



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

KARINA CZAIKOSKI

**ARMAZENAMENTO E PROCESSAMENTO DA SOJA TIPO HORTALIÇA**

---

Londrina  
2011

KARINA CZAIKOSKI

**ARMAZENAMENTO E PROCESSAMENTO DA SOJA TIPO HORTALIÇA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos, nível Mestrado, da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência de Alimentos.

Orientador: Dra. Elza Louko Ida  
Co-orientadora: Dra. Mercedes C. Carrão-Panizzi

Londrina  
2011

**Catálogo elaborado pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca  
Central da Universidade Estadual de Londrina**

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)**

C998a Czaikoski, Karina.  
Armazenamento e processamento da soja tipo hortaliça / Karina  
Czaikoski. – Londrina, 2011.  
97 f. : il.

Orientador: Elza louko Ida.

Co-orientador: Mercedes Concordia Carrão-Panizzi.

Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Universidade  
Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-  
Graduação em Ciência de Alimentos, 2011.

Inclui bibliografia.

1. Soja – Armazenamento – Teses. 2. Soja – Processamento – Teses. 3.  
Soja como alimento – Teses. 4. Soja – Hortaliças – Teses. I. Ida, Elza louko.  
II. Carrão-Panizzi, Mercedes Concordia. III. Universidade Estadual de  
Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em  
Ciência de Alimentos. III. Título.

CDU 664.6/.7

KARINA CZAIKOSKI

## **ARMAZENAMENTO E PROCESSAMENTO DA SOJA TIPO HORTALIÇA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos, nível Mestrado, da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência de Alimentos.

### **BANCA EXAMINADORA**

---

Profa. Dra. Elza Louko Ida  
UEL – Londrina – PR

---

Prof. Dr. Manoel Soares Soares Júnior  
UFG – GO

---

Dr. Marcelo Alvares de Oliveira  
Embrapa Soja – Londrina – PR

Londrina, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ 2011.

*Aos meus pais Paulo e Marilene, meu esposo  
Luiz Antonio e minhas irmãs Paula e Aline, pelo amor,  
carinho, dedicação, incentivo e alegrias a mim  
proporcionados, sem todos vocês nada disto faria  
sentido.*

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, pelo dom da vida, pela minha capacidade de cumprir cada etapa deste trabalho e por todas as coisas maravilhosas que Ele sempre me proporcionou.

À Profa Dra Elza Louko Ida pela orientação, compreensão e pelos ensinamentos que contribuíram para a minha formação profissional, crescimento científico e intelectual.

A Dr<sup>a</sup> Mercedes C. Carrão-Panizzi, pesquisadora da Embrapa Soja, pela sua co-orientação.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) pelo auxílio financeiro.

À Josemeyre Bonifácio da Silva pela sua valiosa contribuição para finalização deste trabalho.

À Universidade Estadual de Londrina (UEL), em particular ao Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos pela oportunidade do desenvolvimento deste trabalho e obtenção do título de Mestre.

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA-CNPSO) Londrina-PR, pelo fornecimento de amostras e laboratórios.

Ao meu querido amigo Alisson dos Reis Canto, pela amizade imensurável, bom-humor, companhia, incentivo e contribuição na execução da parte experimental. Amigo igual a este nunca mais encontrarei.

À minha querida amiga Marcela Moreira Terhaag, pela amizade, companheirismo, valiosos conselhos e incentivo.

Ao pessoal da cozinha experimental, Maria do Carmo Gomes Clemente e Ivone Choucino Silva, e do laboratório de melhoramento da EMBRAPA, em especial ao Rodrigo Santos Leite, pela ajuda para que este trabalho fosse concluído e pelos momentos de descontração.

Aos amigos Camila Melo Araújo de Moura, Fernanda Assumpção Fiorda, Denis Fabrício Marchi, Luciana Reis Fontinelle Souto, Luciane Yuri Yoshiara, Michele Rosset, Neide Kiyoko Kondo Kamizake, Rafael Mizubuti Brito e Tatiana Colombo Pimentel pela convivência e momentos felizes.

Aos professores e colegas do Programa de Mestrado e Doutorado em Ciência de Alimentos pelo aprendizado, companheirismo e momentos de descontração.

Aos funcionários dos laboratórios do DCTA pela contribuição no desenvolvimento das atividades laboratoriais. Um agradecimento especial à Sandra Rezende por sua pronta resposta e profissionalismo com que sempre me atendeu.

Ao Márcio Alves de Lima Praxedes técnico do laboratório de Solos Agronomia UEL, pela ajuda na determinação do teor de zinco.

Ao Adair Vicente Carneiro da EMBRAPA Soja pela ajuda com as fotos para análise de cor das conservas.

Aos amigos do UNICENTRO pelo estímulo e conselhos, em especial ao professor Osmar Roberto Dalla Santa e Katielle Rosalva Voncik Córdova.

CZAIKOSKI, Karina. **Armazenamento e processamento da soja tipo hortaliça**. 2011. 97 p. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2011.

## RESUMO

A soja tipo hortaliça é colhida no estágio de maturação R6 quando os grãos atingem 80% de sua maturidade e estão desenvolvidos totalmente, porém de coloração verde e imaturos. Os objetivos deste trabalho foram avaliar o efeito do tempo e temperatura de armazenamento sobre as características do grão de soja tipo hortaliça BRS 267 minimamente processado e estabelecer alguns parâmetros para o desenvolvimento de conserva ácida utilizando dois delineamentos composto central rotacional 2<sup>2</sup>. No primeiro delineamento foi investigado o efeito da adição de zinco na salmoura e tempo de pasteurização sobre o teor de zinco e estabilidade de cor dos grãos em conserva. No segundo, foi investigado o efeito da adição de sacarose na salmoura e tempo de pasteurização sobre a estabilidade de cor dos grãos em conserva. A partir dos delineamentos foram desenvolvidas duas conservas e avaliadas as propriedades físicas e químicas e comparadas com os grãos *in natura* e controle. A avaliação do efeito do tempo e temperatura de armazenamento dos grãos de soja tipo hortaliça minimamente processada para manutenção dos atributos teor de vitamina C, cor e peso dos grãos indicou que a melhor condição de armazenamento foi a temperatura de 5°C por 3 dias. Em relação a conserva, no primeiro delineamento foi confirmado que apenas a concentração de zinco na salmoura influenciou o teor de zinco dos grãos em conserva e a esterilidade comercial foi atingida. Enquanto que no segundo a concentração de sacarose na salmoura e tempo de pasteurização influenciaram na tonalidade cromática dos grãos em conserva e a esterilidade comercial foi atingida. A melhor formulação de conserva de grãos de soja tipo hortaliça em pH 3,9 foi obtida com adição de 3,43 g de sacarose, 6 g de cloreto de sódio e 0,29 g de cloreto de cálcio em 100 mL de salmoura com obtenção de uma conserva com melhores características de qualidade quanto a dureza, cor e teor de proteínas, carboidratos, lipídios, isoflavonas totais, glicose e frutose.

**Palavra-chave:** Soja tipo hortaliça. Armazenamento. Conserva. Zinco. Sacarose. Processamento mínimo.

CZAIKOSKI, Karina. **Storage and processing of vegetable type soybean**. 2011. 97 p. Dissertation (Master's Degree in Food Science) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2011.

## **ABSTRACT**

Vegetable type soybean is harvested at maturity stage R6 when the grains reach 80% of its mature and are fully developed, but with color green and immature. The objectives of this work were to evaluate the effect of time and temperature of storage on the characteristics of vegetable type soybean cultivar BRS 267 minimally processed and to establish some parameters for the development of acid canned using two central composite designs 2<sup>2</sup>. In the first experiment was investigated the effect of zinc supplementation in brine and time pasteurization on the zinc content and in the color stability of the canned grains. In the second, we investigated the effect of adding sucrose in brine and time pasteurization in the color stability of the canned grains and microbiological characteristics. From of the designs were developed two canned and evaluated physical and chemical properties and compared with the in natura grains and control. The evaluation of effect of time and temperature of storage of vegetable type soybeans minimally processed to maintain the attributes vitamin C, color and weight of grains indicated that the best storage condition was at 5 °C for 3 days. Regarding the canned, in the first experiment was confirmed that only the zinc concentration in the brine influence the zinc content of the canned grains and the commercial sterility was achieved. While in the second, sucrose concentration in the brine and pasteurization time influenced the color hue of the canned grains and commercial sterility was also achieved. The best formulation of vegetable type soybeans canned were obtained at pH 3.9 with addition of 3,43 g of sucrose, 6 g sodium chloride and 0.29 g of calcium chloride in 100 mL of brine with to obtain of a canned with better quality features as hardness, color and content of protein, carbohydrates, lipids, total isoflavones, glucose and fructose.

