv. Amarela de Senador Amaral, sem revestimento (sr) e com revestimento (cr), durante armazenamento a $0^{\circ}\text{C}\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ e 95% UR	44
Figura 16	Evolução do Amido em mandiocinha-salsa, cv. Amarela de Senador Amaral, sem revestimento (sr) e com revestimento (cr), durante armazenamento a $5^{\circ}\text{C}\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ e 95% UR	45
Figura 17	Evolução da atividade da Polifenoloxidase em mandiocinha-salsa, cv. Amarela de Senador Amaral, sem revestimento (sr) e com revestimento (cr), durante armazenamento a 0°C e $5^{\circ}\text{C}\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ e 95% UR	46
Figura 18	Evolução da atividade da Peroxidase em mandiocinha-salsa, cv. Amarela de Senador Amaral, sem revestimento (sr) e com revestimento (cr), durante armazenamento a 0°C e $5^{\circ}\text{C}\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ e 95% UR	47

RESUMO

PIFFER, Ellen K.R., M.S. Universidade Estadual de Maringá, fevereiro de 2009. **Qualidade de tubérculos de mandioquinha-salsa (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft) minimamente processada.** Professor Orientador: Dr. Edmar Clemente.

A mandioquinha-salsa é uma hortaliça originária dos Andes Colombianos, tendo sido introduzida no Brasil por volta de 1900. Cultivada principalmente na região sudeste brasileira, onde se adaptou às condições edafoclimáticas, semelhantes àquelas da região de origem. É conhecida comumente por mandioquinha, batatabaroa, batata-salsa e mandioca-salsa, entre outros. Sua adaptação às condições brasileiras deveu-se, em grande parte, às características de rusticidade, como a baixa exigência nutricional e reduzida ocorrência de pragas e de doenças. A *Arracacia xanthorrhiza* é uma hortaliça de alto valor nutritivo, fácil digestibilidade e, por isso, muito indicada para crianças, idosos, gestantes e convalescentes. Por ser rústica, reduz a necessidade de agroquímicos. A hortaliça é produzida na agricultura familiar e emprega grande número de trabalhadores. O presente trabalho tem como objetivo identificar ou melhorar métodos físicos e químicos já existentes para aumentar a vida de prateleira da *Arracacia xanthorrhiza*, sem alterar suas qualidades físicas e químicas. O experimento foi conduzido no delineamento inteiramente ao acaso, com os tratamentos dispostos no esquema fatorial $2 \times 7 \times 2$, com 5 repetições. A unidade experimental foi uma bandeja com 5 mandioquinhas-salsa. O fator temperatura foi com 2 níveis (0° e 5°C), o fator tempo com 7 níveis (0, 5, 10, 15, 20, 25 e 30 dias) e o fator revestimento com 2 níveis (com e sem). As análises de variância foram realizadas após atendidas as pressuposições básicas da ANOVA. A análise de regressão foi a técnica utilizada para se estabelecer a relação funcional entre as variáveis dependentes (teor de amido, açúcares totais e enzimas) e a variável independente (tempo). As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa SISVAR. As avaliações químicas realizadas foram: determinação dos

sólidos solúveis, pH, acidez total titulável, açúcares totais, amido. Foram realizadas avaliações da atividade enzimática da polifenoloxidase e da peroxidase. As mandioquinhas-salsa revestidas com quitosana, embaladas em bandeja de isopor envoltas por filme PVC, armazenadas a 0 e 5°C, mostraram-se com menores condições para comercialização do que as sem revestimento, não mantendo suas características naturais, sendo que os resultados obtidos mostraram inadequação de ambas para a comercialização. As mandioquinhas-salsa conservadas sem quitosana, embaladas em bandeja de isopor envoltas por filme PVC, armazenadas nas temperaturas de 0 e 5°C mantiveram suas características naturais, e com boas condições para a comercialização.

Palavras-chave: Mandioquinha-salsa, *Arracacia xanthorrhiza*, pós-colheita, armazenamento e conservação.

ABSTRACT

PIFFER, Ellen KR, MS State University of Maringa, February 2009. **Quality of arracacha roots tubers arracacha** (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft) **minimally processed**. Teacher Advisor: Dr. Edmar Clemente.

The arracacha root is a vegetable from the Colombian Andes, and was introduced in Brazil around 1900. It is mainly grown in Southeast Brazil, where got adapted to soil and climatic conditions similar to those in the region of origin. It is commonly known by arracacha root, potato-baró, potatoes and cassava-salsa, among others. Its adaptation to the Brazilian conditions was due, in large part, to the characteristics of rusticity, as the low nutritional requirements and reduced incidence of pests and diseases. A *Arracacia xanthorrhiza* is a vegetable of high nutritional value, easy digestibility and therefore very suitable for children, elderly, pregnant women and convalescent. Because of rusticity, it reduces the need for pesticides. The vegetable is used in family farming and employs large numbers of workers. This work aims to identify or improve physical and chemical methods to increase shelf life of *Arracacia xanthorrhiza*, without changing its physical and chemical qualities. The experiment was conducted in completely random design with the treatments in 2x7x2 factorial, with 5 repetitions. The experimental unit was a tray with 5- arracacha roots. The temperature factor has been with 2 levels (0° and 5° C), the time factor with 7 levels (0, 5, 10, 15, 20, 25 and 30 days) and the coating factor with 2 levels (with and without). The analysis of variance was performed after considering the basic assumptions of ANAVA. The regression analysis was a technique used to establish a functional relationship between the dependent variables (content of starch, sugar and enzymes) and independent variable (time). Statistical analysis was performed using the program SISVAR. The chemical evaluations were conducted as follows: determination of soluble solids, pH, total acidity, total sugar, starch. It was performed assessments of enzyme activity of polyphenoloxidase and peroxidase. The arracacha roost-coated with chitosan,

packaged in polystyrene trays wrapped in PVC film, stored at 0° and 5° C, were less able to trade than the uncoated, not keeping its natural characteristics, and the results, in general, were unsatisfactory during the work. The arracacha roots-preserved without chitosan, packaged in polystyrene trays wrapped in PVC film, stored at temperatures between 0° and 5° C, maintained their natural characteristics, and with good conditions for trade.

Keywords: Arracacha roots, *Arracacia xanthorrhiza*, post-harvest, storage and conservation.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, os consumidores estão mais preocupados quanto à escolha dos alimentos. Como as frutas e hortaliças são fundamentais na dieta alimentar, o consumo desse tipo de alimento tem sido incrementado. Em supermercados, quitandas e sacolões, é cada vez mais comum encontrar frutas e hortaliças já lavadas, higienizadas e embaladas, prontas para o consumo. São produtos minimamente processados, que aliam conveniência e praticidade, conquistando a preferência do consumidor (MELO, 2007).

Frutas e hortaliças minimamente processadas consistem em produtos submetidos a uma ou mais etapas de pré-processamento, como lavagem, descascamento, fatiamento, corte e branqueamento (químico, vapor); e em alguns casos a tratamentos químicos, tornando-os prontos para o consumo ou preparo, mas mantidos no estado fresco e metabolicamente ativos, com propósito de modificar a sua apresentação para consumo (MELO, 2007; MORETTI, 2007).

Esta técnica visa basicamente estender a vida útil dos alimentos, o que depende de uma série de fatores, como escolha da matéria-prima, cuidados de higiene e preparo final. Mas, ao contrário da maioria das técnicas de processamento de alimentos, que estabilizam a vida de prateleira dos produtos, o processamento mínimo pode aumentar sua perecibilidade. Em condições de temperatura ambiente, os produtos minimamente processados deterioram-se mais rapidamente, tendo em vista que os processos metabólicos e danos microbiológicos são mais acelerados (OLIVEIRA *et al.*, 2003),

O processamento mínimo de hortaliças é uma atividade em franca expansão em médios e grandes centros urbanos, com tendência de crescimento em outras regiões do território brasileiro. Dentre outros objetivos, o processamento mínimo pretende satisfazer a necessidade crescente de maior consumo de frutas e hortaliças por parte da população mundial, adaptando-se à tendência contemporânea de consumo de alimentos saudáveis e convenientes para uso em refeições domésticas e institucionais, em sociedades em que os

indivíduos têm cada vez menos tempo para se dedicarem ao preparo de refeições (MORETTI, 1999 e CHITARRA, 2001)

A embalagem é parte essencial do processamento e da distribuição dos alimentos e deve necessariamente proteger o produto contra fatores prejudiciais, como danos físicos, contaminação por microorganismos, insetos e roedores e, ainda, controlar a permeação de componentes do ambiente, como gases e vapor de água. Uma embalagem inadequadamente projetada afetará de forma determinante a vida de prateleira de um produto. O sucesso de uma embalagem está relacionado, também, à facilidade de uso e conveniência para o consumidor (MORETTI, 2007)

A atmosfera no interior da embalagem exerce grande influência na conservação de vegetais minimamente processados. A modificação dessa atmosfera objetiva a criação de uma composição gasosa na embalagem, que pode ser alcançada de forma passiva ou ativa (MORETTI, 2007).

A *Arracacia xanthorrhiza* apresenta vários problemas pós-colheita, principalmente sua alta perecibilidade e rápida deterioração. De uma maneira geral, considera-se que a vida de prateleira das raízes é de apenas 2-3 dias, quando mantidas sem refrigeração e sem embalagem (SOUZA *et al.*, 2003).

Por causa das principais perdas pós-colheita da *Arracacia xanthorrhiza*, que corresponde a aproximadamente 94% pela incidência de doenças, 3,5% pela desidratação excessiva e 2,5% por danos mecânicos (RIBEIRO *et al.*, 2007). Pelo baixo período de comercialização do produto viável, novos estudos se fazem necessários com relação a métodos que visem aumentar seu tempo de prateleira.

As injúrias mecânicas podem resultar em deformações plásticas, rupturas superficiais, chegando até à destruição dos tecidos vegetais. Além dos danos diretos, a incidência de ferimentos em frutas e hortaliças pode levar a um aumento de doenças de pós-colheita e alterações fisiológicas e químicas, como a respiração, síntese de etileno, cor, aroma, sabor, textura e outros (HONÓRIO e MORETTI, 2002).

O objetivo desta dissertação foi identificar ou melhorar métodos físicos e químicos já existentes, para aumentar a vida útil de prateleira da *Arracacia xanthorrhiza*, sem alterar suas qualidades físicas e químicas.

REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A CULTURA DA MANDIOQUINHA-SALSA

2.1.1 Aspectos Gerais

A mandioquinha-salsa é uma hortaliça originária dos Andes Colombianos, tendo sido introduzida no Brasil por volta de 1900. Tem sido cultivada principalmente na região sudeste brasileira, onde se adaptou às condições edafoclimáticas, semelhantes àsquelas da região de origem. É conhecida comumente por mandioquinha, batata-baroa, batata-salsa e mandioca-salsa, entre outros. Sua adaptação às condições brasileiras deveu-se, em grande parte, às características de rusticidade, como a baixa exigência nutricional e reduzida ocorrência de pragas e de doenças (BUENO e CARVALHO, 1999; COSTA, 2000; CÂMARA e SANTOS, 2002; FILGUEIRA, 2007).

A *Arracacia xanthorrhiza* é uma hortaliça de alto valor nutritivo (Tabela 1), fácil digestibilidade e, por isso, muito indicada para crianças, idosos, gestantes e convalescentes. Por ser rústica, reduz a necessidade de agroquímicos. A hortaliça é utilizada na agricultura familiar e emprega grande número de trabalhadores (PEREIRA, 1997; BUENO e CARVALHO, 1999; COSTA, 2000).

Tabela 1 – Composição nutricional da mandioquinha-salsa.

Composição Nutricional (em 100g) de Mandioquinha-salsa	
<i>Fibra %</i>	0,6
<i>Calorias</i>	125,5
<i>Água %</i>	76,70
<i>Vit A retinol µg</i>	20
<i>Vit B tiamina µg</i>	60
<i>Vit B2 riboflavina µg</i>	40
<i>Vit. B5 niacina µg</i>	3,400
<i>Vit C ácido ascórbico mg</i>	28,0
<i>Cobre</i>	0,59
<i>Manganês mg</i>	2,800
<i>Zinco mg</i>	1,800
<i>Potássio mg</i>	586,6
<i>Sódio mg</i>	61,50
<i>Cálcio mg</i>	45
<i>Ferro mg</i>	0,670
<i>Fósforo mg</i>	101

Fonte: Tabela de composição nutricional das hortaliças, 2009.

2.1.2 Aspectos Econômicos

A mandioquinha-salsa apresenta importância econômica elevada, com volume de comercialização em torno de 90.000 toneladas/ano, e valor ao redor de 50 milhões de dólares. Seu valor alimentício é alto, sendo rica em minerais, vitaminas e fibras, alto valor energético, e também muito apreciada pelo seu sabor e aroma característicos (CÂMARA e SANTOS, 2002).

A cultura da mandioquinha-salsa constitui-se ótima alternativa para pequenos e médios produtores, especialmente dentro dos conceitos de agricultura familiar, em razão da considerável demanda por mão-de-obra, principalmente nas fases de plantio e colheita. O preparo de mudas e o plantio, operações que exigem critério e capricho especiais, limitam o cultivo de grandes áreas, considerando que o estande varia de 32 a 48 mil plantas por hectare. Assume grande importância socioeconômica nas regiões onde seu cultivo é intenso. Atinge elevadas cotações e a oscilação de preços é relativamente pequena

durante o ano, quando comparada a outras olerícolas, minimizando o risco de insucesso (MADEIRA e SOUZA, 2007).

A mandioquinha-salsa possui mercado cativo e crescente, gozando da reputação de ser produto saudável, quase orgânico, condição que deve ser preservada e mais bem explorada. É crescente, ainda, a demanda de mandioquinha-salsa como matéria-prima para indústrias alimentícias na forma de sopas, cremes, pré-cozidos, alimentos infantis (“papinhas”), fritas fatiadas (“chips”) e “purês”. Com o processamento mínimo e a industrialização do produto, abre-se uma nova oportunidade - a exportação - complicada para o produto *in natura*, em razão da sua reduzida conservação pós-colheita (MADEIRA e SOUZA, 2007).

2.1.3 Manejo da Cultura

A cultura apresenta boa adaptabilidade em locais com clima semelhante à região de origem (Andes Colombianos). No Brasil, a mandioquinha-salsa é tradicionalmente cultivada no Sudeste e no Sul, em regiões com altitude superior a 800 m e temperatura média anual de 17°C, admitindo-se sucesso na produção em locais cuja temperatura esteja numa faixa entre 13 e 23°C (CÂMARA e SANTOS, 2002; FILGUEIRA, 2007; MADEIRA e SOUZA, 2007).