**Keywords:** Vegetable type soybean. Storage. Canned. Zinc. Sucrose. Minimal processing.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Estrutura do ácido fítico.....	25
<b>Figura 2</b> – Classes e estrutura química de isoflavonas na soja .....	28
<b>Figura 3</b> – Fluxograma do processamento mínimo dos grãos de soja tipo hortaliça da cultivar BRS 267 colhida em R6 .....	37
<b>Figura 4</b> – Procedimentos gerais para o desenvolvimento das conservas de soja tipo hortaliça .....	40
<b>Figura 5</b> – Esquema do sistema para fotografia.....	47

### ARTIGO B

<b>Figura 1</b> – Modelo de regressão linear simples para ppm de zinco nos grãos de soja tipo hortaliça em conserva como uma função de $X_1$ (ppm de zinco na salmoura).....	81
<b>Figura 2</b> – Modelo de superfície de resposta para graus de tonalidade cromática dos grãos de soja tipo hortaliça em conserva como uma função de $X_1$ (ppm de zinco na salmoura) e $X_2$ (minutos de pasteurização).....	84
<b>Figura 3</b> – Modelo de superfície de resposta para ppm de zinco nos grãos de soja tipo hortaliça em conserva como uma função de $X_3$ (concentração de sacarose na salmoura) e $X_4$ (minutos de pasteurização) .....	87

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b>	– Teor de proteínas, aminoácidos, lipídios e ácidos graxos da soja tipo grão em base seca .....	18
<b>Tabela 2</b>	– Composição química de soja tipo hortaliça, tofu e ervilha .....	21
<b>Tabela 3</b>	– Perfil de carboidratos, em base seca, na soja tipo hortaliça e na soja tipo grão.....	23
<b>Tabela 4</b>	– Conteúdo de vitamina A e C na soja tipo hortaliça e soja tipo grão.....	23
<b>Tabela 5</b>	– Conteúdo dos diferentes isômeros de tocoferóis na soja tipo hortaliça e soja tipo grão .....	24
<b>Tabela 6</b>	– Matriz do planejamento composto central rotacional 2 <sup>2</sup> , com variáveis independentes (X1 e X2) das conservas de grãos de soja tipo hortaliça .....	42
<b>Tabela 7</b>	– Matriz do planejamento composto central rotacional 2 <sup>2</sup> , com variáveis independentes (X3 e X4) das conservas de grãos de soja tipo hortaliça .....	44
 <b>ARTIGO A</b>		
<b>Tabela 1</b>	– Teor de vitamina C de grãos de soja tipo hortaliça BRS 267 minimamente processados e armazenados em temperaturas de 5°C e 25°C, por 4 dias .....	64
<b>Tabela 2</b>	– Perda de peso de grãos de soja tipo hortaliça BRS 267 minimamente processada e armazenada em temperaturas de 5°C e 25°C por 4 dias .....	65
<b>Tabela 3</b>	– Parâmetros de cor de grãos de soja tipo hortaliça BRS 267 minimamente processada e armazenada em temperaturas de 5°C e 25°C por 4 dias .....	67
 <b>ARTIGO B</b>		
<b>Tabela 1</b>	– Níveis codificados e reais das variáveis independentes (X <sub>1</sub> e X <sub>2</sub> ) utilizadas no delineamento compostos central fatorial 2 <sup>2</sup> , com 4 pontos axiais. ....	75

<b>Tabela 2</b> –	Níveis codificados e reais das variáveis independentes ( $X_3$ e $X_4$ ) utilizadas no delineamento compostos central fatorial $2^2$ , com 4 pontos axiais. ....	76
<b>Tabela 3</b> –	Efeito das variáveis sobre a resposta $Y_1$ (ppm de zinco nos grãos em conserva) .....	79
<b>Tabela 4</b> –	Análise de variância para predição do teor de zinco nos grãos de soja tipo hortaliça em conserva.....	80
<b>Tabela 5</b> –	Efeito das variáveis sobre a resposta $Y_2$ (graus de tonalidade cromática dos grãos em conserva) .....	82
<b>Tabela 6</b> –	Análise de variância para predição dos graus de tonalidade cromática dos grãos de soja tipo hortaliça em conserva.....	83
<b>Tabela 7</b> –	Efeito das variáveis sobre a resposta $Y_3$ = graus de tonalidade cromática dos grãos em conserva .....	85
<b>Tabela 8</b> –	Análise de variância para predição da tonalidade cromáticas dos grãos de soja tipo hortaliça em conserva .....	86
<b>Tabela 9</b> –	Parâmetro físicos, dureza e tonalidade cromática, das conservas de soja tipo hortaliça 1 <sup>(1)</sup> , 2 <sup>(2)</sup> , controle <sup>(3)</sup> e dos grãos <i>in natura</i> , valores médios e desvio padrão <sup>(4)</sup> .....	88
<b>Tabela 10</b> –	Composição centesimal, em base seca, das conservas de soja tipo hortaliça 1 <sup>(1)</sup> , 2 <sup>(2)</sup> , controle <sup>(3)</sup> e dos grãos <i>in natura</i> , valores médios e desvio padrão <sup>(4)</sup> .....	90
<b>Tabela 11</b> –	Conteúdo de isoflavonas, em base seca, das conservas de soja tipo hortaliça 1 <sup>(1)</sup> , 2 <sup>(2)</sup> , controle <sup>(3)</sup> e dos grãos <i>in natura</i> , valores médios e desvio padrão <sup>(4)</sup> .....	91
<b>Tabela 12</b> –	Conteúdo de açúcares, em base seca, das conservas de soja tipo hortaliça 1 <sup>(1)</sup> , 2 <sup>(2)</sup> , controle <sup>(3)</sup> e dos grãos <i>in natura</i> , valores médios e desvio padrão <sup>(4)</sup> .....	92

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>15</b>
2.1	OBJETIVO GERAL	15
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
<b>3</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b>	<b>16</b>
3.1	ORIGEM, PRODUÇÃO E CONSTITUINTES DA SOJA	16
3.2	SOJA TIPO HORTALIÇA	18
3.2.1	Proteínas e Aminoácidos Livres	21
3.2.2	Carboidratos	22
3.2.3	Vitaminas	23
3.2.4	Ácido Fólico	24
3.2.5	Inibidores de Tripsina	25
3.2.6	Isoflavonas	26
3.3	PROGRAMAS DE MELHORAMENTO PARA SOJA TIPO HORTALIÇA	26
3.4	PÓS-COLHEITA E PROCESSAMENTOS DA SOJA TIPO HORTALIÇA	29
3.4.1	Conserva	30
3.4.2	Processamento Mínimo	33
<b>4</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b>	<b>35</b>
4.1	MATÉRIA-PRIMA	35
4.2	PLANTIO E COLHEITA	35
4.3	BRANQUEAMENTO E ARMAZENAMENTO DAS VAGENS	35
4.4	EFEITO DO TEMPO E DA TEMPERATURA DE ARMAZENAMENTO SOBRE AS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS DOS GRÃOS DE SOJA DA CULTIVAR BRS 267 COLHIDOS EM R6 E MINIMAMENTE PROCESSADOS	36
4.4.1	Planejamento Experimental	36
4.4.2	Procedimentos Analíticos	38
4.4.2.1	Determinação do teor de vitamina C	38
4.4.2.2	Perda de peso	38
4.4.2.3	Determinação da cor dos grãos de soja tipo hortaliça	38

4.5	FORMULAÇÃO DA CONSERVA A BASE DE SOJA TIPO HORTALIÇA .....	39
4.5.1	Delineamento Experimental para Estudo do Efeito da Concentração de Zinco e do Tempo de Pasteurização nas Características Físico-químicas das Conservas .....	41
4.5.2	Delineamento Experimental para Estudo do Efeito da Concentração de Sacarose e Tempo de Pasteurização nas Características Físico-químicas das Conservas .....	43
4.5.3	Validação dos Modelos Delineados.....	43
4.5.4	Avaliação das Conservas de Soja Tipo Hortaliça e Comparação com os Grãos in natura .....	44
4.5.5	Procedimentos Analíticos .....	45
4.5.5.1	Determinação do teor de zinco.....	45
4.5.5.2	Determinação da dureza .....	45
4.5.5.3	Determinação da cor .....	46
4.5.5.4	Teste de esterilidade comercial para produtos ácidos .....	47
4.5.5.5	Extração e determinação de isoflavonas por HPLC .....	47
4.5.5.6	Extração e determinação de açúcares por HPLC.....	48
4.5.5.7	Determinação da composição centesimal .....	49
<b>5</b>	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>50</b>
<b>6</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>58</b>
6.1	ARTIGO A: EFEITO DO TEMPO E TEMPERATURA DE ARMAZENAMENTO SOBRE AS CARACTERÍSTICAS DO GRÃO DE SOJA TIPO HORTALIÇA MINIMAMENTE PROCESSADO.....	59
6.2	ARTIGO B: EFEITO DA SALMOURA COM ZINCO OU COM SACAROSE E TEMPO DE PASTEURIZAÇÃO NO DESENVOLVIMENTO DE CONSERVA DE GRÃOS DE SOJA TIPO HORTALIÇA .....	71
<b>7</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>96</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A soja é uma leguminosa rica em proteínas de alto valor biológico quando comparada com diversos grãos. Em 1999 foi aprovada pela FDA (Food and Drug Administration) a alegação que a ingestão de 25 g de proteínas de soja ou 60 g de grãos ou farinha de soja por dia, pode reduzir o risco de doenças cardiovasculares, desde que seja consumida como parte de uma dieta com baixo teor de gordura e colesterol. Além disso, por meio de diversos estudos, tem-se constatado sua relação com a redução de risco de câncer, osteoporose, diabetes e sintomas da menopausa (PAIVA et al., 2006; LAUDANNA, 2006; SHAMSUDDIN, 2002; HARBONE; WILLIAMS, 2000; ISANGA; ZHANG, 2008; LIU, 2004).

Soja tipo hortaliça é o grão comum com características especiais, o qual é colhido ainda na forma imatura quanto ao seu desenvolvimento. Neste estágio os grãos ocupam de 80 a 90% da largura das vagens e ainda tem coloração verde (KONOVSKY; LUMPKIN; MCCLARY, 1994; LIU, 2004).

Por ser um grão imaturo, a soja tipo hortaliça apresenta características distintas da soja tipo grão. É superior em sabor, textura, aparência, facilidade de cozimento e conteúdo vitamínico, e ainda contém baixos níveis de lipoxigenases e fatores antinutricionais, tais como, inibidor de tripsina e oligossacarídeos indigeríveis (LIU, 2004).

Mundialmente, a soja tipo hortaliça apresenta cultivo reduzido em relação a soja tipo grão, mas é muito popular no Leste da Ásia. Geralmente o grão imaturo é consumido como aperitivo, mas também como vegetal, sendo adicionado a sopas ou transformado em doces (KONOVSKY; LUMPKIN; MCCLARY, 1994). No Brasil, que é um país de clima tropical e onde o hábito de tomar chope também é popular, a soja tipo hortaliça, como acompanhante, poderia ter boa aceitabilidade e constituir um hábito alimentar saudável (CARRÃO-PANIZZI, 2006).

Porém, sabe-se que a soja tipo hortaliça é um grão que sofre um decaimento brusco em suas qualidades sensoriais, como sabor e aparência, em decorrência de sua elevada taxa de respiração, dessa forma o desenvolvimento de diferentes formas de processamento se faz necessário para tentar driblar este problema e estender seu prazo de consumo (CHIBA, 1991; LIU, 2004).

A formulação de uma conserva a base deste grão apresenta grande potencial devido suas características especiais, podendo assim, esse processo,

constituir um meio para desenvolvimento de um produto diferenciado, para retardar sua perda de qualidade e também para intensificar sua comercialização e consumo no mercado brasileiro (MOZZONI et al., 2009; BARCELOS et al., 1999a).

Qualquer conserva deve passar por tratamento térmico, para assegurar a segurança alimentar do produto, contudo este é um processo que pode causar perdas inevitáveis em atributos de qualidade, tal como a coloração dos grãos, que para a soja tipo hortaliça é um dos principais para sua aceitabilidade (BARCELOS et al., 1999b; BRASIL, 1977; SILVA et al., 2007; ABBATEMARCO; RAMASWAMY, 1994). Desta forma o estudo de substâncias que podem ajudar na manutenção da coloração, tais como íons metálicos zinco e sacarose, se fazem importante, para obtenção de um produto sensorialmente atrativo (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010; LETRA et al., 2007). O processo de adição de íons metálicos zinco é muito empregado para manutenção da coloração verde de vegetais enlatados, contudo, seu conteúdo total no produto final não deve exceder 75 ppm segundo a FDA. Assim, é importante definir a quantidade adequada que pode ser adicionada de zinco na salmoura da conserva, para obdecer a regulamentação da FDA (FEDERAL REGISTER, 1986).

Outra forma para viabilizar e estimular o consumo da soja tipo hortaliça seria o processamento mínimo dos grãos, visto que este processo tem se mostrado uma ótima alternativa para o consumidor que busca facilidade no preparo de alimentos (MORETTI, 2007). Embora, a soja tipo hortaliça seja amplamente investigada no Japão e Taiwan, devido a tradição e elevado consumo, no Brasil pesquisas sobre esta hortaliça ainda são incipientes e necessitam de mais investigações pricipalmente devido os seus valores nutritivo e funcional, pois este importante alimento vegetal poderá ter, num futuro próximo, um consumo global significativamente aumentado.

Considerando todos os benefícios nutricionais, a superioridade sensorial em relação a soja tipo grão e a alta perecibilidade da soja tipo hortaliça, é essencial a busca de métodos de armazenamento e processamento adequados para um melhor aproveitamento e criação de novas formas de consumo.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Investigar o efeito do tempo e da temperatura de armazenamento sobre as características dos grãos de soja tipo hortaliça da cultivar BRS 267 minimamente processados para definir as condições ideais de armazenamento destes grãos embalados em bandejas de isopor envoltas por filme PCV.

Desenvolver uma conserva com pH 3,9 a base de grãos de soja tipo hortaliça da cultivar BRS 267.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Investigar o efeito da adição de zinco, na forma de acetato de zinco, na salmoura e tempo de pasteurização sobre o teor de zinco e estabilidade de cor dos grãos de soja tipo hortaliça em conserva.

Avaliar o efeito da adição de sacarose na salmoura e tempo de pasteurização na estabilidade de cor dos grãos de soja tipo hortaliça em conserva.

Caracterizar quanto à dureza, tonalidade cromática, composição centesimal, teor de isoflavonas e açúcares os grãos de soja tipo hortaliça em conserva.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 ORIGEM, PRODUÇÃO E CONSTITUINTES DA SOJA

A soja (*Glycine max* L. Merrill) é considerada uma planta milenar e existem relatos sobre o início do cultivo há cerca de 5000 anos no norte da China, porém o grão cultivado atualmente é muito diferente dos seus ancestrais, que foram oriundos do cruzamento de duas espécies de soja selvagem (EMBRAPA, 2009; LIU, 2004).

A introdução da soja na Europa e na América do Norte ocorreu no século XVIII. A produção em larga escala nos Estados Unidos ocorreu em 1900 (LIU, 2004). No Brasil, os relatos do plantio da soja datam de 1882 na Bahia e em 1914 no Rio Grande do Sul, quando começou a ser produzida como cultura de verão nas áreas de cultivo de trigo (ANUÁRIO BRASILEIRO DE SOJA 2000, 2000).

Na safra 2010/11, a área plantada no Brasil com grãos de soja totalizou 24,16 milhões de hectares e corresponde a um aumento de 2,9% ou 0,69 milhões de hectares em relação a safra anterior. O maior crescimento foi observado na região Centro-Oeste com 278,3 mil hectares, seguido pela região Sul com 232,6 mil hectares. As demais regiões também apresentaram um crescimento nas áreas cultivadas com esta oleaginosa, sendo que o Nordeste apresentou crescimento de 78,5 mil hectares, o Norte 59,9 mil hectares e Sudeste 40,9 mil hectares. Na região Sul o maior responsável pelo aumento das áreas cultivada com soja foi o Rio Grande do Sul com 108,6 mil hectares a mais que a cultivada em 2009/10, seguido pelo Paraná com aumento de 105,4 mil hectares. Contudo o Paraná continua como o segundo estado com maior área cultivada com grãos de soja, sendo está igual a 4,59 milhões de hectares, perdendo apenas para o Mato Grosso com 6,4 milhões de hectares (BRASIL, 2011).

No ano de 2011, a produção estimada de grãos de soja foi de 74,99 milhões de toneladas, cerca de 9,2% ou 6,3 milhões de toneladas superior à produção de 68,69 milhões de toneladas atingidas no ciclo anterior. O fator climático foi o principal responsável por este resultado (BRASIL, 2011).

Na região Sul, a produção em 2011 foi de 28,52 milhões de toneladas, deste montante cerca de 15,42 milhões de toneladas foi proveniente do Paraná, o qual apresentou um rendimento de 3360 kg de grãos de soja/ha, assim

permaneceu no patamar de segundo maior produtor deste grão no Brasil (BRASIL, 2011).

No contexto mundial, a demanda por soja no período de 2005 a 2015, deverá apresentar crescimento de 3,2%, passando do nível de 268 para 384 milhões de toneladas. Para suprir essa demanda será necessária a incorporação de 71,5 milhões de toneladas na produção mundial de soja, desse total 66,4 milhões de toneladas serão provenientes de países exportadores como Brasil, Argentina e EUA, sendo que 56,6 milhões de toneladas provavelmente sairão do Brasil (BRASIL, 2007a).

A soja é considerada como a mais importante espécie pertencente à família das leguminosas, apresentando grãos ovais, geralmente com casca de cor amarela, mas algumas podem ser verde, marrom escuro ou preta. Normalmente a soja é colhida, armazenada e comercializada em seu estágio reprodutivo R8, quando apresenta teor de umidade abaixo de 14% e 95% das vagens exibem coloração amarelada (LIU, 2004; OBATOLU; OSHO, 2006; McWILLIAMS *et al.* apud KIM *et al.*, 2006).

A composição desse grão é dependente de vários fatores, como cultivar, época de semeadura, localização geográfica e estresse ambiental. Geralmente, cerca de 60% do grão, em matéria seca, é composto de proteínas (40%) e lipídios (20%), sendo o restante constituído de 35% de carboidratos e 5% de cinzas (LIU, 2004).

Seu elevado conteúdo protéico em relação aos cereais e outras espécies de leguminosas, é um dos fatores que faz com que a cultura de soja seja bastante vantajosa, pois seu rendimento de proteína por área ultrapassa o de qualquer outra cultura. Além de ser a segunda leguminosa com o maior conteúdo de óleo (LIU, 2004).

O teor de proteínas e óleo é elevado em quantidade e qualidade (Tabela 1). Em relação à composição de ácidos graxos, estão inclusos, oléico, linoléico e linolênico, sendo os dois últimos essenciais para o organismo humano. O conteúdo protéico é composto por todos os aminoácidos essenciais, os quais muitas vezes apresentam-se em quantidades que equivalem ao requerido como dose diária para humanos e animais, com exceção dos aminoácidos sulfurados (LIU, 2004).