A precipitação pluviométrica adequada ao cultivo desta hortaliça está em torno de 1400 mm/ano, bem distribuídos, que também podem ser substituídos por irrigações de qualquer natureza. Tal recomendação baseia-se no fato de que a cultura se desenvolve ao longo 10-12 meses, necessitando de suprimento de água durante todo o ciclo. Normalmente, estas condições de temperatura e precipitação são encontradas em regiões localizadas a 600-1500 metros de altitude no Brasil, embora seja tradicionalmente cultivada a 1300-2500 metros na Colômbia e Venezuela. Nesses países ocorrem cultivos intercalares, sombreados por cafeeiros ou bananeiras. Apesar disto, recomenda-se seu plantio sem sombreamento, podendo ser intercalada com citrus, café e fruteiras arbóreas, em fase inicial de instalação (CÂMARA e SANTOS, 2002; FILGUEIRA, 2007).

Prefere solos de textura mediana, apresentando, no entanto, grande adaptabilidade a diversos tipos de solo, desde que se faça um bom manejo da água. Solos muito pesados ou mal preparados determinam a produção de raízes curtas, arredondadas, assemelhando-se a batatas. Não tolera encharcamento, devendo-se utilizar solos bem drenados. Plantios em épocas chuvosas ou solos mal drenados normalmente utilizam leiras mais altas, de modo a minimizar o acúmulo de água junto às plantas (FILGUEIRA, 2007; MADEIRA e SOUZA, 2007).

Nos estados produtores, encontram-se épocas de plantio de março a maio (MG, ES, DF, GO e SP), e de maio a novembro (SC, PR). Isto ocorre, primordialmente, devido ao maior consumo nos meses de inverno. Há que se considerar que os plantios nos meses de julho-agosto-setembro estão mais sujeitos a elevada percentagem de florescimento, induzido pela baixa temperatura a que foi submetida a planta-mãe, nos meses anteriores (CÂMARA e SANTOS, 2002).

2.1.4 Qualidade Pós-colheita

Com relação à pós-colheita, o ideal seria não lavar as raízes (a não ser no momento do preparo para utilização), e apenas passar uma escova macia para retirar terra ou outras sujidades que, eventualmente existam (CÂMARA e SANTOS, 2002).

A qualidade e a segurança de produtos frescos dependem de sua flora microbológica inicial, pois cada etapa percorrida entre o produtor e o consumidor final a influenciará (MAISTRO, 2001).

O consumo de frutas e hortaliças minimamente processados cresceu muito nos supermercados do Primeiro Mundo e também no Brasil. O consumidor ganha em qualidade, sabor e tempo, adequando-se melhor ao estilo de vida atual. Esses produtos são muito fáceis de usar e não geram lixo, podendo mesmo ter sabor e aroma superiores. Em restaurantes e bares, os produtos minimamente

processados também podem significar ganho de produtividade, padronização das porções e garantia de sabor (GAYET *et al.*, 2002).

2.2 CARACTERÍSTICAS DA HORTALIÇA

No Brasil, observam-se no campo que a mandioquinha-salsa se restringe a poucas cultivares, com características semelhantes, apesar de diferentes denominações, Amarela de Carandaí ou Amarelo Comum. A grande uniformidade genética é, provavelmente, decorrente do reduzido número de clones introduzidos no país e do fato de a propagação ser vegetativa. Essa uniformidade genética traz riscos com relação a pragas e doenças e limita a expansão do cultivo a regiões que apresentem condições climáticas diferentes das tradicionais (CÂMARA e SANTOS, 2002).

As diferenças, eventualmente observadas, quanto à coloração e ao formato das raízes, certamente são resultantes de condições climáticas ou pedológicas dos locais de cultivo. Com intuito de oferecer maior diversidade genética, adaptada às diferentes regiões brasileiras, a Universidade Federal de Viçosa iniciou um trabalho de melhoramento em 1983, e vários clones lá obtidos estão sendo submetidos a avaliações em diversos locais. Em 1999, a Embrapa Hortaliças lançou a cultivar Amarela de Senador Amaral, com diversas características superiores à Amarela Comum, como menor ciclo (de 6 a 8 meses), maior produtividade, melhor conservação pós-colheita, maior uniformidade de raízes, resistência a nematóides e à seca prolongada, e teor mais elevado de massa seca (CÂMARA e SANTOS, 2002).

A variedade Amarela de Senador Amaral é uma cultivar de mandioquinha-salsa desenvolvida através de seleção de clones originários de sementes botânicas coletadas no sul de Minas Gerais, oriundas do material tradicionalmente cultivado. A Amarela de Senador Amaral vem sendo avaliada e caracterizada desde 1993 pela Embrapa-Hortaliças, por produtores rurais e

instituições de pesquisa e extensão rural de diversos estados brasileiros (SANTOS, 1998).

Dentre as vantagens observadas em relação ao material tradicionalmente cultivado no país, destacam-se a alta produtividade de raízes comerciais (superior a 25 t/ha), com qualidade superior; a coloração de polpa amarela intensa; a precocidade de colheita e arquitetura de planta ereta, mantendo-se as características peculiares do material tradicionalmente cultivado, como o aroma típico e o sabor adocicado.

Tabela 2 – Características da variedade Amarela de Senador Amaral

Características da variedade	
Cor da raiz	Amarela intensa
Arquitetura da planta	Ereta
Comprimento médio de raízes	15 a 20 cm
Reentrâncias ao longo do comprimento das raízes	Poucas
Formato de raízes	Retilíneo com ponta oblonga
Número médio de raízes comerciais/planta	5 a 7
Produtividade média	Superior a 25 t/ha
Início da colheita	A partir de 8 meses
Processamento como fritas (chip's)	Não adequado
Áreas recomendadas para cultivo	MG; PR; SC; RJ; SP e ES, áreas tradicionais
Cor da folha	Verde escura
Cor da nervura	Verde
Cor da inserção do fóliolo	Verde
Cilindro central (xilema)	Amarelo, pouco saliente
Altura de planta	Mediano
Cerosidade do pecíolo	Presente
Cor da base do pecíolo	Violeta avermelhada
Cor do pecíolo	Violeta Marrom (até quase à inserção da folha)

Fonte: Santos (1998).

2.2.1 Amido

O amido é a principal substância de reserva nas plantas superiores e fornece de 70 a 80% das calorias consumidas pelo homem. Depois dos açúcares mais simples (sacarose, glicose, frutose, maltose), é o principal carboidrato que os vegetais superiores sintetizam a partir da fotossíntese. O amido é um polissacarídeo (carboidrato) constituído por mais de dez unidades não hidrolisáveis. Entre as matérias-primas para sua extração destacam-se as raízes e tubérculos, como a mandioca e a batata, e os cereais, como o milho, o trigo e o arroz (FRANCO *et al.*, 2002; VILAS BOAS, 2002).

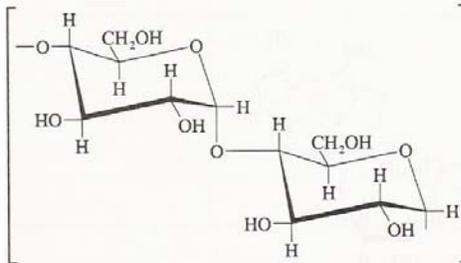
Segundo Franco *et al.* (2002), o armazenamento do amido pode ser em depósitos transitórios ou permanentes. O transitório ocorre nas folhas onde ele é acumulado durante o dia, e é parcialmente desdobrado e transportado em forma de açúcares mais simples a outras partes da planta durante a noite. Os depósitos permanentes ocorrem nos órgãos de reserva, como é o caso de grãos de cereais, como milho, trigo, arroz, centeio, cevada e de tubérculos ou raízes de batata, batata-doce, mandioca e outros. Podem também ocorrer no caule e nas células imaturas próximas da zona de crescimento.

O amido é formado principalmente por dois polímeros, a amilose e amilopectina, distribuídos em diferentes proporções no grânulo. A funcionalidade do amido, assim como sua organização física na estrutura granular, é em grande parte atribuída à proporção destes dois polímeros (BILIADERES, 1991 *apud* DAIUTO, 2002).

O amido é organizado em pequenos grânulos de estrutura característica, que são formados inicialmente no citoplasma, mas que normalmente ocupam a maior parte do volume celular. Constitui-se 80% da absorção calórica da humanidade, sendo encontrado em cereais como milho e arroz; leguminosas, como feijão e ervilha; raízes, como mandioca e batata doce; tubérculos, como batata inglesa; frutos imaturos, como a banana e maçã. Além de ser a mais importante de suas características texturais, frutos como banana e maçã tendem a amaciar e aumentar sua doçura, em função da conversão de amido em açúcares, durante o amadurecimento (VILAS BOAS, 2002).

De acordo com Franco (2002), o amido é o produto final do processo fotossintético e reserva de carbono das plantas. Sua formação ocorre devido à atividade combinatória de algumas enzimas, tanto nas organelas fotossinteticamente ativas, onde o amido é reserva temporária, quanto nos amiloplastos de órgãos de reserva. O amido, incluído entre os alimentos energéticos, pode ser considerado um carboidrato de estrutura complexa, formado de monossacarídeos (glicose) ligados entre si e representado pela fórmula geral $(C_6H_{10}O_5)_n + xH_2O$.

A biossíntese do amido ocorre no interior dos cloroplastos e amiloplastos onde estão localizadas enzimas que catalisam a síntese de polímeros, utilizando como material básico a glicose produzida na fotossíntese (GALLIARD e BOWLER, 1987 *apud* FRANCO, 2002).



Fonte: Reger *et al.*, 2005.

Figura 1 – Esquema ilustrativo de uma pequena fração do amido, polímero derivado da α -glucose.

Um dos problemas para comparação de resultados da literatura é a determinação do amido por diferença, não diretamente e em geral expresso como carboidratos totais. Outro problema é a diversidade das metodologias, o que dificulta a comparação dos dados (CEREDA *et al.*, 2000).

2.2.2 Açúcares

A maior mudança quantitativa, associada ao amadurecimento, é usualmente a degradação de polissacarídeos, como a conversão de amido em açúcares, que determina o duplo efeito de alterar o sabor e a textura do produto. Quando a concentração de açúcares redutores é alta, existe uma incidência muito maior de reações indesejáveis de escurecimento, durante o processamento. O manuseio e condições de armazenamento antes do processamento podem alterar significativamente o nível de açúcares redutores livres no produto, levando a um produto processado de menor qualidade (VILAS BOAS, 2002).

O armazenamento de algumas hortaliças, como batata, batata doce, ervilha e milho doce, a baixas temperaturas, altera o balanço amido-açúcares no produto. A qualquer temperatura, amido e açúcar estão em equilíbrio dinâmico, e algum açúcar é degradado a dióxido de carbono durante a respiração:



À temperatura ambiente, o balanço amido-açúcar em batata e batata doce é fortemente dirigido para a acumulação de amido. Quando estas hortaliças são armazenadas abaixo de uma temperatura crítica, a taxa de respiração e a conversão de açúcar a amido decresce, e o açúcar se acumula nos tecidos. A temperatura crítica, na qual a acumulação de açúcar começa, depende do produto (cerca de 10°C para batata e 15°C para batata doce). A acumulação de açúcar é indesejável em muitas hortaliças amiláceas. Batata com um alto teor de açúcar tem uma textura pobre e um sabor doce quando fervida e, quando frita, excessivo escurecimento se desenvolve devido à caramelização e reações entre aminoácidos e açúcares (reação de Maillard). A acumulação de açúcar em batata armazenada a baixas temperaturas pode ser largamente revertida pela elevação da temperatura de armazenamento para 10°C ou mais. Embora seja, geralmente, aceito que o nível de açúcar retorne a aproximadamente ao normal durante uma semana a 15-20°C, a experiência tem mostrado que o decréscimo na redução do nível de açúcar pode ocorrer numa taxa mais lenta (VILAS BOAS, 2002).

O amido representa uma grande fonte de carboidratos na alimentação humana, e é utilizado em todos os países e seu consumo aumenta com o grau de desenvolvimento (FRANCO *et al.*, 2002), sendo a mandioquinha-salsa boa fonte destes nutrientes (carboidratos-polissacarídeos).

2.2.3 Enzimas Polifenoloxidase e Peroxidase

A avaliação da atividade de algumas enzimas pode ser uma maneira confiável para o monitoramento da vida de prateleira e da qualidade dos hortícolas. As enzimas como a polifenoloxidase e a peroxidase são sensíveis e podem ser determinadas por ensaios simples.

Podem servir como indicadores do grau de frescor durante o armazenamento ou no acompanhamento do processo de branqueamento de hortaliças antes do congelamento. Para o controle da vida de prateleira, pode-se avaliar a combinação de algumas enzimas, monitorando sua atividade relativa, pelo fato de ser inviável a obtenção de valores padrões de referência para uma única enzima em cada produto hortícola (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

As enzimas usualmente apresentam elevada especificidade por seus substratos e as reações ocorrem dentro de curto espaço de tempo, o que torna os métodos enzimáticos práticos e com menor margem de erro que os métodos químicos. As determinações são, em geral, realizadas por espectrofotometria. As limitações, em alguns casos, baseiam-se no custo elevado para uso em análises de rotina, pela sua instabilidade e dificuldade na purificação, bem como por serem métodos destrutivos e lentos (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

As polifenoloxidases atuam sobre compostos fenólicos, causando a sua oxidação a quinonas, na presença de O_2 , com escurecimento dos tecidos devido à polimerização delas ou à sua reação com aminoácidos e proteínas. Usualmente, o escurecimento ocorre devido a ferimentos no produto durante as operações de colheita, armazenamento ou processamento (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

As peroxidases (doador: hidrogênio peróxido oxidoredutase) catalisam reações redox em vegetais, usando tanto o peróxido de hidrogênio como o oxigênio como aceptores de hidrogênio. O mecanismo de ação das peroxidases é baseado nas formações de complexos enzima/doador de hidrogênio. É encontrada no citoplasma (forma solúvel), na parede celular (forma insolúvel), membranas e organelas das células vegetais. Atuam na catálise de reações oxidativas, peroxidativas e de hidroxilação. Oxidam diferentes doadores de

hidrogênio, tais como: fenólicos, aminas, leucobases e compostos heterocíclicos (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

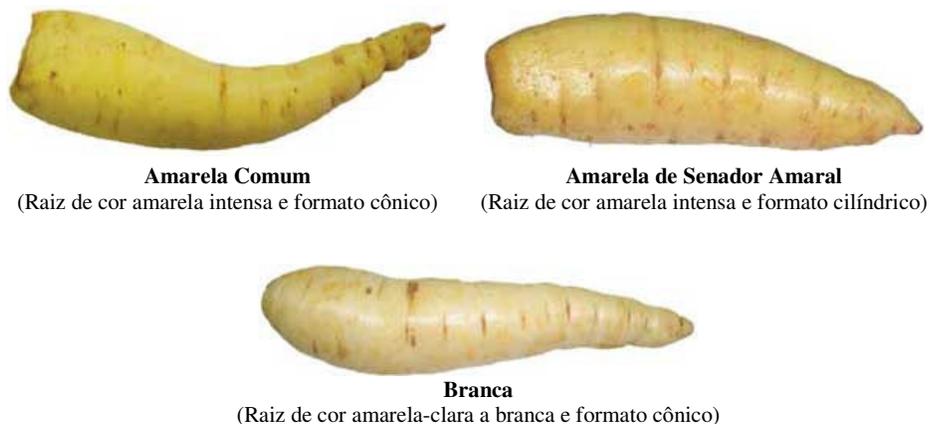
2.3 CLASSIFICAÇÃO DA MANDIOQUINHA-SALSA

A adoção da norma de classificação da mandioquinha-salsa garante um produto homogêneo, caracterizado de maneira mensurável e com a identificação de seu responsável. Só assim o melhor produto será premiado, haverá transparência nas relações comerciais e cada tipo de produto poderá ser destinado ao seu melhor nicho de mercado, beneficiando toda a cadeia de produção (CLASSIFICAÇÃO DA MANDIOQUINHA-SALSA, 2004).