**Tabela 1** – Teor de proteínas, aminoácidos, lipídios e ácidos graxos da soja tipo grão em base seca

<b>Componentes</b>		<b>Teor</b>	
<b>Proteína (%)</b>		30-50	
Composição de aminoácidos não essenciais (g 100 g <sup>-1</sup> de grãos)	Alanina	1,49-1,87	
	Arginina	2,45-3,49	
	Ácido aspártico	3,87-4,98	
	Ácido glutâmico	6,10-8,72	
	Glicina	1,88-2,02	
	Cisteína	0,56-0,66	
	Prolina	1,88-2,61	
	Serina	1,81-2,32	
	Composição de aminoácidos essenciais (g 100 g <sup>-1</sup> de grãos)	Histidina	0,89-1,08
		Isoleucina	1,46-2,12
		Leucina	2,71-3,20
		Lisina	2,35-2,86
		Metionina	0,49-0,66
		Fenilalanina	1,70-2,08
Treonina		1,33-1,79	
<b>Lipídios (%)</b>	Triptofano	0,47-0,54	
	Tirosina	1,12-1,62	
	Valina	1,52-2,24	
		12-30	
	Composição de ácidos graxos (% relativa do total de lipídios)	Ácido palmítico	4-23
		Ácido esteárico	3-30
Ácido oléico		25-86	
Ácido linoléico		25-60	
Ácido linolênico		1-15	

Fonte: Liu (2004).

A maior parte das substâncias encontradas na soja que anteriormente eram vistas como agentes anti-nutricionais, como por exemplo, as saponinas, alguns oligossacarídeos, fitatos e inibidor de tripsina, hoje são muito estudadas como agentes fitoquímicos, e tem sido associadas a diversos benefícios para humanos, como a redução do colesterol, dos acilglicerídeos, na prevenção de doenças crônico-degenerativas, câncer e até mesmo como um agente antioxidante (LIU, 2004; OBATOLU; OSHO, 2006; FRIEDMAN; BRANDON, 2001).

### 3.2 SOJA TIPO HORTALIÇA

Há séculos, a soja é muito comum em países asiáticos, e uma das formas de seu consumo é quando esta se encontra ainda verde. Esta forma é comumente conhecida como soja verde, soja tipo hortaliça, soja imatura ou soja tipo

vegetal e denominada de *mau dou* na China, e *edamame* no Japão (LIU, 2004; CARRÃO-PANIZZI, 2006; WSZELAKI, 2005). O consumo ocorre quando a soja é colhida no estágio de desenvolvimento R6, o qual corresponde ao período de maturação onde os grãos apresentam aproximadamente 80% de seu desenvolvimento, as vagens estão completamente preenchidas, porém os grãos ainda apresentam coloração verde (FERH et al., 1971; RAO; BHAGSARI; MOHAMED, 2002).

Os grãos maiores de soja tipo hortaliça, devido ao seu conteúdo de umidade elevado e seleção genotípica, são considerados como sendo superior em sabor, textura e facilidade de cozimento, quando comparados com a soja tipo grão. Estas características são influenciadas pela variação da composição química que o grão apresenta, devido ao diferente tempo de colheita, cultivar, época de crescimento e condições de estocagem (LIU, 2004; CARRÃO-PANIZZI, 2006; KONOVSKY; LUMPKIN; MCCLARY, 1994).

Os parâmetros usados para avaliar a qualidade da soja tipo hortaliça incluem aparência, qualidades sensoriais (sabor, *flavor* e textura) e qualidade nutricional (TSOU; HONG, 1991).

O principal atributo de qualidade das vagens de soja tipo hortaliça é a aparência. A coloração deve ser verde brilhante, com pubescência cinza ou ausência desta, preferivelmente esparsa e suave, hilo cinza ou amarelo claro e quanto ao tamanho, as vagens devem ter em média 5 cm de comprimento e 1,4 cm de largura e pelo menos dois grãos por vagem (LIU, 2004).

Já quanto ao sabor, a soja tipo hortaliça apresenta-se com maior suavidade que a soja tipo grão. Os componentes de maior importância são doçura e *savory*, o qual é constituído pelo sabor, odor e textura. A doçura é decorrente, predominantemente, do conteúdo de sacarose, o qual é maior no início do desenvolvimento do grão e decai com a maturação. No entanto, a maltose, um dos açúcares presentes na soja, é de grande relevância para a soja tipo hortaliça, pois é 0,4 vezes mais doce do que a sacarose e tem gosto residual melhor. Dessa forma a soja tipo hortaliça que contém maltose e sacarose, é mais saborosa do que a soja sem ou com pouca quantidade de maltose (LIU, 2004; MASUDA, 2004). Já o *savory* é, possivelmente, referente à presença de aminoácidos livres, tal como o ácido glutâmico e alanina (LIU, 2004; MASUDA et al. apud KONOVSKY; LUMPKIN; MCCLARY, 1994).

O sabor de feijão cru, relacionado com a soja, é formado por diversos compostos voláteis, tais como 1-octen-3-ol, 1-hexanol, hexanal, 1-pentanol, (E)-3-hexen-1-ol, 2-hepta-nona e 2-pentilfurano, estes se formam por meio de oxidação de ácidos graxos insaturados, processo que é intensificado pela atividade da enzima lipoxigenase (LIU, 2004; KONOVSKY; LUMPKIN; MCCLARY, 1994). Na soja tipo hortaliça esse sabor se encontra menos intenso, pois nesse estágio a atividade da lipoxigenase encontra-se menos pronunciada, o que acarreta menor teor de ácidos graxos oxidados (LIU, 2004; MOHAMED; RANGAPPA, 1992). Além de que, o menor conteúdo de isoflavonas e saponinas, também influem beneficemente no sabor diferenciado da soja tipo hortaliça, tornando-o menos amargo e adstringente (LIU, 2004).

Em adição aos compostos voláteis responsáveis pelo sabor de feijão cru, existem outros que estão correlacionados com a qualidade da soja tipo hortaliça, como cis-jasmona, (Z)-3-hexenil-acetato, linalool e acetofenona. Porém, estes compostos são responsáveis pelo aroma, considerado agradável, de *flower-likes*, quando o grão de soja sofre o processo de cocção (MASUDA, 1991; LIU, 2004).

O padrão de textura para a soja tipo hortaliça não se encontra bem definido, sabe-se que a idade dos tecidos e seleção genotípica contribui para uma textura mais macia da soja tipo hortaliça, contudo existem diversos outros fatores que a afetam e por isso esta característica apresenta natureza bastante complexa. Para o consumo final, a textura das vagens e dos grãos pode ser controlada por meio do tempo de cozimento (LIU, 2004, MASUDA, 1991; TSOU; HONG, 1991).

E por fim, a soja tipo hortaliça além de ser superior sensorialmente é altamente nutritiva quando comparada com o *tofu* e outras leguminosas como a ervilha (Tabela 2). Destaca-se como fonte de energia, proteínas, minerais e fibras, além de conter quantidade significativas de vitamina C, E e A e conteúdo de agentes anti-nutricionais reduzidos (LIU, 2004; TSOU; HONG, 1991; MASUDA, 1991).

**Tabela 2** – Composição química de soja tipo hortaliça, *tofu* e ervilha

Componente	Soja tipo hortaliça	<i>Tofu</i>	Ervilha
Energia (Kcal 100 g <sup>-1</sup> )	582,0	77,0	96,0
Água (g 100 g <sup>-1</sup> )	71,1	86,8	75,7
Proteínas (g 100 g <sup>-1</sup> )	11,4	6,8	7,3
Lipídios (g 100 g <sup>-1</sup> )	6,6	5,0	0,2
Carboidratos (g 100 g <sup>-1</sup> )	7,4	0,8	13,0
Fibra (g 100 g <sup>-1</sup> )	1,9	-	2,9
Fibra dietética (g 100 g <sup>-1</sup> )	15,6	-	6,3
Cinzas (g 100 g <sup>-1</sup> )	1,6	0,6	0,9
Cálcio (mg 100 g <sup>-1</sup> )	70,0	120,0	28,0
Fósforo (mg 100 g <sup>-1</sup> )	140,0	85,0	70,0
Ferro (mg 100 g <sup>-1</sup> )	1,7	1,4	1,9
Sódio (mg 100 g <sup>-1</sup> )	1,0	3,0	3,0
Potássio (mg 100 g <sup>-1</sup> )	140,0	85,0	70,0
Vitamina A (mg 100 g <sup>-1</sup> )	100,0	-	360,0
Vitamina B1 (mg 100 g <sup>-1</sup> )	0,27	0,07	0,25
Vitamina B2 (mg 100 g <sup>-1</sup> )	0,14	0,03	0,12
Niacina (mg 100 g <sup>-1</sup> )	1,0	0,1	1,9
Vitamina C (mg 100 g <sup>-1</sup> )	27,0	-	18,0

**Fonte:** Masuda (1991).

### 3.2.1 Proteínas e Aminoácidos Livres

Como na soja tipo grão, as proteínas são os principais componentes presentes na soja tipo hortaliça, contudo, neste grão o conteúdo total deste componente é relativamente menor (LIU, 2004). Em um estudo conduzido por Rao, Bhagsari e Mohamed (2002), nos Estados Unidos, estudaram 11 cultivares de soja tipo hortaliça e foi verificado que estas apresentaram 86% do conteúdo total de proteínas da soja tipo grão. Este fato ocorre porque durante o processo de maturação existe a síntese de proteínas, sendo que o conteúdo máximo é atingido com o fim deste processo. Desta forma, o total de proteínas da soja tipo hortaliça é relativamente menor, pois esta é colhida quando o grão ainda não alcançou completamente a maturação (LIU, 2004). Porém, apesar do menor teor de proteínas,

a quantidade reduzida de fatores anti-nutricionais e o conteúdo de umidade elevado, fazem com que a soja tipo hortaliça apresente elevada eficiência protéica quando comparada ao grão maduro (LIU, 2004).

Em relação aos aminoácidos livres, o nível no grão é controlado pelo balanço entre a síntese de proteínas e o suprimento de aminoácidos de diferentes partes da planta. As análises do perfil de aminoácidos livres indicam que seu conteúdo no grão imaturo é maior, demonstrando que no processo de maturação existe uma diminuição global no conteúdo total de aminoácidos livres, sendo este um dos fatores que explicam o motivo pelo qual a soja tipo hortaliça tem um sabor melhor (LIU, 2004; MASUDA, 1991).

### 3.2.2 Carboidratos

A metade do conteúdo total dos carboidratos da soja é de natureza não estrutural, e incluem carboidratos de baixo peso molecular, oligossacarídeos e amido, já a outra metade são os polissacarídeos estruturais como celulose, hemicelulose e pectina (LIU, 2004; KIM et al., 2006). O padrão de carboidratos da soja tipo hortaliça é diferente da soja tipo grão (Tabela 3) (TSOU; HONG, 1991). Segundo Kim et al. (2006) os carboidratos da soja são frutose, glicose, maltose, sacarose, rafinose e estaquiose. A sacarose é um dos principais açúcares da soja tipo hortaliça, podendo ser detectada logo nos estádios iniciais de desenvolvimento e decai à medida que o grão atinge a maturidade. O conteúdo de açúcares simples é alto, o de oligossacarídeos, como a rafinose e a estaquiose é baixo e o teor de amido não ultrapassa 10% do peso seco do grão imaturo, porém é maior do que no grão maduro (LIU, 2004; KUMAR; RANI; CHAUHAN, 2007; TSOU; HONG, 1991).

Os oligossacarídeos rafinose e estaquiose foram considerados por muitos anos como compostos anti-nutricionais por causarem flatulência, dores abdominais e diarreia após seu consumo, devido à falta da enzima  $\alpha$ -galactosidase em animais monogástricos e em humanos (BRASIL, 2007b; VIANA et al., 2005). Entretanto, nas últimas décadas a rafinose e estaquiose tem sido consideradas como prebióticos. Estes que são componentes alimentares não digeríveis, que beneficiam a saúde do hospedeiro por estimular seletivamente o crescimento ou atividade de um número limitado de bactérias no intestino. Também esses oligossacarídeos são associados a diversos benefícios, como redução da pressão

sanguínea, prevenção do aparecimento de câncer e aumento na produção de vitaminas e nutrientes (GIBSON; ROBERFROID, 1995; LIU, 2004).

**Tabela 3** – Perfil de carboidratos, em base seca, na soja tipo hortaliça e na soja tipo grão

Carboidrato	Soja tipo hortaliça (mg g <sup>-1</sup> )	Soja tipo grão (mg g <sup>-1</sup> )
Amido	83,20	0,66
Sacarose	99,14	62,05
Glicose	13,40	11,18
Frutose	8,95	0,73
Rafinose	0,16	14,85
Estaquiiose	0,95	25,38

Fonte: Tsou e Hong (1991).

### 3.2.3 Vitaminas

A soja tipo hortaliça apresenta elevado teor de vitamina A, C e E, sendo que o conteúdo das duas primeiras pode ser negligenciado na soja tipo grão (Tabela 4). A vitamina E, também conhecida como tocoferol, é encontrada em quantidades representativas nos dois estádios, diferenciando-se apenas no conteúdo total de seus isômeros (Tabela 5) (LIU, 2004).

**Tabela 4** – Conteúdo de vitamina A e C na soja tipo hortaliça e soja tipo grão

Vitamina	Conteúdo na soja tipo hortaliça (mg 100 g <sup>-1</sup> )	Conteúdo na soja tipo grão (mg 100 g <sup>-1</sup> )
A	0,46	0,12
C	40	2

Fonte: Liu (2004).

Essas vitaminas, além de atuarem como agentes nutritivos, também apresentam importantes propriedades antioxidantes (SIES; WILHELM, 1995). A ingestão de alimentos que apresentam quantidades expressivas de substâncias com funções antioxidantes é importante, pois diariamente estamos expostos a diversos compostos oxidantes que podem causar danos a biomoléculas, tais como lipídios,

proteínas e ácidos nucleicos, o que acarreta grande número de patologias, incluindo câncer e arteriosclerose (HARBORNE; WILLIAMS, 2000; FRITZ et al., 2003).

**Tabela 5** – Conteúdo dos diferentes isômeros de tocoferóis na soja tipo hortaliça e soja tipo grão

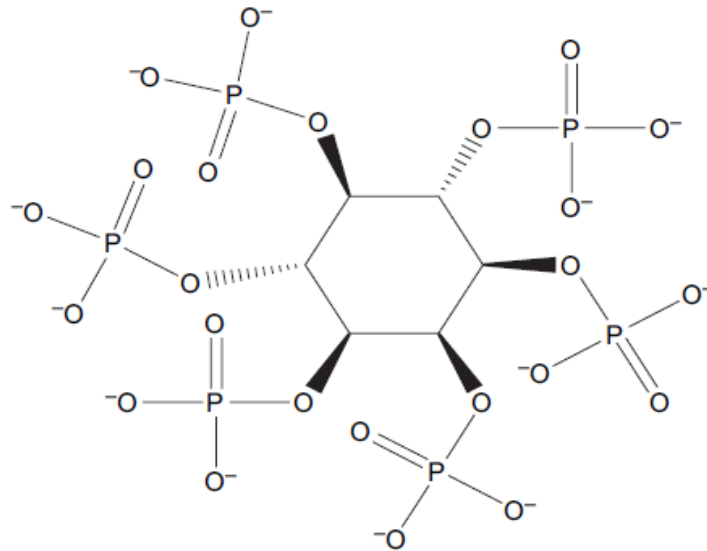
Isômero	Conteúdo na soja tipo hortaliça ( $\mu\text{g g}^{-1}$ )	Conteúdo na soja tipo grão ( $\mu\text{g g}^{-1}$ )
$\delta$ -	127,6	24,6 – 72,5
$\gamma$ -	84,1	150 – 191
$\alpha$ -	97,5	10,9 – 28,4

Fonte: Liu (2004).

### 3.2.4 Ácido Fítico

O ácido fítico (Figura 1) e seus sais (fitatos) são abundantes em cereais e leguminosas e, na maioria das plantas, representa a principal fonte de fósforo. Durante muitos anos o ácido fítico foi descrito como um dos fatores antinutricionais da soja, devido a sua complexação com fósforo, proteínas ou minerais como Ca, Mg, Zn e Fe, que diminui a biodisponibilidade desses minerais, e também contribui com a redução da atividade de certas enzimas do intestino (LIU, 2004; LIVINGSTONE et al., 2007; BOHN; MEYER; RASMUSSEN, 2008). Mais recentemente vários estudos indicaram a elevada capacidade antioxidante desta substância, por quelar metais, demonstrando o papel positivo do ácido fítico com relação à redução da incidência de câncer de cólon, diabetes, além de sua aplicação direta como agente antioxidante (SHAMSUDDIN, 2002; GRAF; EMPSON; EATON, 1987; LEE et al., 2005; LEE et al., 2006; LEE; HENDRICKS; CORNFORTH, 1998; LEE et al., 2007; ZHANG; SONG; WANG, 2005; HARBACH et al., 2007; SOARES et al., 2004).

Na soja tipo hortaliça a quantidade deste composto encontra-se reduzida, quando comparada com a soja tipo grão (LIU, 2004). Segundo Mebrahtu, Mohamed e Elmi (1997) o conteúdo de ácido fítico na soja tipo hortaliça e tipo grão foi descrito como,  $1,64 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$  e  $3,14 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ , respectivamente.

**Figura 1** – Estrutura do ácido fítico

Fonte: Isanga e Zhang (2008)

### 3.2.5 Inibidores de Tripsina

Os inibidores de tripsina são proteínas capazes de impedir a ação de algumas proteases, entre elas as enzimas digestivas. Juntamente com a estrutura quaternária compacta de suas principais proteínas de reserva, glicinina e  $\beta$ -conglucininina, os inibidores de tripsina são um dos fatores que contribuem para a baixa digestibilidade que as proteínas de soja apresentam (GENOVESE; LAJOLO, 2006; BURNS, 1987). De acordo com o estágio de maturação do grão, o conteúdo de inibidores de tripsina não apresenta grande variação, porém, nos grãos imaturos, geralmente existem quantidades relativamente menores destes compostos, e estes por sua vez são mais susceptíveis ao tratamento térmico, do que no grão maduro, sendo que apenas um processo de branqueamento pode eliminar sua atividade. Desta forma, em associação a outros fatores, as proteínas presentes nos grãos de soja tipo hortaliça apresentam maior eficiência protéica (LIU, 2004).

Muitas pesquisas investigaram a capacidade dos inibidores de tripsina como compostos fitoquímicos, na diminuição de risco do processo carcinogênico, como agentes terapêuticos para problemas de colite ulcerosa e no tratamento de esclerose múltipla (KENNEDY, 1998; LICHTENSTEIN et al., 2008; TOUIL et al., 2008).