Para a classificação são utilizadas as características da cultivar, como atributos da cor, forma, diâmetro e tamanho, que a identificam.

2.3.1 Grupo

A Figura 1 mostra que a classificação da mandioquinha-salsa em grupo é realizada conforme as características morfológicas da raiz.



Fonte: Classificação da mandioquinha-salsa, 2007.

Figura 2 – Classificação da mandioquinha-salsa em grupo.

2.3.2 Classe

A Tabela 1 mostra que a classificação da mandioquinha-salsa em classe é realizada conforme o comprimento das raízes.

Tabela 3 - Classes de comprimentos da mandioquinha-salsa.

Classe	Comprimento (mm)
6	maior ou igual a 60 e menor que 90
9	maior ou igual a 90 e menor que 120
12	maior ou igual a 120 e menor que 180
18	maior ou igual a 180

Fonte: Classificação da mandioquinha-salsa, 2004 e 2007.

Tolerâncias:

(1) Tolera-se uma mistura de raízes pertencentes a classes diferentes da especificada no rótulo, desde que o total fora do especificado não ultrapasse a 10% (dez por cento) do número total de raízes amostradas.

(2) A diferença entre o diâmetro da maior raiz e da menor amostrada de um lote não poderá ser maior do que 10 mm. O diâmetro médio deve ser indicado na rotulagem.

2.3.3 Subclasse

A subclasse é uma classificação opcional. De acordo com o diâmetro da raiz, a mandioquinha-salsa será classificada em 4 subclasses, conforme a Tabela 2.

Tabela 4 - Subclasses de diâmetros da mandioquinha-salsa.

Calibre	Diâmetro (mm)
2	maior e/ou igual a 20 e menor que 30
3	maior e/ou igual a 30 e menor que 40
4	maior e/ou igual a 40 e menor que 50
5	maior que 50

Fonte: Classificação da mandioquinha-salsa, 2004.

Obs.: A diferença entre o diâmetro da maior e da menor raiz amostradas de um lote não poderá ser maior do que 10 mm. O diâmetro médio deve ser indicado na rotulagem.

2.3.4 Categoria

Na Tabela 3 são apresentados os limites de defeitos permitidos por categoria, expresso em percentuais (%).

Tabela 5 - Limites de defeitos permitidos por categorias, expressos em percentuais.

Defeitos Graves	Extra	Categoria I	Categoria II	Categoria III
Podridão	0%	2%	5%	10%
Outros Graves	0%	5%	10%	20%
Total de Graves	0%	5%	10%	20%
Total de Leves	5%	15%	30%	100%
Total de Defeitos	5%	15%	30%	100%

Fonte: Classificação da mandioquinha-salsa, 2004 e 2007.

2.3.4.1 Defeitos leves

Danos e defeitos superficiais que não inviabilizam o consumo e/ou a comercialização, mas prejudicam a aparência e a qualidade do produto, de acordo com a Figura 3.



Fonte: Classificação da mandiocinha-salsa, 2007.

Figura 3 – Danos e defeitos superficiais da mandiocinha-salsa, conforme defeitos leves.

2.3.4.2 Defeitos graves

Conforme Figura 4, defeitos graves são aqueles que inviabilizam o consumo ou a comercialização do produto.



Figura 4 – Classificação da mandiocinha-salsa, conforme defeitos graves.

Dano Mecânico: dano provocado por ação mecânica. É considerado grave quando ultrapassa a profundidade de 3 mm ou 10% da superfície da raiz, de acordo com a Tabela 4. Quando os números forem inferiores, o defeito será considerado leve.

Tabela 6 – Limites de área (cm²) para enquadramento de dano mecânico como defeito grave.

Classe	Área Afetada (cm ²)
6	5,0
9	7,0
12	12,0
18	27,0

Fonte: Classificação da mandiocinha-salsa, 2004 e 2007.

2.4 CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA

2.4.1 Temperatura de Armazenamento e Atmosfera Modificada

Embora seja um grande produtor de frutas e hortaliças, o Brasil perde parte significativa da sua produção. Assim, caso algo não seja feito para reduzir essas perdas, aumentos da produção desses alimentos terão menores impactos a cada dia. Em geral, no Brasil não se utilizam tecnologias apropriadas para a colheita e a pós-colheita de produtos perecíveis, exceto em alguns casos raros, geralmente voltados para a economia de exportação. Esse descaso, associado ao mau gerenciamento, contribui para a obtenção de um produto de baixa qualidade e limita a sua competitividade no exterior. O mercado brasileiro apresenta disponibilidade de equipamento, tecnologia e mão-de-obra especializada para o estabelecimento da cadeia do frio (CORTEZ *et al.*, 2002).

O Brasil é o 12º produtor mundial de hortaliças, segundo a classificação da FAO, com 11,1 milhões de toneladas produzidas no ano de 1998. O cultivo de hortaliças ocupa uma área de aproximadamente 740 mil hectares, gerando para o agronegócio um valor superior a nove bilhões de dólares anuais. Estes números consideram apenas 27 das mais de 50 espécies produzidas no país (incluindo a mandioquinha-salsa) (GAYET *et al.*, 2002).

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

O efeito desejável da baixa temperatura é a redução da respiração, o retardamento da maturação e o abaixamento da taxa da incidência de doenças pós-colheita (SIGRIST *et al.* 2002).

A refrigeração é a primeira etapa a ser adotada na conservação de produtos vegetais perecíveis. O abaixamento da temperatura diminui, substancialmente, o metabolismo do produto, bem como inibe e/ou reduz a ação de microorganismos fitopatogênicos (VILAS BOAS, 2002).

Armazenamento em atmosfera modificada: refere-se ao armazenamento de frutas e hortaliças, cujas concentrações de oxigênio (O₂), gás carbônico (CO₂) e nitrogênio (N₂) sejam diferentes daquelas encontradas na composição normal do ar ambiente (21% de O₂, 0,03% de CO₂ e 78% de N₂). Este armazenamento também é definido como o armazenamento em atmosfera com baixo teor de O₂ e alto teor de CO₂, em que as concentrações destes gases se estabelecem em função da atividade metabólica das frutas e hortaliças (SINGRIST *et al.*, 2002).

O termo atmosfera modificada refere-se ao acondicionamento em que a atmosfera ao redor do produto gradualmente se altera com o decorrer da estocagem, devido à interação do gás com o produto e com a embalagem. Em alguns sistemas, a atmosfera é modificada inicialmente e, com a estocagem, continuamente se altera, devido ao metabolismo do produto e à permeabilidade da embalagem. Em outros sistemas, a relação entre a taxa de respiração do produto e a taxa de permeabilidade a gases da embalagem modifica passivamente a atmosfera ao redor do produto, até que atinja um estado de equilíbrio. Em termos estritos, atmosfera modificada inclui tecnologias como embalagem a vácuo e recobrimento de frutas e hortaliças com ceras ou outros revestimentos que, de alguma maneira, irão mudar ou controlar a micro ou macro atmosfera ao redor do produto (VIGNEAULT *et al.*, 2002).

Os produtos vegetais mantêm seu estado vivo, mesmo após serem destacados da planta mãe. No caso de produtos vegetais comercializados frescos, este estado vivo deve ser mantido para que se preserve sua qualidade. A vida do vegetal é suportada pelo seu processo respiratório, que se resume na seguinte equação:



Quanto mais ativo o processo respiratório, menor a vida de prateleira do vegetal. Assim sendo, concebe-se que a diminuição da taxa respiratória de vegetais promova a extensão de sua vida pós-colheita. Tal diminuição pode ser obtida através da redução dos níveis de O₂ ou o incremento dos níveis de CO₂, ao redor do produto vegetal. A manipulação da concentração de gases na atmosfera à qual esteja submetido o produto vegetal é uma das maneiras mais eficazes na redução de sua atividade respiratória e aumento de sua vida pós-colheita. O envolvimento de frutas e hortaliças em simples embalagens plásticas, ou em sofisticados filmes poliméricos é uma maneira simples de se manipular a atmosfera ao seu redor (VILAS BOAS, 2002).

2.4.2 Filmes e Revestimentos Comestíveis

Nos últimos anos, tem havido um interesse crescente pelo desenvolvimento de formulações de filmes e coberturas comestíveis aplicáveis à superfície de produtos perecíveis, como frutas e hortaliças. Esse fato advém da demanda crescente dos consumidores por produtos com elevada qualidade e vida útil prolongada. Também tem sido considerada a redução do uso de embalagens descartáveis que não são biodegradáveis e a melhoria no sistema das embalagens recicláveis (TANADA-PALMU *et al.*, 2002; CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Os revestimentos ou coberturas não substituem as embalagens sintéticas não comestíveis, mas podem atuar como coadjuvantes, reduzindo o uso das embalagens descartáveis. Os materiais utilizados nas formulações podem ser comestíveis ou não, e são usados como filmes, os quais são pré-formados e aplicados sobre o produto ou são usados como cobertura, aplicados diretamente sobre o produto, formando uma camada fina superficial sobre ele (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Os filmes comestíveis são finas camadas de material comestível que revestem os alimentos, isolando-os, com o intuito de protegê-los, melhorando sua conservação. Os filmes mais comumente utilizados são os de polissacarídeos, proteínas e lipídios. Dentre as diversas funções desempenhadas por essas finas

camadas, destacam-se a diminuição do transporte de gases e de umidade entre os alimentos e o meio, além de melhorarem a aparência dos produtos e, conseqüentemente, sua aceitação por parte dos consumidores (OLIVEIRA *et al.*, 2007). A utilização de películas comestíveis tem sido bastante explorada para revestimento de frutas e hortaliças frescas, visando minimizar a perda de umidade e reduzir as taxas de respiração, além de conferir aparência brilhante e atraente (AZEREDO, 2003).

Os filmes e revestimentos comestíveis, produzidos a partir de biopolímeros, apresentam numerosas vantagens, dentre elas a de serem biodegradáveis e possuírem boa propriedade de barreira mecânica, contribuindo para melhorar a aparência dos alimentos e proteger suas propriedades durante a estocagem e manipulação (VILLADIEGO *et al.*, 2005).

2.4.2.1 Quitosana

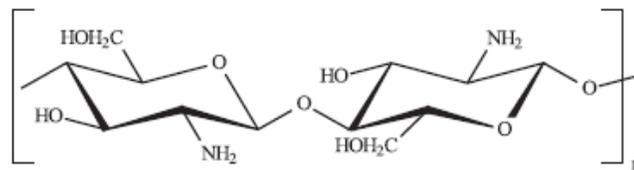
A quitosana, denominação usual para o polímero constituído pela ligação β -(1 > 4) de 2-deoxi-2-amino-D-glucose, é obtida a partir da desacetilação parcial ou total da quitina, segundo polímero natural mais abundante na superfície da terra, depois da celulose. As principais fontes são as carapaças de crustáceos (por exemplo, lagostas), sendo também encontrada em insetos, moluscos e na parede celular de fungos. Apresenta excelente biocompatibilidade/biodegradabilidade, não é tóxica e absorve água (CHIANDOTTI, 2005).

Pesquisas têm sido realizadas utilizando-se a quitosana, que é biopolímero policatiônico produzido industrialmente, utilizada juntamente com seus derivados para inibir o crescimento de grande número de fungos, que produz filmes claros, consistentes e flexíveis, com boas propriedades de barreira ao oxigênio (KROCHTA *et al.*, 1997 *apud* VILLADIEGO, 2004; NO *et al.*, 2007).

Os mecanismos da atividade antimicrobiana da quitosana ainda não foram elucidados inteiramente. Uma das hipóteses é que a interação de produtos

difundidos da hidrólise com DNA microbiano conduz à inibição do mRNA e da síntese protéica (NO *et al.*, 2007). Uma hipótese mais plausível é uma mudança na permeabilidade celular pelas interações entre as moléculas de quitosana positivamente carregadas e as membranas celulares microbianas negativamente carregadas, conduzindo ao escape de constituintes protéicos e outros intracelulares (DEVLIEGHERE *et al.*, 2004 *apud* CAMPOS, 2008).

As propriedades antimicrobianas de quitosanas foram relatadas extensivamente na literatura, baseadas principalmente nas experimentações “*in vitro*”. A maioria dos alimentos é uma mistura de compostos diferentes (carboidratos, proteínas, gorduras, minerais, vitaminas, sais e outros) e muitos deles podem interagir com a quitosana e conduzir à perda ou ao realce da atividade antibacteriana (CAMPOS, 2008). Estudos recentes verificaram separadamente a influência do amido, proteína do soro, óleo de girassol e NaCl no efeito antimicrobiano da quitosana, por meio da inoculação com *Candida lambica* ($2 \log \text{CFU mL}^{-1}$) a 7°C . Os resultados mostraram que o amido, a proteína e o NaCl tiveram efeito negativo na atividade antimicrobiana da quitosana e o óleo não teve nenhuma influência (DEVLIEGHERE *et al.*, 2004 *apud* CAMPOS, 2008).



Fonte: Assis *et al.*, 2003.

Figura 5 – Representação esquemática da estrutura primária da quitosana.

2.4.3 Etapas do Processamento Mínimo

Abaixo serão comentadas as etapas do processamento mínimo em geral.

Colheita: quando realizada no tempo apropriado, torna os produtos menos suscetíveis ao ataque de microrganismos. Os utensílios devem ter “design” que facilite a limpeza, para reduzir os riscos de contaminação da matéria-prima. O produto colhido deve ser colocado em local limpo, arejado e com baixa temperatura, sem contato direto com o solo.

Processamento no campo e transporte: o processamento no campo corresponde, principalmente, às operações de inspeção e seleção inicial da matéria-prima para obtenção de elevado padrão de qualidade, descartando-se as partes do vegetal que não serão utilizadas no processamento. De um modo geral, corresponde às seguintes operações:

- a) inspeção (pelo tamanho, defeitos, maturação e contaminação);
- b) seleção para retirada dos produtos defeituosos ou contaminados e das partes não utilizáveis do produto (toalete);
- c) pré-resfriamento, para retirar o calor de campo.

O transporte do campo para o local de processamento deve ser realizado o mais rapidamente possível, em horários com temperatura amena, com o uso de veículos limpos. Em resumo, os principais cuidados no transporte da matéria-prima para o galpão do processamento são os seguintes:

- a) utilizar contentores, para evitar danos ao produto (caixas ou caixotes plásticos);
- b) realizá-lo de forma rápida e em horários com temperatura amena;
- c) utilizar veículos limpos e cobertos ou refrigerados (para longas distâncias).

Limpeza, lavagem e sanificação da matéria-prima: o termo “higienização” corresponde à eliminação de agentes causadores de doenças, através do uso de práticas adequadas de limpeza (remoção de sujidades, lavagem) e por desinfecção, que reduz os microrganismos a um nível aceitável de segurança (sanificação) (CHITARRA, 2001).

A limpeza corresponde à remoção de materiais estranhos, não só da matéria-prima, como também dos equipamentos e contentores (galhos, hastes, ramos, talos, solo e outros).

A sanificação com água clorada é uma das etapas mais importantes no processamento mínimo, por reduzir a carga microbiana presente na superfície do produto, sendo o tratamento por imersão em cuba, ou tanque contendo água clorada, um meio efetivo para a eliminação da maioria dos microrganismos (CHITARRA, 2001).

Descascamento: o descascamento pode ser realizado manualmente ou mecanicamente, com auxílio de “peelers”. Pode ainda ser realizado por lixívia (uso de soluções alcalinas de NaOH ou KOH), vapor sob alta pressão ou água em ebulição. A lixívia é usualmente utilizada para pêssegos, pêras, tomates e requer alto suprimento de água, hidróxido de sódio (NaOH) e fonte de calor. Raízes, tubérculos e bulbos (batata, cenoura, beterraba, cebola) são usualmente descascados mecanicamente por abrasão (CHITARRA, 2001).

Uso de filmes e coberturas comestíveis: podem atuar como barreira, retardando a perda do “flavor” e de vapor d’água, ao mesmo tempo em que restringem as trocas de O₂ e CO₂ entre o produto e o meio ambiente. Polissacarídeos são utilizados para coberturas comestíveis, sendo geralmente boas barreiras à difusão de gases e aderem com facilidade às superfícies cortadas de frutas e hortaliças. Porém, sua natureza hidrofílica os torna pouco eficientes como barreira à umidade. Os mais utilizados são: celulose, pectina, amido, alginatos, quitosanas e gomas (CHITARRA, 2001).

Embalagem: o uso de embalagens poliméricas com características de permeabilidade a gases, cuidadosamente selecionadas, é uma das formas mais eficazes para se obter vida de prateleira adequada aos produtos minimamente processados. Pode ser realizado em sacos plásticos, em bandejas com cobertura plástica ou outros recipientes de plástico transparente (CHITARRA, 2001).

A combinação de embalagem com modificação da atmosfera com o uso de baixa temperatura pode prolongar a vida de prateleira de frutas e hortaliças minimamente processadas, por reduzir a transpiração, a taxa de respiração, a biossíntese e a ação do etileno, o escurecimento da superfície cortada e o crescimento microbiano (CHITARRA, 2001).

MATERIAL E MÉTODOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DE MANDIOQUINHA-SALSA

A hortaliça foi produzida no município de Guarapuava, Estado do Paraná, em sistema convencional. Guarapuava está localizada a 25°23'36" latitude sul e 51°27'19" longitude oeste, altitude de 1098m, região denominada centro-sul do estado do Paraná, no terceiro planalto, também chamado de Planalto de Guarapuava. Segundo a classificação de Köppen, a região apresenta clima subtropical úmido mesotérmico (Cfb), verões frescos (temperatura média inferior a 22°C), invernos com ocorrências de geadas severas e frequentes (temperatura média superior a 3°C e inferior a 18°C), não apresentando estação seca. O clima Cfb, mesotérmico sempre úmido, garante chuvas constantes e bem distribuídas ao longo do ano, somando quase 2000mm anuais.

Guarapuava possui solos provenientes de rochas basálticas com os seguintes tipos: Latossolo Bruno, Terra Bruna estruturada, solos hidromórficos, Cambissolos e Litólicos (THOMAZ, 2000).

3.2 INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO

O trabalho foi realizado na Universidade Estadual de Maringá – Campus Regional de Umuarama, no Laboratório de Alimentos. O experimento foi preparado no dia 16 de junho de 2008, após a colheita, sendo as hortaliças, após seu cultivo de 10 (dez) meses, selecionadas quanto ao tamanho, formato e sanidade, para aplicação do revestimento.

A colheita dos tubérculos foi iniciada às 7 h, sendo os mesmos acondicionados em caixa de isopor, sem exposição ao sol e transportada para o Laboratório de Tecnologia de Alimentos da UEM em Umuarama-Pr. Foram

utilizados 700 tubérculos de mandioca-salsa (*Arracacia xanthorrhiza*) da variedade Amarela de Senador Amaral.

Após a sanitização, os tubérculos foram separados em dois grupos, um grupo controle e outro grupo com revestimento (quitosana 1,5%). Posteriormente foram acondicionados em bandejas de isopor (poliestireno) (18x11x2,3) envoltas por filme PVC (policloreto de vinila) com espessura de 9 µm.

As bandejas foram identificadas com caneta marcadora, com o tipo de tratamento (mandioca-salsa sem revestimento - sr, mandioca-salsa com revestimento - cr) e armazenadas nas temperaturas 0°C e 5°C.

3.3 TRATAMENTO APLICADO

3.3.1 Preparação do Revestimento

No grupo controle os tubérculos não receberam revestimento algum, sendo lavados em água corrente, descascados manualmente, sanitizados com cloro a 2,5%, secos em temperatura ambiente por 1 hora, embalados e armazenados nas temperaturas de 0 e 5°C.

3.3.2 Fluxograma da Montagem do Experimento

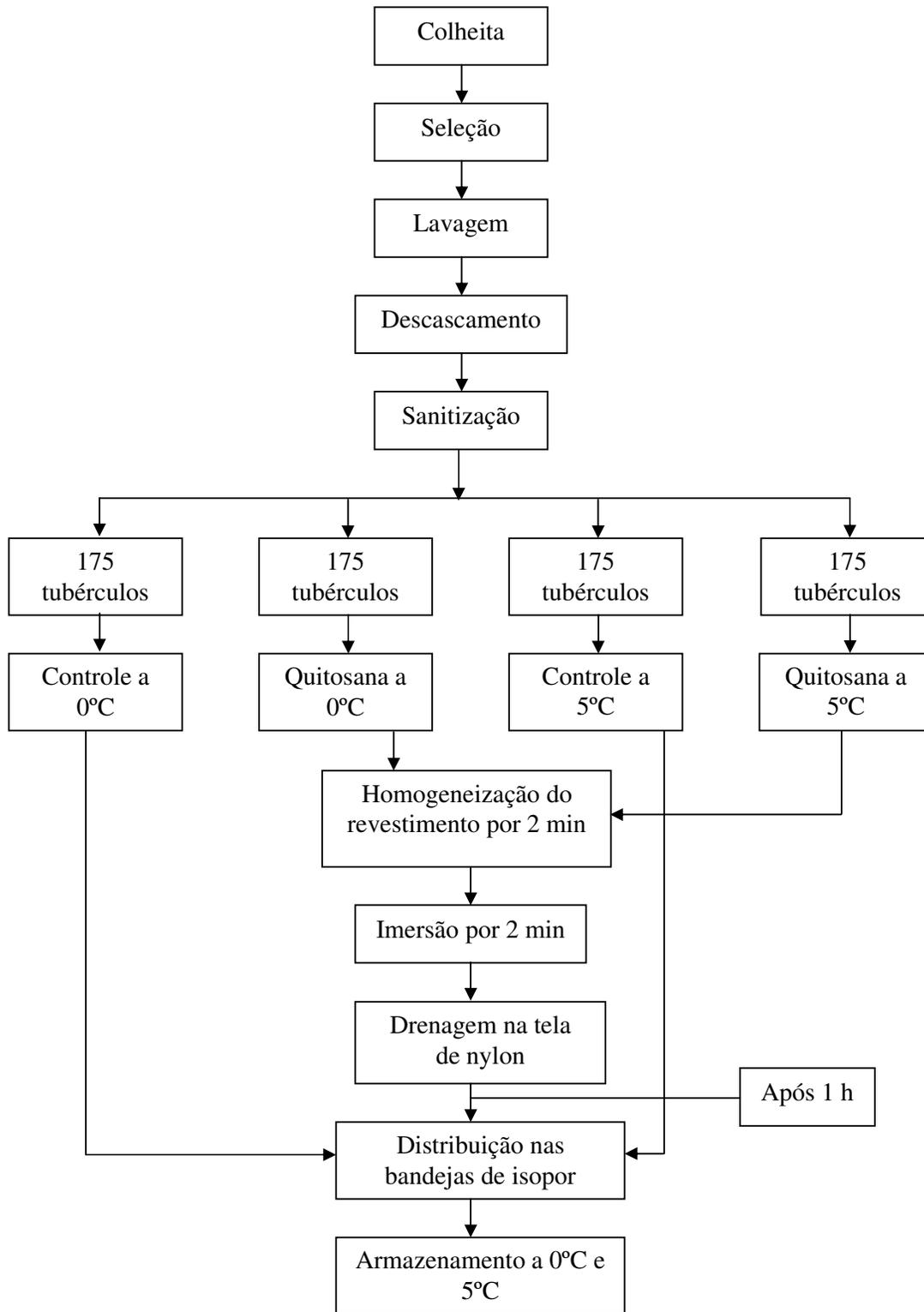


Figura 6 – Etapas para obtenção dos tubérculos revestidos.

No grupo em que se utilizou a quitosana, os tubérculos foram lavados em água corrente, descascados manualmente, sanitizados em cloro a 2,5%, revestidos com quitosana a 1,5%, secos em temperatura ambiente por 1 hora, embalados e armazenados nas duas temperaturas já citadas (Figura 6).

A cobertura com quitosana, na concentração de 1,5%, foi obtida pela mistura de 15g de quitosana e 1 L de solução 0,6% de ácido cítrico. A solução foi homogeneizada em liquidificador por dois minutos. A quitosana utilizada foi obtida da empresa Polymar, com grau de desacetilação de 98,18%.

Foram utilizados 175 tubérculos para controle e também para o revestimento com quitosana, objetivando o armazenamento nas temperaturas 0°C e 5°C. Os tubérculos foram imersos durante 2 minutos na suspensão de quitosana, com leve movimentação, utilizando uma escumadeira de plástico. Após, foram colocados para secar sobre tela de nylon, separadamente, visando drenar o líquido em excesso. A secagem natural dos revestimentos ocorreu aproximadamente em 1 h. Em seguida, foram distribuídos em bandejas de isopor envoltas com filme PVC, identificadas e armazenadas a 0°C e 5°C e 95% UR. O armazenamento foi conduzido por um período de 30 dias, sendo as análises químicas realizadas em intervalos de 5 dias.

3.4 ANÁLISES DE COMPOSIÇÃO QUÍMICA

Para as análises destrutivas, as bandejas de isopor acondicionaram cinco tubérculos cada, para posterior utilização a cada cinco dias, enquanto permanecessem adequados para comercialização.

Na análise química, cinco tubérculos constituíam uma repetição, os quais foram homogeneizados em 100 mL de água destilada, em liquidificador, por 2 min, para realização das análises de pH, acidez titulável, em duplicata, com cinco repetições por tratamento, em intervalos de cinco dias, por um período de 30 dias.

3.4.1 Sólidos solúveis (°Brix)

Os sólidos solúveis foram determinados por meio de refratometria, utilizando refratômetro digital ATAGO PR-100, segundo AOAC (1992) e expressos os resultados em °Brix.

3.4.2 Determinação do pH

Os processos que avaliam o pH são colorimétricos ou eletrométricos. Os primeiros usam cintos indicadores que produzem ou alteram sua coloração em determinadas concentrações de íons de hidrogênio. São processos de aplicação limitada, pois as medidas são aproximadas e não se aplicam às soluções intensamente coloridas ou turvas, bem como as soluções coloidais, que podem absorver o indicador, falseando os resultados. Nos processos eletrométricos empregam-se aparelhos que são potenciômetros especialmente adaptados e permitem uma determinação direta, simples e precisa do pH (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005).

Na determinação do pH utilizou-se um potenciômetro, segundo a metodologia descrita por Carvalho *et al.* (1990). Os resultados foram expressos em unidades de pH.

3.4.3 Determinação de Acidez Total Titulável

A determinação de acidez pode fornecer um dado valioso na apreciação do estado de conservação de um produto alimentício. Um processo de decomposição, seja por hidrólise, oxidação ou fermentação, altera quase sempre a concentração dos íons de hidrogênio. Os métodos de determinação da acidez podem ser os que avaliam a acidez titulável ou fornecem a concentração de íons de hidrogênio livres, por meio do pH. Os métodos que avaliam a acidez titulável

resumem-se em titular com soluções de álcali padrão a acidez do produto ou de soluções aquosas ou alcoólicas do produto, expressa em mL de solução molar por cento ou em gramas do componente ácido principal (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005).

A acidez total (fixa e volátil) em alimentos é resultante dos ácidos orgânicos do próprio alimento, dos adicionados intencionalmente durante o processamento e daqueles resultantes de alterações químicas do produto (FREITAS, 2006).

A acidez total titulável foi determinada segundo o Instituto Adolfo Lutz (2005), por titulação com solução padronizada de NaOH 10mM, tendo como indicador a fenolftaleína.

3.4.4 Determinação de Açúcares Totais

Para determinação dos açúcares totais foram pesados 5g da amostra seca, transferidos, quantitativamente, para um frasco Erlenmeyer de 500 mL, com auxílio de 150 mL de água. Foram adicionados 5 mL de ácido clorídrico, em seguida foi aquecida até a ebulição, por um período de 3 horas. Após a solução atingir a temperatura ambiente, foi neutralizada com hidróxido de sódio a 40%. A solução foi transferida, quantitativamente, para um balão volumétrico de 250 mL, completando-se o volume com água destilada (solução P). A solução obtida foi filtrada, para posterior titulação. Para um balão de fundo chato, de 250 mL, foram transferidas 10 mL da solução de Fehling A e B, adicionando-se 40 mL de água destilada. Este balão foi aquecido até iniciar a ebulição, sendo esta solução titulada pela solução P até que a mudança de coloração passasse de azul para incolor (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005).