### 3.2.6 Isoflavonas

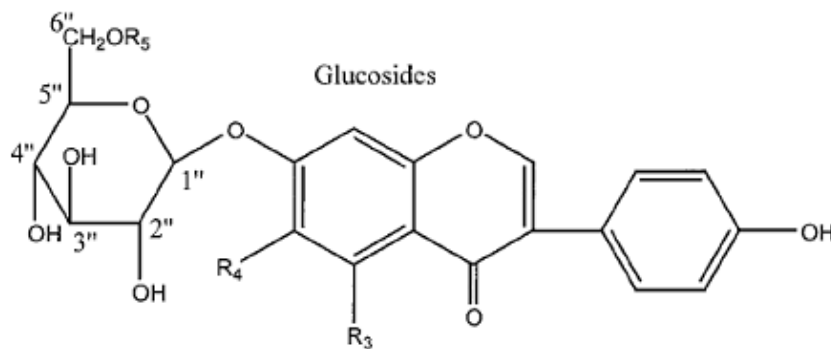
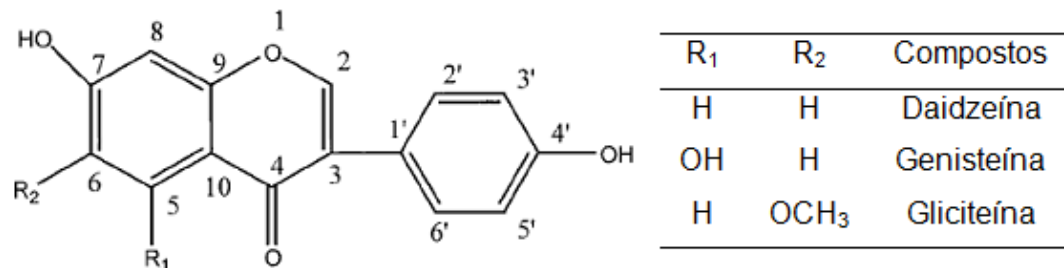
As isoflavonas são compostos fenólicos que ocorrem naturalmente na soja (Figura 2) e apresentam-se como agliconas (daidzeína, genisteína e gliciteína),  $\beta$ -glicosídeos (genistina, daidzina e glicítina),  $\beta$ -glicosídeos conjugados com malonil (6''-O-malonidaidzina, 6''-O-malonilgenistina e 6''-O-maolinilglicítina) e  $\beta$ -glicosídeos conjugados com acetil (6''-O-acetildaidzina, 6''-O-acetilgenistina e 6''-O-acetilglicítina) (LIU, 2004). O conteúdo total de isoflavonas e a ocorrência de cada forma na soja tipo hortaliça variam em função do tipo de tecido, variedade e condições de cultivo, como temperatura e área de plantio (LEE et al., 2003; WANG; MURPHY, 1994; KIM et al., 2007). Para muitas cultivares de soja tipo hortaliça o conteúdo total de isoflavonas é menor quando comparado com a soja tipo grão (KIM et al., 2006).

Assim como diversos outros componentes da soja, estudos sugerem que as isoflavonas, também exercem funções benéficas para o organismo, como atividade estrogênica, anticarcinogênica e antioxidante, além de atuar na prevenção de doenças cardiovasculares, osteoporose, aterosclerose e diabetes *Melittus* (HARBONE; WILLIAMS, 2000; ISANGA; ZHANG, 2008; ZHANG et al., 2003).

### 3.3 PROGRAMAS DE MELHORAMENTO PARA SOJA TIPO HORTALIÇA

A soja tipo hortaliça tem diversas características que a tornam um alimento importante para dietas alimentares, como seu elevado valor nutritivo, textura macia, gosto adocicado, além de suas propriedades funcionais. Contudo, para o sucesso da expansão do mercado doméstico e internacional dessa hortaliça é necessário que se resolvam certas limitações, associadas com a produção, colheita, processamento e mercadologia, por meio de melhoramento de cultivares de soja para consumo dessa forma (OBATOLU; OSHO, 2006; LIU, 2004).

**Figura 2** – Classes e estrutura química de isoflavonas na soja  
Aglycones



R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>	R <sub>5</sub>	Composto
H	H	H	Daidzina
OH	H	H	Genistina
H	OCH <sub>3</sub>	H	Glicitina
H	H	C OCH <sub>3</sub>	6''-O-acetildaidzína
OH	H	C OCH <sub>3</sub>	6''-O-acetilgenistína
H	OCH <sub>3</sub>	C OCH <sub>3</sub>	6''-O-acetilglicitína
H	H	COCH <sub>2</sub> COOH	6''-O-malonldaidzína
OH	H	COCH <sub>2</sub> COOH	6''-O-malonilgenistína
H	OCH <sub>3</sub>	COCH <sub>2</sub> COOH	6''-O-maolinilglicitína

**Fonte:** Simonne et al. (2000).

As características como tamanho dos grãos, relação entre quantidade de grãos por vagem e pubescência já foram estabelecidas. Agora os programas de melhoramento para obtenção de cultivares especiais para uso como soja tipo hortaliça têm como principais objetivos certos aspectos de qualidade dos grãos, como coloração verde mais escuro, vagens sem manchas, tolerância a temperaturas mais baixas, longo período de colheita, diminuição de fatores antinutricionais e lipoxigenases, gosto mais doce e teor adequado de proteínas e ácidos graxos (KONOVSKY; LUMPKIN; MCCLARY, 1994; CARRÃO-PANIZZI, 2006).

O programa de melhoramento genético da Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias – Centro Nacional de Pesquisa de Soja (Embrapa Soja, Londrina – PR) tem um alinhamento de pesquisa a respeito de algumas cultivares de soja para uso como soja tipo hortaliça. A cultivar BRS 267 foi lançada para cultivo comercial em 2005 e pode ser utilizada como soja tipo hortaliça, colhida no estágio de desenvolvimento R6, e também como matéria-prima, no estágio de desenvolvimento R8, para a elaboração de *tofu* e extrato hidrossolúvel de soja. A BRS 267, além de apresentar boas características para processamento, possui grãos de tamanho grande, sabor suave, vagens com pouca pubescência e rendimento adequado para a produção de soja tipo hortaliça (CARRÃO-PANIZZI, 2006).

No trabalho realizado por Santana (2009) utilizou-se a BRS 267 como objeto de estudo para verificar o efeito do horário de colheita e de diferentes condições de armazenamento das vagens sobre as características químicas e físicas dos grãos quando colhidos para uso como hortaliça. Em relação aos horários de colheita, 8:00, 12:00 e 18:00, verificou-se que estes não influenciaram as características químicas e físicas da soja tipo hortaliça nas condições locais de plantio e colheita. Já quanto ao tempo e temperatura de armazenamento das vagens, evidenciou-se que o armazenamento a 7 °C durante seis dias foi o mais eficiente na conservação das vagens da BRS 267, quando comparado com o período de nove dias, principalmente pela manutenção do teor de amido e da cor das vagens.

É importante ressaltar que estudos considerando as possibilidades de processamento e a avaliação do efeito da temperatura e do tempo de armazenamento dos grãos da BRS 267 têm grande importância, a fim de aproveitá-la como soja tipo hortaliça de forma mais adequada, visto todas as vantagens em relação à soja tipo grão, tais como superioridade em relação a sabor, textura, facilidade de cozimento, aparência, conteúdo vitamínico e fatores antinutricionais e também outras leguminosas e hortaliças, como a ervilha, cujo conteúdo protéico, fibras, cálcio, fósforo, potássio e vitamina C é menor que o da soja tipo hortaliça (KONOVSKY et al., 1994; LIU, 2004; MASUDA, 1991).

### 3.4 PÓS-COLHEITA E PROCESSAMENTOS DA SOJA TIPO HORTALIÇA

Atualmente existem diversos produtos preparados a partir de soja tipo hortaliça, como bebidas, farinhas, proteína vegetal texturizada, salgadinhos, condimentos e óleo de cozinha, porém estes produtos ainda apresentam uma escala de produção reduzida (OBATOLU; OSHO, 2006). As principais formas de comercialização de soja tipo hortaliça são em maços com caules, folhas e vagens, na forma de vagens soltas ou com grãos debulhados em pacotes na forma fresca ou congelada (LIU, 2004; JOHNSON; WANG; SUZUKI, 1999).

Como qualquer produto perecível, a soja tipo hortaliça que é comercializada na forma fresca, não se conserva por longos espaços de tempo e dessa forma apresenta um grande problema relacionado às perdas pós-colheita.

Os principais fatores a serem considerados em relação a essas perdas, e que são decorrentes de fatores endógenos metabólicos que ocorrem em todos os sistemas vivos, são: respiração e transpiração, amadurecimento e senescência, embora fatores externos também possam ser de importância, tais como temperatura, umidade relativa, nível de danos por fungos e presença de outros micro-organismos causadores de doenças, condições de armazenamento e cuidados durante o manuseio e transporte. (CHITARRA; CHITARRA, 1990; LIU, 2004).

A soja tipo hortaliça apresenta elevada taxa de respiração que é um processo oxidativo, que aumenta os níveis de dióxido de carbono e água, ocasionando decaimento rápido em sua qualidade e consumo de matéria seca, tal como proteínas, vitaminas e carboidratos. O processo de respiração está associado ao da transpiração, principal fator responsável pela perda de peso, que pode afetar a aparência e aceitabilidade do produto (CHITARRA; CHITARRA, 1990; LIU, 2004).

Após a colheita, existe ainda uma série de transformações resultantes do metabolismo, que se refletem em várias mudanças nas características do fruto ou hortaliça, tais como, textura, cor, sabor e aroma, e que são indicativos do processo de amadurecimento e posterior senescência (CHITARRA; CHITARRA, 1990).

Portanto, algumas perdas irão sempre ocorrer em produtos perecíveis, como a soja tipo hortaliça, em decorrência de sua atividade fisiológica natural, o que conduz ao término de sua vida de armazenamento. Dessa forma, um

tempo mais curto de armazenamento e processamento adequado seriam ideais para garantir a aceitabilidade deste grão, a qual está intimamente relacionada a sua aparência, agregar valor ao produto e também constituir em uma alternativa de conservação do grão (CHIBA, 1991; KONG; CHANG, 2009; CHITARRA; CHITARRA, 1990; BEZERRA, 2007).

#### 3.4.1 Conserva

A formulação de uma conserva a base de soja tipo hortaliça mostra grande viabilidade, pois tem potencial para possibilitar um aumento no seu consumo e, desta forma, abrir novos mercados e criar novas oportunidades para este grão, além de ser um método de processamento que permite que o produto esteja disponível para consumo em todas as épocas do ano, inclusive na entressafra, e uma forma de preservação, que permite que o produto chegue em condições adequadas até seu consumidor (SIEGEL; FAWCETT apud BARCELOS et al., 1999a; FELLOWS, 2006; MOZZONI; MORAWICKI; CHEN, 2009).

De acordo com a Resolução nº 13, de junho de 1977, da Comissão Nacional de Normas e Padrões de Alimentos, ficou estabelecido que “hortaliça em conserva” é o produto preparado com partes comestíveis de hortaliças, envasadas praticamente cruas, reidratadas ou pré-cozidas, imersas ou não em líquido de cobertura apropriado, submetidas a adequado processamento tecnológico antes ou depois de hermeticamente protegidas nos recipientes utilizados, a fim de evitar sua alteração (BRASIL, 1977).

Os fatores essenciais que devem ser controlados para a manutenção da qualidade de hortaliças em conserva são cor, sabor, odor e textura, os quais devem ser apropriados para cada tipo de hortaliça ou ingredientes utilizados. A uniformidade de tamanho e formato, ausência de defeitos, pH e acondicionamento também devem ser controlados, o último por sua vez deve assegurar a proteção, não devendo o material empregado interferir desfavoravelmente na qualidade do produto (BRASIL, 1977).

A conserva deve passar por tratamento térmico, o qual precisa combinar tempo e temperatura para assegurar que o alimento seja isento de micro-organismos capazes de se reproduzir no produto em condições de estocagem e distribuição não refrigerada, a ausência de micro-organismos patogênicos viáveis,

inclusive esporos, e ainda eliminar os fatores antinutricionais, tais como inibidores de tripsina e lipoxigenase (BARCELOS et al., 1999b; BRASIL, 1977; SILVA et al., 2007).

Um fator de relevância em relação ao processamento térmico é que este pode causar perdas inevitáveis em atributos de qualidade, como cor e textura, que são os principais fatores relacionados com a aceitação de vegetais em conserva. Dessa forma é evidente a necessidade de um controle adequado do tratamento térmico, a fim de se obter um produto final que apresente os padrões de segurança alimentar, mas também que seja sensorialmente agradável ao consumidor (ABBATEMARCO; RAMASWAMY, 1994).

O dimensionamento do tratamento térmico está intimamente relacionado ao pH da conserva, aquelas classificadas como de baixa acidez, ou seja, pH maior que 4,5, devem sofrer um processo de esterilização comercial, já as conservas ácidas, pH menor que 4,5, devem ser submetidas a um processo de pasteurização (BRASIL, 2002). Desta forma, um processo de acidificação adequado permite que o produto seja seguro do ponto de vista microbiológico e ainda possibilita o uso de um tratamento térmico brando de modo a não danificar, ou pelo menos diminuir os danos, nas características sensoriais da hortaliça em conserva. A acidificação também é um fator que tem mostrado contribuir para a manutenção da firmeza de produtos vegetais, tais como ervilhas, brotos de feijão e aspargos, porém pode ter um resultado negativo em relação a coloração, sendo que nesse caso o pH mais elevado tem se mostrado mais adequado (BUESCHER; CHANG, 1983; MOZZONI, MORAWICKI; CHEN, 2009; FLORA, 1980; McGLYNN; DAVIS; HONARMAND, 1993). Os ácidos acético, cítrico, láctico e tartárico podem ser utilizados para ajustar e corrigir o pH, na quantidade estritamente necessária para atingir o objetivo desejado (BRASIL, 1977).

A coloração da soja tipo hortaliça, assim como de outros vegetais verdes, se altera durante o processamento térmico devido a conversão total ou parcial de seu pigmento, a clorofila, à feofitina ou pirofeofitina, compostos de cor verde oliva. Estes são formados devido ao deslocamento do íon magnésio, presente na estrutura da clorofila, em decorrência do aumento da permeabilidade da membrana celular aos íons hidrogênio através. A clorofila é um complexo de magnésio derivada de porfina, apresenta uma estrutura macrocíclica completamente insaturada que contém quatro anéis pirrólicos ligados por uma única ponte de

carbono e ainda um átomo de magnésio no núcleo formado pelos quatro anéis (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010).

A adição de íons metálicos, como o zinco, possibilita manutenção da coloração verde da clorofila, pois estes átomos deslocam facilmente os íons de hidrogênio presentes no interior do núcleo tetrapirrólico da feofitina ou da pirofeofitina, formando compostos metálicos verdes. O processo de adição de zinco para manutenção da coloração é muito utilizado para a fabricação de vegetais verdes enlatados. Nos Estados Unidos já é empregado desde 1990, contudo o conteúdo total de zinco no produto final, segundo a *Food and Drug Administration* (FDA) não deve exceder 75 ppm. A legislação brasileira permite a sua adição em diversos alimentos via lactato de zinco, acetato de zinco, cloreto de zinco, óxido de zinco e sulfato de zinco (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010; FEDERAL REGISTER, 1986; BRASIL, 1998).

Vários outros aditivos também podem ser adicionados a salmoura da conserva, para melhorar a cor e a textura dos grãos tais como cálcio e açúcares (MOZZONI; MORAWICKI; CHEN, 2009; BRASIL, 1977).

A adição de açúcares é indicada em diversas formulações de conservas e é permitida pela Resolução nº 13, de junho de 1977, da Comissão Nacional de Normas e Padrões de Alimentos a qual define os padrões de identidade e qualidade de hortaliças em conserva obrigatoriamente submetidas a tratamento térmico (BRASIL, 1977; KROLOW, 2006). Em grandes concentrações, açúcares tem a função de prevenir o desenvolvimento microbiológico, devido a redução da atividade de água, já em pequenas quantidades, como é o caso das conservas, sua função é a manutenção da cor, além de conferir mais firmeza e um sabor acidulante mais brando (FRANCO; LANDGRAF, 2005; LETRA et al., 2007; REMPEL; FERRARI; TONDELO, 2003).

Segundo Wang e Chang (1988), Balasubramanian e colaboradores (2000), Mozzoni, Morawicki e Chen (2009) e Buescher e Chang (1983) o cálcio é uma substância bastante adequada para se obter legumes enlatados de maior firmeza, e pode ser adicionado por meio de cloreto de cálcio, lactato de cálcio ou gluconato de cálcio (BRASIL, 1977). A adição de pequenas quantidades de sais de cálcio pode aumentar a firmeza de produtos processados, devido a interação do cálcio com os grupos carboxila livres da pectina formando o gel pectato de cálcio,

que suporta os tecidos e minimiza o amaciamento dos mesmos (BARRET; GARCIA; WAYNE, 1998).

#### 3.4.2 Processamento Mínimo

O processamento mínimo tem por objetivo alterar a apresentação de frutas e hortaliças para consumo imediato, mantendo suas características semelhantes as do produto fresco, sem perder suas qualidades nutricionais e com vida de prateleira suficiente para sua distribuição, comercialização e consumo. As ações que caracterizam o processamento mínimo são corte, descascamento, lavagem, sanitização, seleção, embalagem, entre outros (PEREIRA et al., 2003; MORETTI, 2007).

Os vegetais minimamente processados sofrem alterações físicas e são metabolicamente ativos, por isso são mais susceptíveis a mudanças fisiológicas, bioquímicas e microbiológicas, que podem ocasionar degradação da cor, textura e sabor, conferindo assim ao produto maior perecibilidade em comparação ao produto intacto (MORETTI, 2007).

No caso da soja tipo hortaliça as principais mudanças que podem afetar a sua aceitabilidade são as alterações na coloração das vagens e grãos após a colheita de verde para amarelo, as quais estão relacionadas com a diminuição do teor de ácido ascórbico, açúcares e aminoácidos livres (ácido aspártico, histidina, alanina e glutamina), os quais são oxidadas durante o processo de respiração dos grãos, e este tipo de deterioração indica sua perda de frescor e qualidade nutricional (MASUDA, 1991, LIU, 2004; DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010).

O processamento mínimo da soja tipo hortaliça é uma tecnologia que permite que este grão esteja pronto para consumo, podendo assim facilitar e até mesmo aumentar sua demanda, porém é importante se estabelecer o efeito da temperatura e tempo de armazenamento sobre os grãos, pois como todo vegetal minimamente processado, a soja tipo hortaliça pode ter um decaimento bastante acelerado de sua qualidade global (MORETTI, 2007; LIU, 2004).

A temperatura é um dos fatores que afetam diretamente a aceitabilidade dos alimentos. Na soja tipo hortaliça, o armazenamento à temperatura elevada proporciona o decaimento rápido do conteúdo de açúcares e de aminoácidos livres, visto que a taxa de respiração é maior em temperaturas mais

elevadas (CHIBA, 1991; KONG; CHANG, 2009; CHITARRA; CHITARRA, 1990). No estudo realizado por Tsay e Sheu (1991) objetivou-se definir a melhor temperatura de estocagem, entre 0, 5 e 20°C e na condição de 0°C os grãos mantiveram-se mais adequados ao consumo. Dessa forma, o armazenamento sob temperaturas mais baixas foi o mais adequado.