Os resultados foram calculados segundo:

$$\frac{100 \times A \times a}{P \times V} = \text{glicídios totais em glicose, por cento m/m}$$

A = nº de mL da solução de P g da amostra

a = nº de g de glicose correspondente a 10 mL das soluções de Fehling

P = massa da amostra em g

V = nº de mL da solução da amostra gasto na titulação

3.4.5 Determinação de Amido

Para determinação do amido foram pesados 5g da amostra seca em um becker, tratados sucessivamente com três porções de 20 mL de éter. Foi transferido o material desengordurado para um frasco Erlenmeyer de 500 mL, com auxílio de 100 mL de álcool a 70%. Colocou-se em banho-maria a 83-87°C por 1 hora. Após a solução atingir a temperatura ambiente, adicionou-se 50 mL de álcool e centrifugou-se durante 15 minutos, a 1500 rpm. Lavou-se o resíduo com 500 mL de álcool 70%, reunindo as soluções de lavagem ao filtrado, descartando-os. O resíduo, juntamente com o papel filtro, foi transferido para um Erlenmeyer de 500 mL, com auxílio de 150 mL de água, adicionando-se 5 gotas de solução de hidróxido de sódio a 10% e aquecendo em chapa quente por 1 hora, contada após a ebulição. Após a solução atingir a temperatura ambiente, foram adicionados 5 mL de ácido clorídrico. Aqueceu-se em chapa quente por mais 30 minutos e, após, neutralizou-se com solução de hidróxido de sódio a 10%. A solução foi transferida, quantitativamente, para um balão volumétrico de 500 mL, com auxílio de água, até completar o volume indicado e agitado. A solução obtida foi filtrada, para posterior titulação. Para um balão de fundo chato de 250 mL, foram transferidas 10 mL da solução de Fehling A e B, adicionando-se 40 mL de água destilada. Este balão foi aquecido até iniciar a ebulição, sendo

esta solução titulada pela solução P até que a mudança de coloração passasse de azul para incolor (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005).

Os resultados foram calculados segundo:

$$\frac{100 \times A \times a \times 0,9}{P \times V} = \text{glicídios não redutores, em amido, por cento m/m}$$

A = n° de mL da solução de P g da amostra

P = n° de g da amostra

V = n° de mL da solução da amostra gasto na titulação

a = n° de g de glicose correspondente a 10 mL das soluções de Fehling

3.5 DETERMINAÇÃO DAS ATIVIDADES ENZIMÁTICAS

Para a determinação das atividades enzimáticas, foram utilizados 50,00 g de mandioquinha-salsa, homogeneizadas com 50,00 mL de solução-tampão, fosfato de sódio 100 mM, pH 6,0, por dois minutos, utilizando um liquidificador. Durante o processo foi acrescentada polivinilpirrolidona (PVP), objetivando evitar a possível ação de compostos fenólicos.

A solução foi filtrada em tecido de algodão e recolhida em béquer em banho de gelo. O filtrado foi centrifugado a 12.000 rpm a 4°C, durante 20 minutos. O sobrenadante foi utilizado para determinação das atividades da POD e PPO.

3.5.1 Polifenoloxidase (PPO)

A atividade enzimática da Polifenoloxidase (PPO) foi determinada de acordo com o método descrito por Lima (2001). Após a mistura de 0,5 mL do extrato enzimático, com 0,8 mL de solução-tampão fosfato de sódio (100mM pH 6,0) e 0,5 mL de solução de catecol 10mM, a solução resultante foi incubada a

30°C por 30 minutos. Em seguida, acrescentou-se 0,8 mL de ácido perclórico 2 M. A leitura foi realizada em espectrofotômetro no comprimento de onda de 395nm. Uma unidade de atividade de polifenoloxidase foi definida como o aumento de uma unidade de absorbância por minuto mL⁻¹ de amostra.

3.5.2 Peroxidase (POD)

A atividade enzimática da Peroxidase (POD) foi determinada seguindo o método descrito por Clemente (1998). Em 0,2 mL do extrato enzimático adicionou-se 2,7 mL de peróxido de hidrogênio 0,1% em solução-tampão fosfato de sódio (100mM pH 6,0). Em seguida adicionou-se 0,1 mL de solução de o-dianisidina 1% em metanol. A leitura foi realizada em espectrofotômetro no comprimento de onda de 460nm. Uma unidade de atividade de peroxidase foi definida como o aumento de uma unidade de absorbância por minuto mL⁻¹ de amostra.

3.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

O experimento foi conduzido no delineamento inteiramente ao acaso, com os tratamentos dispostos no esquema fatorial 2x7x2, com 5 repetições. A unidade experimental foi uma bandeja com 5 mandioquinhas-salsa. O fator temperatura foi com 2 níveis (0° e 5°C), o fator tempo com 7 níveis (0, 5, 10, 15, 20, 25 e 30 dias) e o fator revestimento com 2 níveis (com e sem).

As análises de variância foram realizadas após atendidas as pressuposições básicas da ANAVA. A análise de regressão foi a técnica utilizada para estabelecer a relação funcional entre as variáveis dependentes (teor de amido, açúcares totais e enzimas) e a variável independente (tempo).

As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa SISVAR.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Resultados obtidos para análises químicas da mandioquinha-salsa sem revestimento (sr) e mandioquinha-salsa com revestimento (cr), após 30 dias de armazenamento refrigerado.

Na Figura 7 pode-se observar que, nos resultados dos tratamentos com e sem revestimento, desdobrados dentro de cada período analisado, na temperatura de 0°C, houve diferença significativa - $p < 0,05$ (Apêndice I). Também se observou que a diferença ocorrida foi no início e no final do armazenamento, tendo o tratamento sem revestimento proporcionado um menor °Brix.

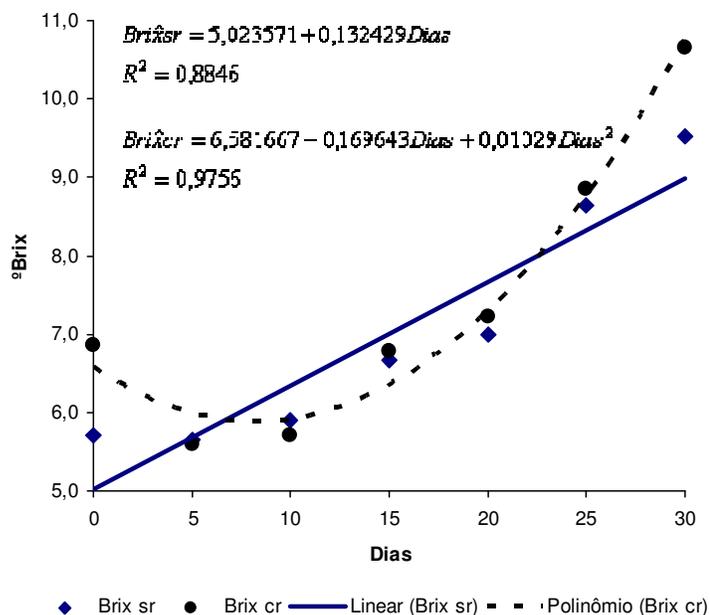


Figura 7 – Evolução do °Brix em mandioquinha-salsa, cv. Amarela de Senador Amaral, sem revestimento (sr) e com revestimento (cr), durante armazenamento a 0°C ± 0,2°C e 95% UR.

Na Figura 8 encontram-se os resultados dos tratamentos com e sem revestimento, desdobrados dentro de cada período analisado, na temperatura de 5°C, em que houve diferença significativa - $p < 0,05$ (Apêndice II). Também se observa que a diferença ocorrida foi no período de 15 dias, tendo o tratamento

sem revestimento proporcionado um menor °Brix, assim como ocorreu na temperatura de 0°C.

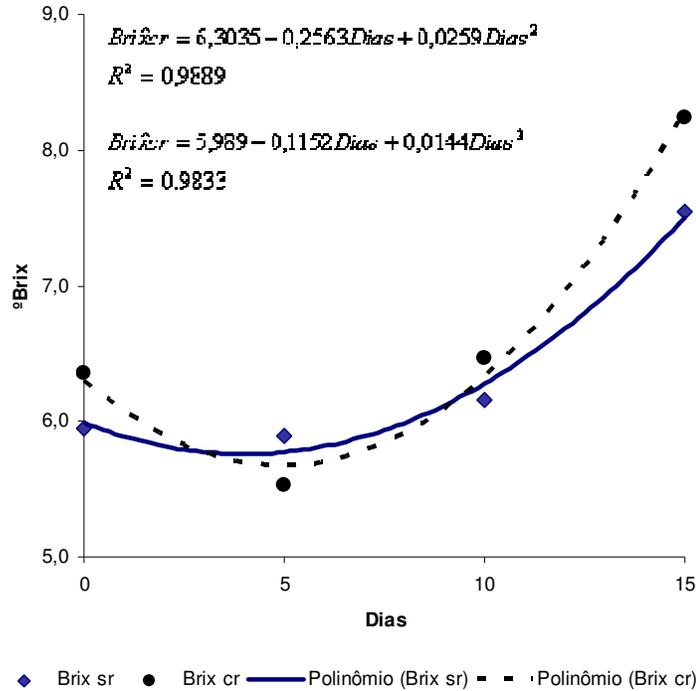


Figura 8 – Evolução do °Brix em mandiоquinha-salsa, cv. Amarela de Senador Amaral, sem revestimento (sr) e com revestimento (cr), durante armazenamento a 5°C±0,2°C e 95% UR.

Constatou-se que houve aumento na concentração de sólidos solúveis (°Brix), durante todo o armazenamento, nas duas temperaturas estudadas.

O aumento de sólidos solúveis totais é decorrente da transformação das reservas acumuladas durante a formação e o desenvolvimento desses sólidos em açúcares solúveis (JERONIMO E KANESIRO, 2000).

No trabalho de Oliveira Junior *et al.* (2004), com Fruta de Lobo, o teor de sólidos solúveis aumentou durante todo o armazenamento, assim como ocorreu neste experimento.

Na Figura 9 pode-se observar que nos tratamentos com e sem revestimento, desdobrados dentro de cada período, analisados na temperatura de 0°C, houve diferença significativa - $p < 0,05$ (Apêndice III). Observou-se que a

diferença ocorrida foi no período de 15 dias, sendo que o tratamento com revestimento proporcionou um menor pH.

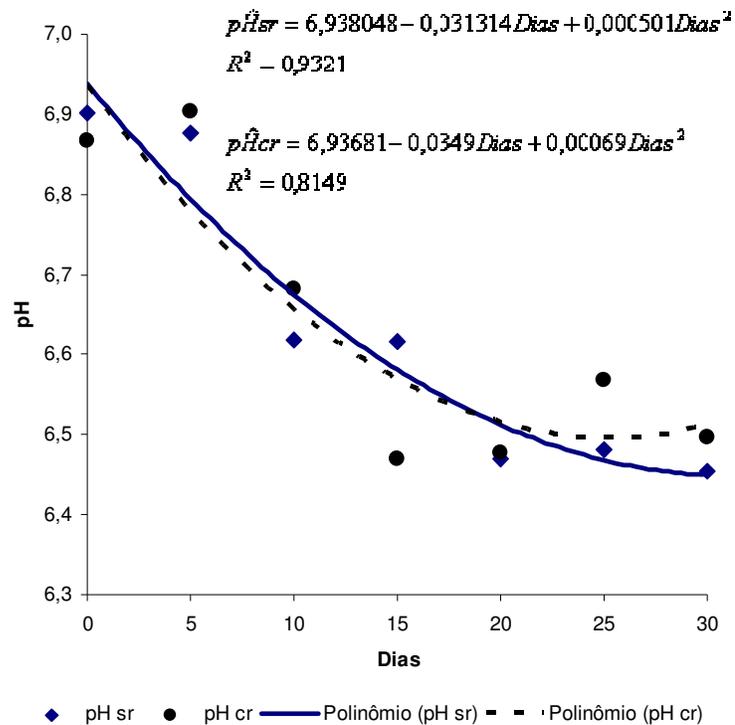


Figura 9 – Evolução do pH em mandiquinha-salsa, cv. Amarela de Senador Amaral, sem revestimento (sr) e com revestimento (cr), durante armazenamento a $0^{\circ}\text{C} \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ e 95% UR.

Na Figura 10 é possível constatar que nos tratamentos com e sem revestimento, desdobrados dentro de cada período, analisados na temperatura de 5°C , houve diferença significativa - $p < 0,05$ (Apêndice IV). Também se constatou que a diferença ocorrida foi no período de 10 dias, sendo que o tratamento com revestimento proporcionou um menor pH, assim como ocorreu na temperatura de 0°C .

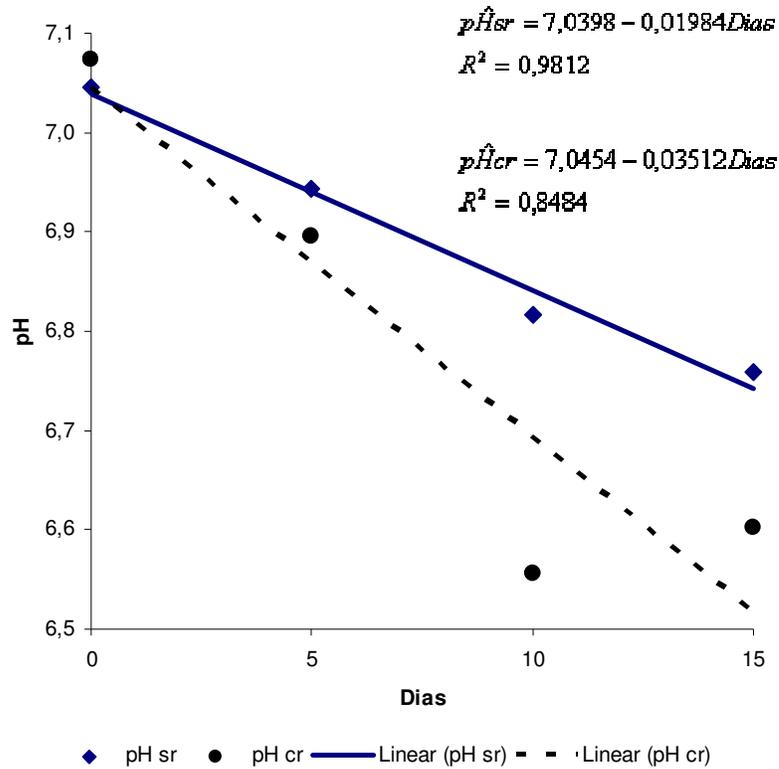


Figura 10 – Evolução do pH em mandiquinha-salsa, cv. Amarela de Senador Amaral, sem revestimento (sr) e com revestimento (cr), durante armazenamento a $5^{\circ}\text{C} \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ e 95% UR.

Na Figura 11 observou-se que nos tratamentos com e sem revestimento, desdobrados dentro de cada período, analisados na temperatura de 0°C , houve diferença significativa - $p < 0,05$ (Apêndice V). Pode-se observar que a diferença ocorrida foi no período de 20 e 30 dias, sendo que o tratamento com revestimento proporcionou uma menor acidez titulável.

No trabalho de Lima (2000), com uva ‘Itália’, os valores de pH decresceram até o 36° dia, assim como ocorreu com a mandiquinha-salsa armazenada nas temperaturas de 0 e 5°C .

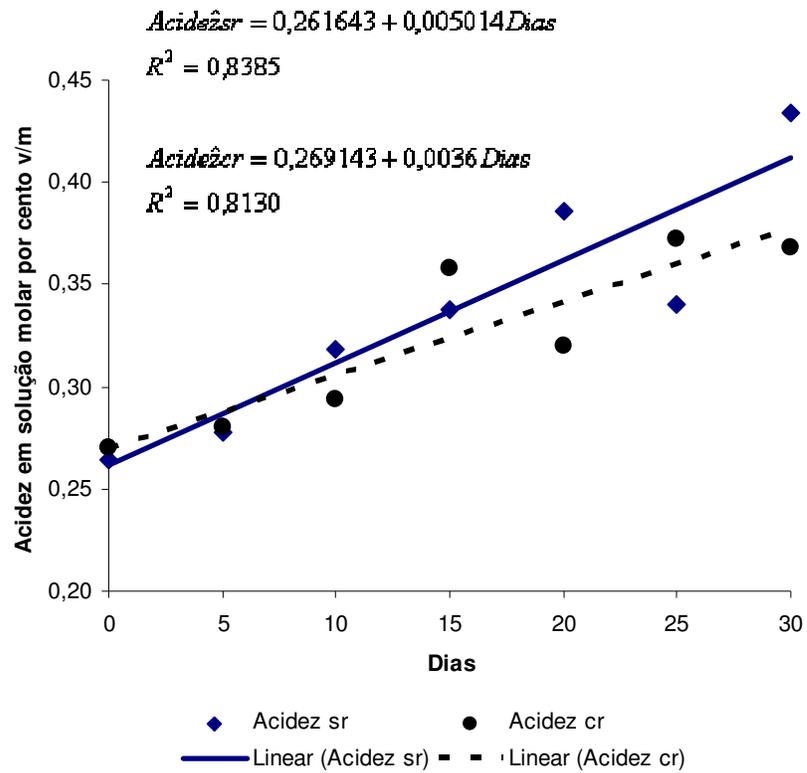


Figura 11 – Evolução da Acidez em mandiquinha-salsa, cv. Amarela de Senador Amaral, sem revestimento (sr) e com revestimento (cr), durante armazenamento a $0^{\circ}\text{C} \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ e 95% UR.

A Figura 12 nos mostra que os tratamentos com e sem revestimento, desdobrados dentro de cada período, analisados na temperatura de 5°C , não apresentaram diferença significativa - $p < 0,05$ (Apêndice VI).

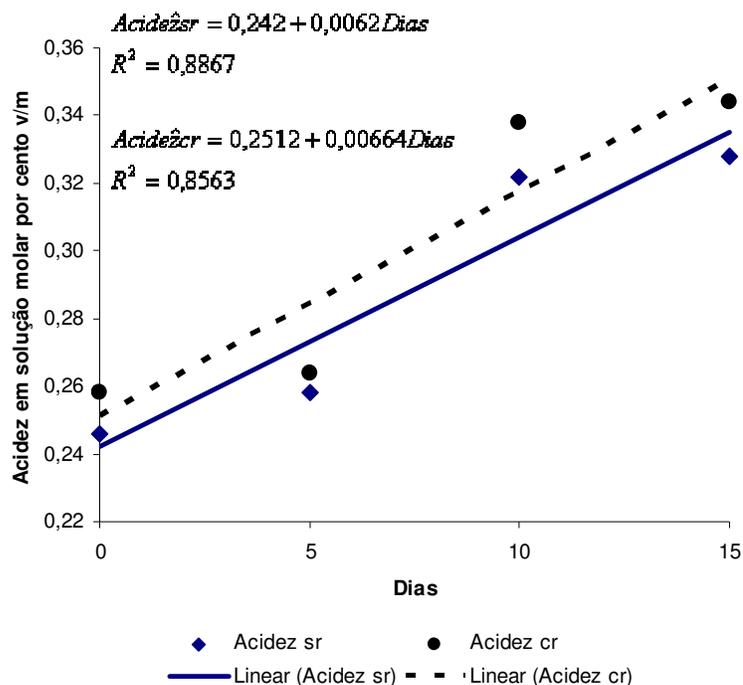


Figura 12 – Evolução da Acidez em mandioquinha-salsa, cv. Amarela do Senador Amaral, sem revestimento (sr) e com revestimento (cr), durante armazenamento a $5^{\circ}\text{C} \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ e 95% UR.

Na Figura 13 pode-se observar que os tratamentos (com e sem revestimento), desdobrados dentro de cada período, analisados na temperatura de 0°C , não apresentaram diferença significativa - $p < 0,05$ (Apêndice VII).

No trabalho de Lima (2000), com uva ‘Itália’, os valores da acidez total titulável subiram até o 36º dia, assim como ocorreu com a mandioquinha-salsa, armazenada nas temperaturas de 0 e 5°C .

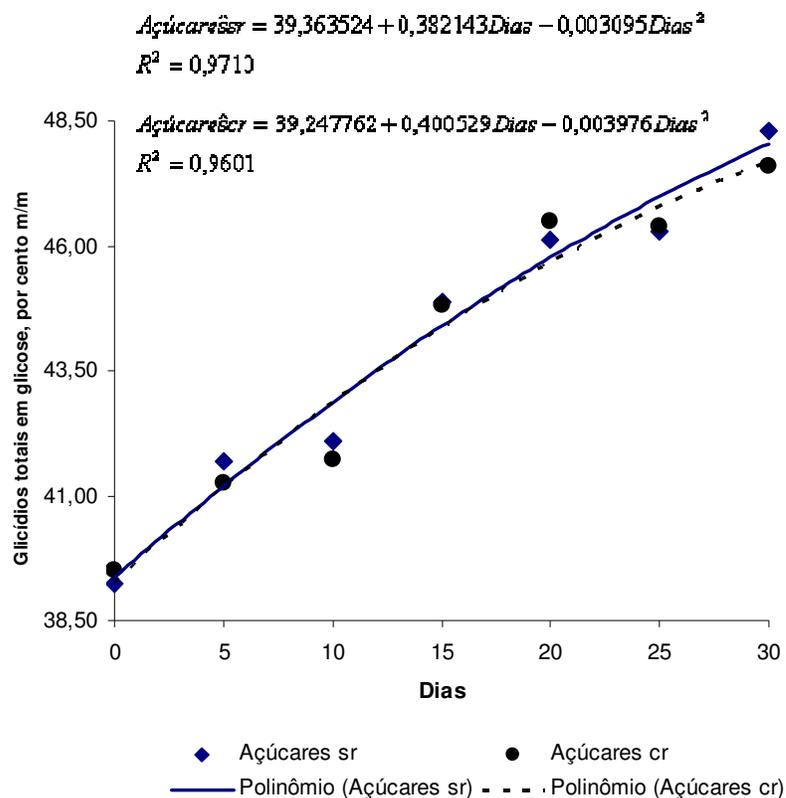


Figura 13 – Evolução dos Açúcares em mandiocinha-salsa, cv. Amarela de Senador Amaral, sem revestimento (sr) e com revestimento (cr), durante armazenamento a $0^{\circ}\text{C} \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ e 95% UR.

Na Figura 14 é possível observar que nos tratamentos com e sem revestimento, desdobrados dentro de cada período, analisados na temperatura de 5°C , não houve diferença significativa - $p < 0,05$ (Apêndice VIII).

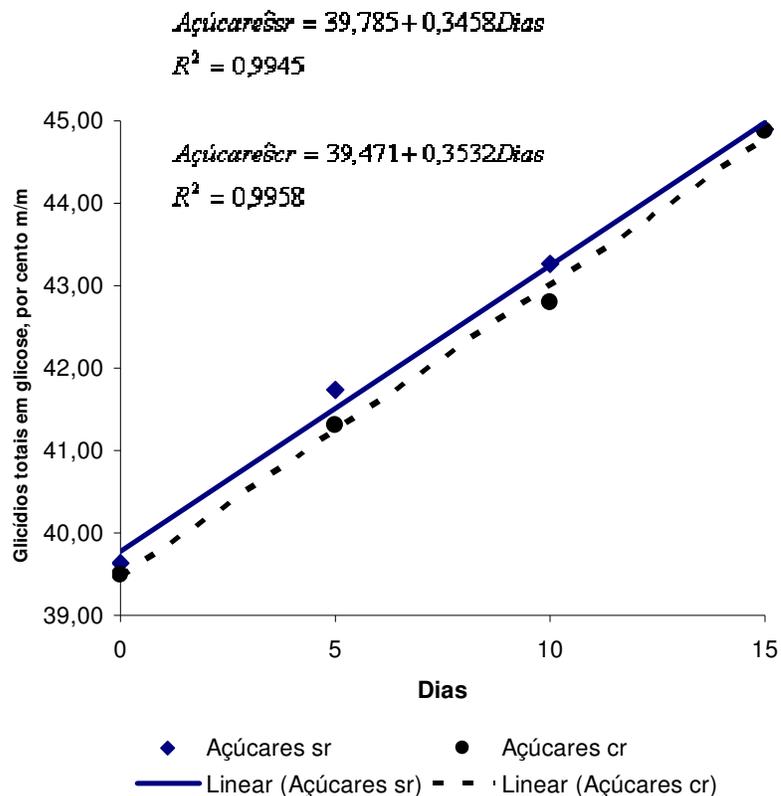


Figura 14 – Evolução dos Açúcares em mandiоquinha-salsa, cv. Amarela de Senador Amaral, sem revestimento (sr) e com revestimento (cr), durante armazenamento a $5^{\circ}C \pm 0,2^{\circ}C$ e 95% UR.

Houve aumento da concentração de açúcares na mandiоquinha-salsa durante o período de armazenamento, relacionada à atividade das enzimas responsáveis pela degradação do amido e pela redução da atividade respiratória, o que resulta em acúmulo desses carboidratos (RIBEIRO *et al.*, 2007). Este comportamento também ocorre em batatas, cujo armazenamento em condições de baixa temperatura ($4-6^{\circ}C$) estimula o acúmulo de açúcares, o que leva ao adoçamento (KUMAR *et al.*, 2004).

Os teores de açúcares totais em tubérculos de batata aumentaram quando os mesmos foram mantidos sob refrigeração (CHAPPER *et al.*, 2002). O mesmo ocorreu nesse experimento com mandiоquinha-salsa, cujos teores de açúcares totais aumentaram, quando foram mantidas sob refrigeração.

O teor de açúcares aumentou durante todo o armazenamento, assim como ocorreu neste experimento (OLIVEIRA JUNIOR *et al.*, 2004).

Os teores de açúcares totais entre os períodos de 0 a 30 dias de armazenamento, não apresentaram diferenças significativas entre as condições de armazenamento, independentemente do tratamento.

A Figura 15 nos mostra que os tratamentos com e sem revestimento, desdobrados dentro de cada período, analisados sob a temperatura de 0°C, não apresentaram diferença significativa - $p < 0,05$ (Apêndice IX).

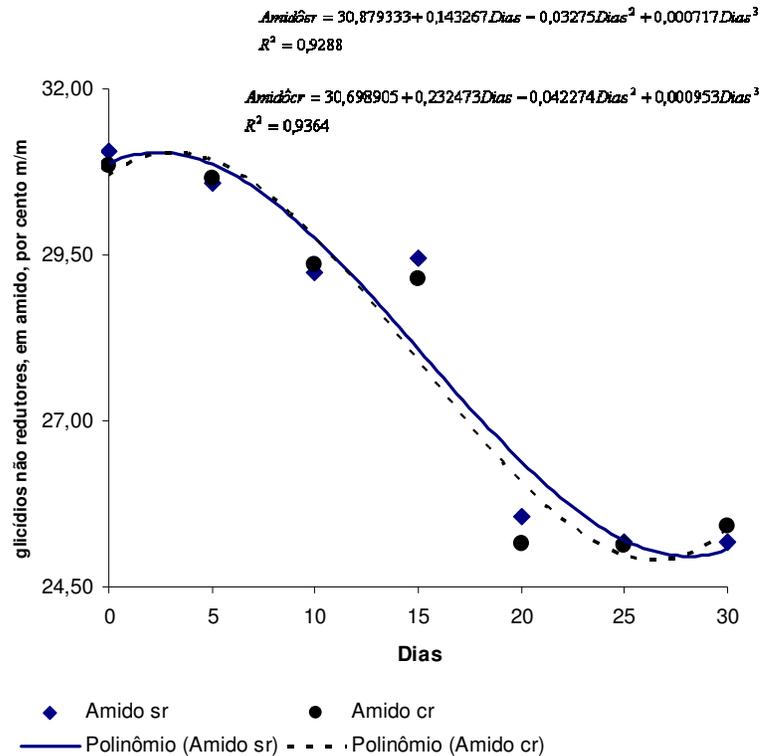


Figura 15 – Evolução do Amido em mandiquinha-salsa, cv. Amarela de Senador Amaral, sem revestimento (sr) e com revestimento (cr), durante armazenamento a 0°C ± 0,2°C e 95% UR.

Na Figura 16 pode-se observar os tratamentos com e sem revestimento, desdobrados dentro de cada período, analisados sob a temperatura de 5°C, não apresentando diferença significativa - $p < 0,05$ (Apêndice X).

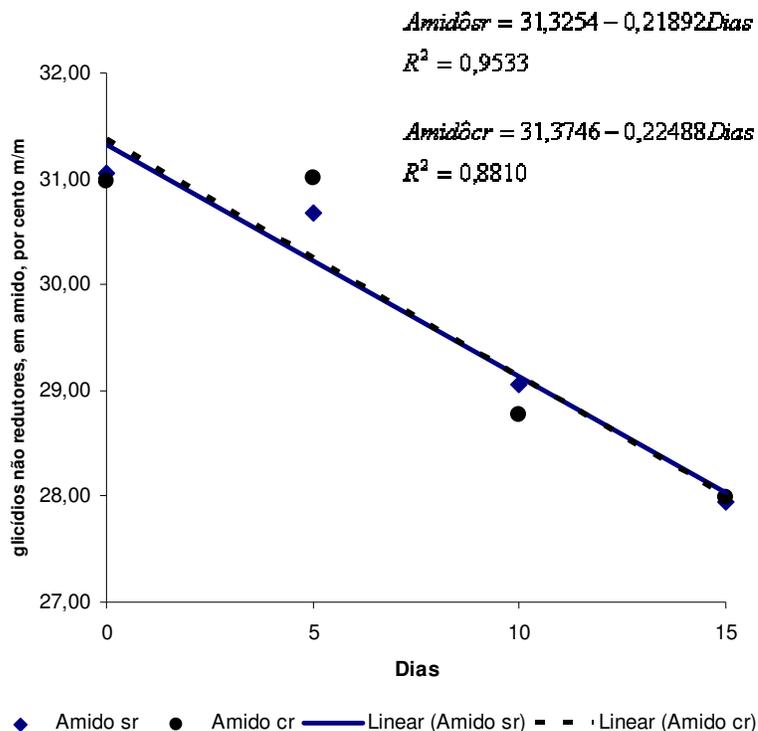


Figura 16 – Evolução do Amido em mandiquinha-salsa, cv. Amarela de Senador Amaral, sem revestimento (sr) e com revestimento (cr), durante armazenamento a $5^{\circ}C \pm 0,2^{\circ}C$ e 95% UR.

De forma geral, os teores de amido não foram alterados pela temperatura de armazenamento pós-colheita. Os teores de amido na mandiquinha-salsa com e sem revestimento, apresentaram um padrão de variação semelhantes. Os teores de amido em tubérculo de batata foram pouco influenciados pela temperatura e pelo tempo de armazenamento (CHAPPER *et al.*, 2002).

Observa-se também que o teor de amido é reduzido durante o período de armazenamento nas duas temperaturas estudadas, sendo o mesmo observado no trabalho de Ribeiro *et al.* (2007). Isto provavelmente ocorreu em função da menor taxa respiratória dos tubérculos, decorrente da diminuição da temperatura.

Os teores de amido reduziram durante todo o armazenamento, assim como ocorreu neste experimento (OLIVEIRA JUNIOR *et al.*, 2004).

Na Figura 17 pode-se observar que os tratamentos com e sem revestimento, desdobrados dentro de cada período analisados nas temperaturas de 0 e 5°C, apresentaram diferença significativa - $p < 0,05$ (Apêndices XI e XII)

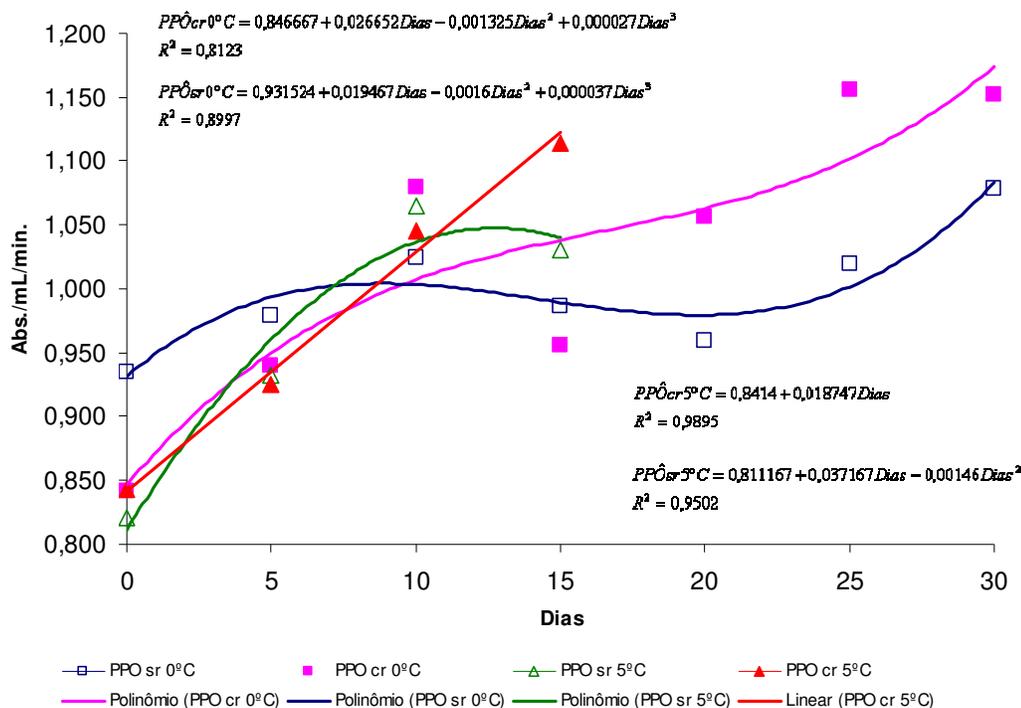


Figura 17 – Evolução da atividade da Polifenoloxidase em mandioquinha-salsa, cv. Amarela de Senador Amaral, sem revestimento (sr) e com revestimento (cr), durante armazenamento a 0°C e 5°C±0,2°C e 95% UR.

A temperatura e o tempo de armazenamento afetaram significativamente o aumento da atividade enzimática da polifenoloxidase e da peroxidase ($p < 0,05$). A atividade enzimática aumentou nas duas temperaturas estudadas, de forma semelhante, até o 7º e 10º dia de armazenamento, para PPO e POD, respectivamente. Resultados semelhantes foram encontrados por Menolli *et al.* (2008) em que a mandioquinha-salsa, armazenada a 5 e 10°C, apresentou aumento da atividade da polifenoloxidase até o 7º dia, mantendo-se constante até o 14º dia e aumentando novamente até o 28º dia. Para a atividade da peroxidase, houve um aumento até o 7º dia, tornando-se constante até o 21º e 14º dia, para as temperaturas de 5 e 10°C, respectivamente. Para a temperatura de 5°C a atividade aumentou até o 28º dia e, para 10°C, a atividade foi reduzida.

Esta tendência da PPO também foi verificada em uva ‘Itália’, cuja PPO aumentou desde a colheita até os 28 dias de armazenamento, reduziu aos 42 dias, aumentou aos 56 dias e tornou a decrescer aos 70 dias (LIMA *et al.*, 2002). A atividade das enzimas é alterada com o início da senescência, em decorrência da desintegração das membranas das organelas (SILVA, 2000 *apud* LIMA *et al.*, 2002).

Houve um aumento da atividade da PPO até o 7º dia e uma posterior redução na sua atividade até o 18º dia. Também Neves (2002), durante o armazenamento de pêssegos, em um período de 12 dias, observou aumento na atividade da PPO, com uma pequena queda entre 8 e 12 dias, semelhante ao que ocorreu neste experimento (OLIVEIRA JUNIOR *et al.*, 2004).

Na Figura 18 observou-se que os tratamentos com e sem revestimento, desdobrados dentro de cada período, analisados nas temperaturas de 0 e 5°C, apresentaram diferença significativa - $p < 0,05$ (Apêndices XIII e XIV).

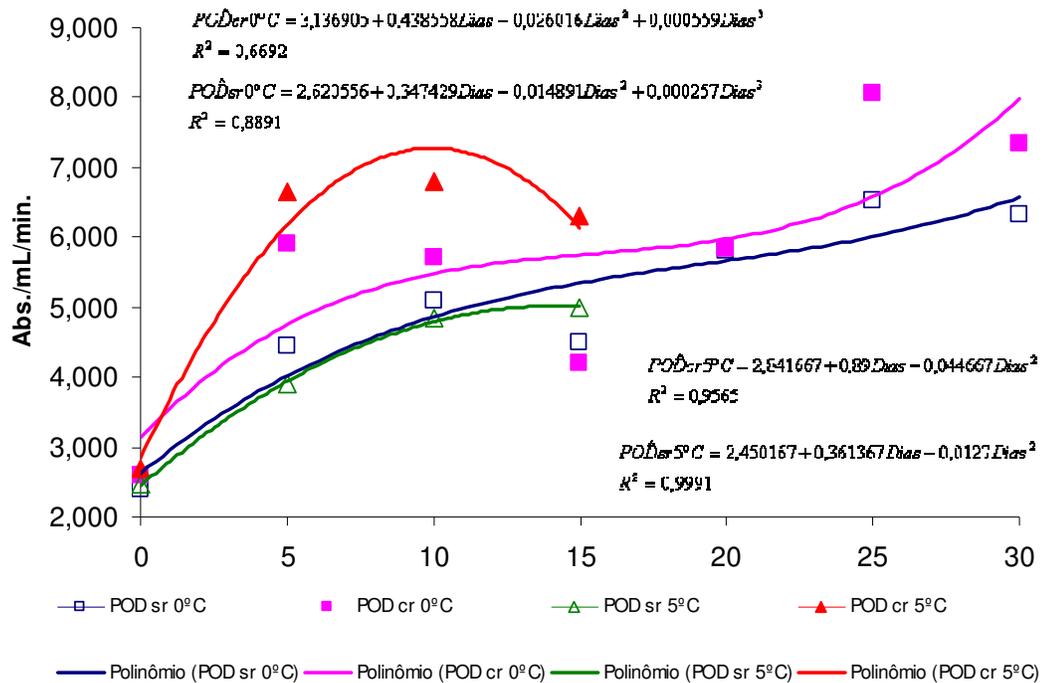


Figura 18 – Evolução da atividade da Peroxidase em mandiquinha-salsa, cv. Amarela de Senador Amaral, sem revestimento (sr) e com revestimento (cr), durante armazenamento a 0°C e 5°C±0,2°C e 95% UR.

A peroxidase é considerada uma enzima de estresse, estimulada por baixas temperaturas nas espécies que são sensíveis ao frio (KUK *et al.*, 2003).

Segundo Ribeiro *et al.* (2005), dentre as espécies de vegetais em que ocorrem mudanças físicas dos lipídios saturados das membranas, causadas por baixas temperaturas, está a mandioquinha-salsa. As moléculas lipídicas passam do estado gel para o estado gel cristalino, permitindo oxidações enzimáticas, sendo essa mudança lipídica uma resposta primária dos tecidos sensíveis ao frio.

No trabalho de Neves (2002) para pêssegos armazenados por 14 dias, houve um pico da atividade da POD no 6º dia, com decréscimo até o 8º dia, estabilizando-se a partir daí até o 12º dia.

O aumento, redução e novo aumento da atividade das enzimas PPO e POD podem ser explicados pelas enzimas seqüestradoras de radicais livres. Segundo Chitarra e Chitarra (2005) algumas enzimas especiais, como a superóxido-dismutase; catalase; ascorbato-peroxidase e glutathione-peroxidase, são enzimas antioxidantes que atuam nos tecidos vegetais como seqüestradoras de radicais livres (oxigênio ativo), os quais são resultantes de estresses oxidativos em muitos sistemas biológicos. A baixa atividade dessas enzimas pode ser um indicativo do envelhecimento dos tecidos ou de condições especiais de estresse. Por exemplo, pode ser indicativo da sensibilidade de cultivares ao frio, como ocorre em tangerinas. As cultivares sensíveis ao frio ('Fortuna' e 'Nova') apresentam sintomas severos da desordem na casca, após quatro semanas a 2,5°C. Embora a atividade da superóxido-dismutase aumente durante o armazenamento, tanto nas tangerinas sensíveis como nas tolerantes ao frio ('Clemenules' e 'Clementina'), as demais enzimas têm atividade reduzida nas cultivares sensíveis ao frio.

A quitosana promoveu efeito elicitor de respostas bioquímicas da defesa do fruto, com aumento significativo nas atividades da polifenoloxidase e da peroxidase, semelhantemente ao que ocorreu no trabalho de Liu *et al.*, (2006), utilizando revestimento com quitosana 1% em tomates.

CONCLUSÕES

As mandioquinhas-salsa, revestidas com quitosana, embaladas em bandeja de isopor, envoltas por filme PVC, armazenadas a 0 e 5°C, mostraram-se com menor poder de comercialização do que as sem revestimento, não mantendo suas características naturais, sendo os resultados, de maneira geral, insatisfatórios, durante a realização da presente dissertação.

As mandioquinhas-salsa, conservadas sem quitosana, embaladas em bandeja de isopor, envoltas por filme PVC, armazenadas nas temperaturas de 0 e 5°C mantiveram suas características naturais, sendo mais apropriadas para a comercialização.

RECOMENDAÇÃO

Para aumentar a vida útil de prateleira da mandioquinha-salsa, há necessidade de novos estudos utilizando outras formas de revestimentos, embalagem e temperatura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSIS, O.B.G.; SILVA, V.L. Filmes de quitosana processados em diversas concentrações. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, São Carlos/SP, v.13, n.4, p.223-228, 2003.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. 12 ed. Washington, 1992, 1015p.

AZEREDO, H.M.C. Películas comestíveis em frutas conservadas por métodos combinados: potencial de aplicação. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v.21, 2003.

BUENO, S.C.S.; CARVALHO, A.G. **Mandioquinha-salsa uma cultura rústica e lucrativa**. São Bento do Sapucaí: CATI, 1999.

CÂMARA, F.L.A. & SANTOS, F.F. dos. Agricultura: culturas de tuberosas amiláceas Latino Americanas. In: **Cultura da mandioquinha-salsa**. São Paulo: Fundação Cargill, v.2, 2002. 540p.

CAMPOS, R.P. **Revestimentos biodegradáveis na conservação de morango orgânico ‘Camarosa’ armazenado sob refrigeração**. 2008. Trabalho de conclusão de curso (Doutorado) – Produção Vegetal, UEM, Maringá, 2008.

CARVALHO, C.R.L. *et al.* **Análises químicas de alimentos**. Campinas-SP: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1990.

CEREDA, M.P.; VILPOUX, O.F.; PINHO, R.S. The search for new natural starches for the food industry (Special Lecture). **International Symposium on Tropical Root and Tuber Crops**, Thiruvananthapuram, 2000.

CHAPPER, M.; BACARIN, M.A.; PEREIRA, A.S.; TERRIBLE, L.C. Carboidratos não estruturais em tubérculos de dois genótipos de batata armazenados em duas temperaturas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.20, n.4, p.583-588, dez. 2002.

CHIANDOTTI, R.S. **Síntese e propriedades de derivados de quitosana lauroil quitosana**. 2005. Trabalho de conclusão de curso (Mestrado). UFPR, Curitiba, 2005.

CHITARRA, M.I.F. **Alimentos Minimamente Processados**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. 93p.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: UFLA, 2005.

CLEMENTE, E.; PASTORE, G.M. Peroxidase and polyphenoloxidase, the importance for food technology. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v.32, n.2, p.167-171, 1998.

CORTEZ, L.A.B.; HONÓRIO, S.L.; MORETTI, C.L. Resfriamento de frutas e hortaliças. In: CORTEZ, L.A.B.; HONÓRIO, S.L.; NEVES FILHO, L.de C.; MORETTI, C.L. **Importância do Resfriamento para Frutas e Hortaliças no Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 428p.

CORTEZ, L.A.B.; HONÓRIO, S.L.; MORETTI, C.L. Resfriamento de frutas e hortaliças. In: GAYET, J.P.; CORTEZ, L.A.B.; MORETTI, C.L. **O Marketing do Frio para Frutas e Hortaliças**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 428p.

CORTEZ, L.A.B.; HONÓRIO, S.L.; MORETTI, C.L. Resfriamento de frutas e hortaliças. In: SIGRIST, J.M.M.; BLEINROTH, E.W.; MORETTI, C.L.

Manuseio Pós-Colheita de Frutas e Hortaliças. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 428p.

CORTEZ, L.A.B.; HONÓRIO, S.L.; MORETTI, C.L. Resfriamento de frutas e hortaliças. In: VIGNEAULT, C.; BORDINT, M.R.; ABRAHÃO, R.F. **Embalagens para Frutas e Hortaliças.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 428p.

COSTA, M. Embrapa, 2000. Disponível em: <http://www.cnph.embrapa.br/noticias/not_53.html>. Acesso em: 15 de jul. 2007.

DAIUTO, E.R.; CEREDA, M.P.; CARVALHO, L.J.C.B. Brazilian Journal of Food Technology. In: **Características e propriedades do amido extraído de camadas do tecido da raiz de mandioca cv. Mico (*Manihot esculenta* Crantz).** 5:217-223, 2002.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças.** 3.ed. rev. e ampl. Viçosa/MG: UFV, 2007. 421p.

FRANCO, C.M.L.; DAIUTO, E.R.; DEMIATE, I.M.; CARVALHO, L.J.C.B.; LEONEL, M.; CEREDA, M.P.; VILPOUX, O.F.; SARMENTO, S.B.S. Agricultura: culturas de tuberosas amiláceas Latino Americanas. In: **Propriedade gerais do amido.** São Paulo: Fundação Cargill, v.1, 2002. 221p.

FREITAS, A.A. de. **Processamento de geléias e sucos utilizando uvas (*Vitis vinifera* L.) fora do padrão de comercialização.** 2006. Trabalho de conclusão de curso (Mestrado) – Produção Vegetal, UEM, Maringá, 2006.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos.** 4 ed. Brasília: Instituto Adolfo Lutz, 2005.

JERONIMO, R.F.; KANESIRO, M.A.B. Efeito da associação de armazenamento sob refrigeração e atmosfera modificada na qualidade de mangas 'Palmer'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.22, n.2, p.237-243, 2000.

KUMAR, D.; SINGH, B.P.; KUMAR, P. An overview of the factors affecting sugar content of potatoes. **Annals of Applied Biology**, v.145, p.247-256, 2004.

KUK, Y.I. *et al.* Antioxidative enzymes offer protection from chilling damage in rice plants. **Crop Science**, Madison, v.43, n.1, p.2109-2117, 2003.

LIMA, M.A.C. de; ALVES, R.E.; ASSIS, J.S. de; FILGUEIRAS, H.A.C.; COSTA, J.T.A. Qualidade, fenóis e enzimas oxidativas de uva 'Itália' sob influência do cálcio, durante a maturação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília/DF, v.35, n.12, p.2493-2499, dez. 2000.

LIMA, E.D.P.; PASTORE, G.M.; LIMA, C.A.A. Purificação da enzima polifenoloxidase (PPO) de polpa de pinha (*Annona squamosa* L.) **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.21, n.1, p.98-104, 2001.

LIMA, M.A.C. de; ALVES, R.E.; ASSIS, J.S. de; FILGUEIRAS, H.A.C.; COSTA, J.T.A. Aparência, compostos fenólicos e enzimas oxidativas em uva 'Itália' sob influência do cálcio e do armazenamento refrigerado. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal/SP, v.24, n.1, p.39-43, abril 2002.

LIU, J. *et al.* Effects of chitosan on control of postharvest diseases and physiological responses of tomato fruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.44, 2006.

MADEIRA, N.R.; SOUZA, R.J. de. **Mandioquinha-salsa**: alternativa para o pequeno produtor. Lavras: UFLA, 2007.

MAISTRO, L.C. Alface minimamente processada: uma revisão. **Revista Nutrição Campinas**, v.4, n.3, 2001.

MELO, B.; SILVA, C.A.; ALVES, P.R.B. **Processamento mínimo de hortaliças e frutas**. Disponível em: <www.fruticultura.iciag.ufu.br/pminimo.htm>. Acesso em: 15 de jun. 2007.

MENOLLI, L.N.; FINGER, F.L.; PUIATTI, M.; BARBOSA, J.M.; BARROS, R.S. Atuação das enzimas oxidativas no escurecimento causado pela injúria por frio em raízes de batata-baroa. **Acta Science Agronomy**, Maringá/PR, v.30, n.1, p.57-63, 2008.

MORETTI, C.L. Processamento mínimo de hortaliças: alternativa viável para a redução de perdas pós-colheita e agregação de valor ao agronegócio brasileiro. **Horticultura Brasileira**, v.17, n.2, 1999.

MORETTI, C.L. **Manual de processamento mínimo de frutas e hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças e SEBRAE, 2007.

NEVES, V.A. Ionically bound peroxidase from peach fruit. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Araraquara/SP: UNESP, v.45, n.1, p.7-16, march 2002.

NO, H.K. *et al.* Applications of chitosan for improvement of quality and shelf life of foods: a review. **Journal of Food Science**, Chicago, v.72, n.5, 2007.

OLIVEIRA JUNIOR, E.N. de; SANTOS, C.D. dos; ABREU, C.M.P de; CORRÊA, A.D.; SANTOS, J.Z.L. Alterações pós-colheita da “Fruta-de-Lobo” (*Solanum lycocarpum* St. Hil.) durante o amadurecimento: análises físico-químicas, químicas e enzimáticas. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal/SP, v.26, n.3, p.410-413, dez. 2004.

OLIVEIRA, C.S. de; GRDEN, L.; RIBEIRO, M.C. de O. **Utilização de filmes comestíveis em alimento**. Ponta Grossa/PR: Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, v.01, p.52-57, 2007. Disponível em: <http://www.pg.cefetpr.br/coali/livro/volume1/artigos/usodefилmes_artigo_10.pdf>. Acesso em: 18 de nov. de 2008.

PEREIRA, A.S. Valor nutritivo da mandioquinha-salsa. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.19, n.190, 1997.

REGER, V. *et al.* **Química: princípios e aplicações**. São Paulo, 2005.

RIBEIRO, R.A. *et al.* Chilling injury sensitivity in (*Arracacia xanthorrhiza*) roots. **Crop Science**, London, v.45, p.55-57, 2005.

RIBEIRO, R.A.; FINGER, F.L.; PUIATTI, M.; CASALI, V.W.D. Vida útil e metabolismo de carboidratos em raízes de mandioquinha-salsa sob refrigeração e filme de PVC. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.4, p.453-458, abril 2007.

SANTOS, F.F. dos. A cultura da mandioquinha-salsa no Brasil. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.19, n.190, 1998.

SOUZA, R.M.; HENZ, G.P.; PEIXOTO, J.R. Incidência de injúrias mecânicas em raízes de mandioquinha-salsa na cadeia pós-colheita. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.21, n.4, out.-dez. 2003.

TANADA-PALMU, P.S.; FAKHOURI, F.M.; GROSSO, C.R.F. Filmes biodegradáveis. **Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**, Brasília/DF, n.26, p.12-17, 2002.

THOMAZ, E.L. **Geomorfologia ambiental e agricultura familiar na bacia do rio Irati – Guarapuava-PR.** Curitiba-Pr: UFPR, 2000.

VILAS BOAS, E.V. de B. **Qualidade de alimentos vegetais.** Lavras: UFLA/FAEPE, 2002. 68p.

VILLADIEGO, A.M.D. **Desenvolvimento de um revestimento comestível antimicrobiano à base de amido de inhame com quitosana na conservação de cenoura minimamente processada.** Viçosa-MG: UFV, 2004. (Tese de doutorado) Disponível em: <<ftp://ftp.bbt.ufv.br/teses/ciencia%20e%20tecnologia%20de%20alimentos/2004/186613f.pdf>>. Acesso em: 20 de outubro de 2008.

VILLADIEGO, A.M.D. *et al.* Filmes e revestimentos comestíveis na conservação de produtos alimentícios. **Revista Ceres**, Viçosa/MG, v.52, n.300, 2005.

CLASSIFICAÇÃO DA MANDIOQUINHA-SALSA. Disponível em: <http://www.hortibrasil.org.br/classificacao/mandioquinha/mandioquinha.html>. Acesso em 04 de nov. de 2004.

CLASSIFICAÇÃO DA MANDIOQUINHA-SALSA. Disponível em: <<http://www.faepe.com.br/comissoes/frutas/cartilhas/hortalicas/mandsalsa.htm>>. Acesso em: 20 de nov. de 2007.

TABELA DE COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DAS HORTALIÇAS. Disponível em: <<http://cidadao.correioweb.com.br/hortalicas/tabelahortalicas.htm>>. Acesso em: 20 de fev. de 2009.

APÊNDICES

APÊNDICE I

Quadro 1 – Quadro resumo da análise de regressão para o desdobramento de período dentro dos tratamentos com e sem revestimento para °Brix a $0^{\circ}\text{C}\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ e 95% UR.

Períodos (dias)	Tratamentos*	
	com revestimento	sem revestimento
0	6,85a	5,70b
5	5,59a	5,65a
10	5,71a	5,90a
15	6,78a	6,66a
20	7,23a	7,00a
25	8,85a	8,64a
30	10,66a	9,52b

*Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem entre si ($p < 0,05$).

APÊNDICE II

Quadro 2 – Quadro resumo da análise de regressão para o desdobramento de período dentro dos tratamentos com e sem revestimento para °Brix a $5^{\circ}\text{C}\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ e 95% UR.

Períodos (dias)	Tratamentos*	
	com revestimento	sem revestimento
0	6,35a	5,95a
5	5,53a	5,89a
10	6,47a	6,16a
15	8,24a	7,54b

*Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem entre si ($p < 0,05$).

APÊNDICE III

Quadro 3 – Quadro resumo da análise de regressão para o desdobramento de período dentro dos tratamentos com e sem revestimento para pH a $0^{\circ}\text{C}\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ e 95% UR.

Períodos (dias)	Tratamentos*	
	com revestimento	sem revestimento
0	6,866a	6,902a
5	6,904a	6,876a
10	6,682a	6,618a
15	6,470b	6,616a
20	6,478a	6,470a
25	6,568a	6,482a
30	6,496a	6,454a

*Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem entre si ($p < 0,05$).

APÊNDICE IV

Quadro 4 – Quadro resumo da análise de regressão para o desdobramento de período dentro dos tratamentos com e sem revestimento para pH a $5^{\circ}\text{C}\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ e 95% UR.

Períodos (dias)	Tratamentos*	
	com revestimento	sem revestimento
0	7,074a	7,046a
5	6,896a	6,944a
10	6,556b	6,816a
15	6,602a	6,758a

*Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem entre si ($p < 0,05$).

APÊNDICE V

Quadro 5 – Quadro resumo da análise de regressão para o desdobramento de período dentro dos tratamentos com e sem revestimento para acidez a $0^{\circ}\text{C}\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ e 95% UR.

Períodos (dias)	Tratamentos*	
	com revestimento	sem revestimento
0	0,270a	0,264a
5	0,280a	0,278a
10	0,294a	0,318a
15	0,358a	0,338a
20	0,320b	0,386a
25	0,372a	0,340a
30	0,368b	0,434a

*Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem entre si ($p < 0,05$).

APÊNDICE VI

Quadro 6 – Quadro resumo da análise de regressão para o desdobramento de período dentro dos tratamentos com e sem revestimento para acidez a $5^{\circ}\text{C}\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ e 95% UR.

Períodos (dias)	Tratamentos*	
	com revestimento	sem revestimento
0	0,258a	0,246a
5	0,264a	0,258a
10	0,338a	0,322a
15	0,344a	0,328a

*Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem entre si ($p < 0,05$).

APÊNDICE VII

Quadro 7 – Quadro resumo da análise de regressão para o desdobramento de período dentro dos tratamentos com e sem revestimento para açúcares totais a $0^{\circ}\text{C}\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ e 95% UR.

Períodos (dias)	Tratamentos*	
	com revestimento	sem revestimento
0	39,492a	39,230a
5	41,246a	41,684a
10	41,732a	42,094a
15	44,800a	44,888a
20	46,478a	46,122a
25	46,392a	46,300a
30	47,604a	48,310a

*Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem entre si ($p < 0,05$).

APÊNDICE VIII

Quadro 8 – Quadro resumo da análise de regressão para o desdobramento de período dentro dos tratamentos com e sem revestimento para açúcares totais a $5^{\circ}\text{C}\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ e 95% UR.

Períodos (dias)	Tratamentos*	
	com revestimento	sem revestimento
0	39,492a	39,630a
5	41,312a	41,740a
10	42,790a	43,256a
15	44,886a	44,888a

*Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem entre si ($p < 0,05$).

APÊNDICE IX

Quadro 9 – Quadro resumo da análise de regressão para o desdobramento de período dentro dos tratamentos com e sem revestimento para amido a $0^{\circ}\text{C}\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ e 95% UR.

Períodos (dias)	Tratamentos*	
	com revestimento	sem revestimento
0	30,852a	31,054a
5	30,654a	30,586a
10	29,348a	29,240a
15	29,128a	29,450a
20	25,154a	25,546a
25	25,114a	25,178a
30	25,406a	25,180a

*Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem entre si ($p < 0,05$).

APÊNDICE X

Quadro 10 – Quadro resumo da análise de regressão para o desdobramento de período dentro dos tratamentos com e sem revestimento para amidoa $5^{\circ}\text{C}\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ e 95% UR.

Períodos (dias)	Tratamentos*	
	com revestimento	sem revestimento
0	30,986a	31,050a
5	31,010a	30,680a
10	28,772a	29,064a
15	27,984a	27,940a

*Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem entre si ($p < 0,05$).

APÊNDICE XI

Quadro 11 – Quadro resumo da análise de regressão para o desdobramento de período dentro dos tratamentos com e sem revestimento para a atividade da Polifenoloxidase a $0^{\circ}\text{C}\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ e 95% UR.

Períodos (dias)	Tratamentos*	
	Com revestimento	sem revestimento
0	0,8413b	0,9346a
5	0,9400b	0,9793a
10	1,0800a	1,0240b
15	0,9560b	0,9866a
20	1,0560a	0,9600b
25	1,1553a	1,0193b
30	1,1526a	1,0786b

*Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem entre si ($p < 0,05$).

APÊNDICE XII

Quadro 12 – Quadro resumo da análise de regressão para o desdobramento de período dentro dos tratamentos com e sem revestimento para a atividade da Polifenoloxidase a $5^{\circ}\text{C}\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ e 95% UR.

Períodos (dias)	Tratamentos*	
	com revestimento	sem revestimento
0	0,8426a	0,8206b
5	0,9246a	0,9320a
10	1,0460b	1,0653a
15	1,1146a	1,0306b

*Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem entre si ($p < 0,05$).

APÊNDICE XIII

Quadro 13 – Quadro resumo da análise de regressão para o desdobramento de período dentro dos tratamentos com e sem revestimento para a atividade da Peroxidase a $0^{\circ}\text{C}\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ e 95% UR.

Períodos (dias)	Tratamentos*	
	Com revestimento	sem revestimento
0	2,5833a	2,4033a
5	5,9166a	4,4416b
10	5,7166a	5,1000b
15	4,2000a	4,5000a
20	5,8333a	5,8000a
25	8,0500a	6,5166b
30	7,3500a	6,3333b

*Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem entre si ($p < 0,05$).

APÊNDICE XIV

Quadro 14 – Quadro resumo da análise de regressão para o desdobramento de período dentro dos tratamentos com e sem revestimento para a atividade da Peroxidase a $5^{\circ}\text{C}\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ e 95% UR.

Períodos (dias)	Tratamentos*	
	com revestimento	sem revestimento
0	2,6833a	2,4633a
5	6,6500a	3,9000b
10	6,8000a	4,8333b
15	6,3000a	5,0000b

*Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem entre si ($p < 0,05$).

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)