O armazenamento sobre refrigeração visa estender a vida de prateleira de diversos produtos como carnes, frutas e hortaliças. Alimentos que sofrem este tipo de processamento têm uma imagem de alta qualidade e frescor, e caso sejam utilizados os procedimentos corretos as mudanças na qualidade sensorial e nutricional são muito pequenas (FELLOWS, 2006).

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos nos laboratórios da Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias – Centro Nacional de Pesquisa de Soja (Embrapa Soja, Londrina – PR) e nos laboratórios do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos – UEL, localizados no município de Londrina – PR.

### 4.1 MATÉRIA-PRIMA

Foi utilizada como matéria-prima grãos de soja da cultivar BRS 267, colhidos no estágio de desenvolvimento R6 e fornecidos pela Embrapa Soja.

### 4.2 PLANTIO E COLHEITA

O plantio da cultivar de soja BRS 267 foi feito no segundo semestre de 2009 no campo experimental da Embrapa Soja.

A colheita no estágio de desenvolvimento R6 foi realizada no dia 30 de março de 2010. O corte dos caules com as vagens foi realizado por meio de uma roçadeira motorizada. Em seguida, os materiais foram encaminhadas a cozinha experimental da Embrapa Soja, para retirada manual das vagens.

### 4.3 BRANQUEAMENTO E ARMAZENAMENTO DAS VAGENS

As vagens foram branqueadas em água fervente por 3 minutos, para facilitar a liberação dos grãos quando pressionadas ou esfregadas. Para o experimento com a soja tipo hortaliça minimamente processada utilizaram-se os grãos descascados logo após o processo de branqueamento. Enquanto que, o restante das vagens foram armazenados em sacos plásticos selados em congelador (Eletrolux, H400, Brasil) para posterior experimento sobre conservas.

#### 4.4 Efeito do Tempo e da Temperatura de Armazenamento sobre as Características Físicas e Químicas dos Grãos de Soja da Cultivar BRS 267 Colhidos em R6 e Minimamente Processados

O processamento mínimo dos grãos de soja tipo hortaliça foi realizado segundo descrito na Figura 3 e utilizaram-se as seguintes operações unitárias: (1) seleção dos grãos, para eliminar os grãos com coloração irregular; (2) sanitização por 30 minutos, em solução de hipoclorito de sódio preparada de acordo com Krolow (2006), no qual utilizou-se 5 mL de hipoclorito de sódio com 2,5% de cloro livre para 10 L de água; (3) enxágue dos grãos em água corrente potável para retirar o excesso de cloro; (4) secagem com papel toalha para remover o líquido aderido aos grãos nas etapas anteriores; (5) embalagem dos grãos em porções de 60 g, em bandejas de isopor com dimensões de 12 x 15 x 2,5 cm envoltas por filme de cloreto de polivinila (PVC) e (6) armazenamento por 4 dias em câmaras com temperatura controlada de 5°C (refrigeração) e 25°C (ambiente).

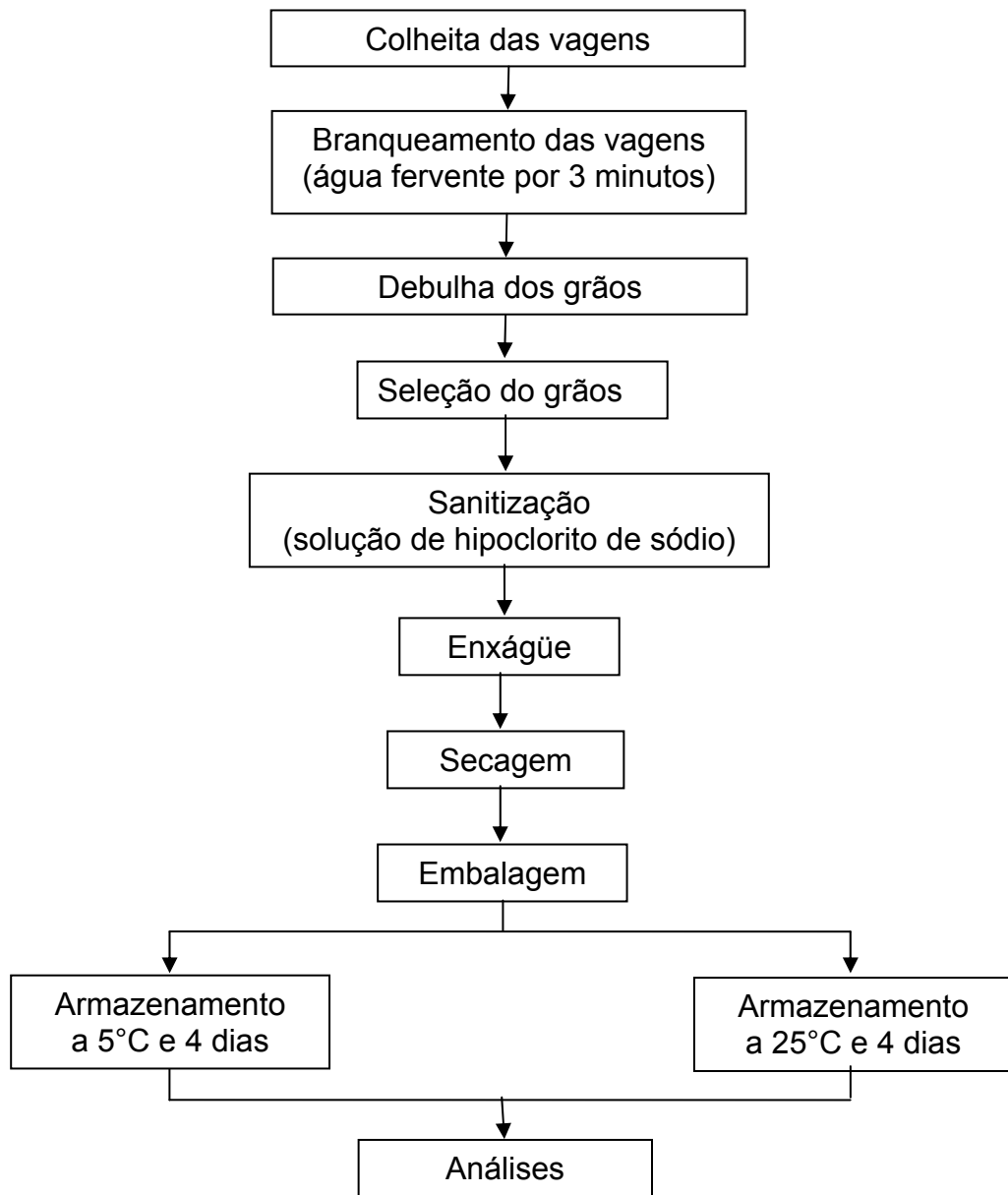
Durante o armazenamento foram avaliados diariamente por o teor de ácido ascórbico, perda de peso e parâmetros instrumentais de cor.

##### 4.4.1 Planejamento Experimental

O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso, no esquema fatorial 2x5, com quatro repetições, sendo os fatores estudados: temperatura de armazenamento (5 e 25°C) e tempo de armazenamento (0, 1, 2, 3 e 4 dias). Os blocos foram as diferentes câmaras de temperatura controlada.

A análise de variância (ANOVA) foi aplicada após a verificação da normalidade dos resíduos, da homogeneidade de variância dos tratamentos e da aditividade do modelo para verificar o efeito das temperaturas sobre o armazenamento dos grãos de soja tipo hortaliça minimamente processado. Para comparação múltipla de médias foi utilizado o teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

**Figura 3** – Fluxograma do processamento mínimo dos grãos de soja tipo hortaliça da cultivar BRS 267 colhida em R6



As análises de regressão foram aplicadas para determinar o efeito do tempo de armazenamento sobre as características dos grãos de soja tipo hortaliça minimamente processados. Os parâmetros de regressão linear avaliados foram o parâmetro  $\beta$  que exprime a taxa de mudança na variável dependente por unidade da variável independente para cada dia de armazenamento e o parâmetro  $R^2$  que é o coeficiente de determinação que indica a porcentagem de variação na variável dependente explicada pelo modelo de regressão. O software utilizado foi o STATISTICA versão 7.0.

#### 4.4.2 Procedimentos Analíticos

##### 4.4.2.1 Determinação do teor de vitamina C

A determinação de teor de vitamina C dos grãos de soja tipo hortaliça minimamente processados foi realizada segundo o método de Tillmans descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (2008), com modificações descritas por Benassi e Antunes (1988), que substituiu o ácido meta fosfórico por ácido oxálico. Este método baseia-se na redução do corante sal sódico de 2,6-diclorofenol indofenol por uma solução ácida de vitamina C.

A vitamina C foi extraída com solução de ácido oxálico 2%, para tal homogeneizou-se 20 g de grãos para 50 g de solução de ácido oxálico 2% em liquidificador (Arno, BAC2, Brasil) durante 3 min. Em seguida, o extrato foi centrifugado em centrífuga (Cientec, CT-6000) a 4000 rpm por 15 min. Uma alíquota de 10 g foi tomada do sobrenadante e diluída para 50 mL com solução de ácido oxálico 2%. Desta diluição foi retirado 5 mL e procedeu-se a titulação com solução 2,6-diclorofenolindofenol 0,01% até o aparecimento de cor rosa. Os resultados foram expressos em mg 100 g<sup>-1</sup>.

##### 4.4.2.2 Perda de peso

A avaliação da perda de peso das amostras foi realizada com pesagens diárias em balança semi-analítica (Marconi, AL500C), segundo descrito por Chiba (1991). Os resultados foram expressos em porcentagem.

##### 4.4.2.3 Determinação da cor dos grãos de soja tipo hortaliça

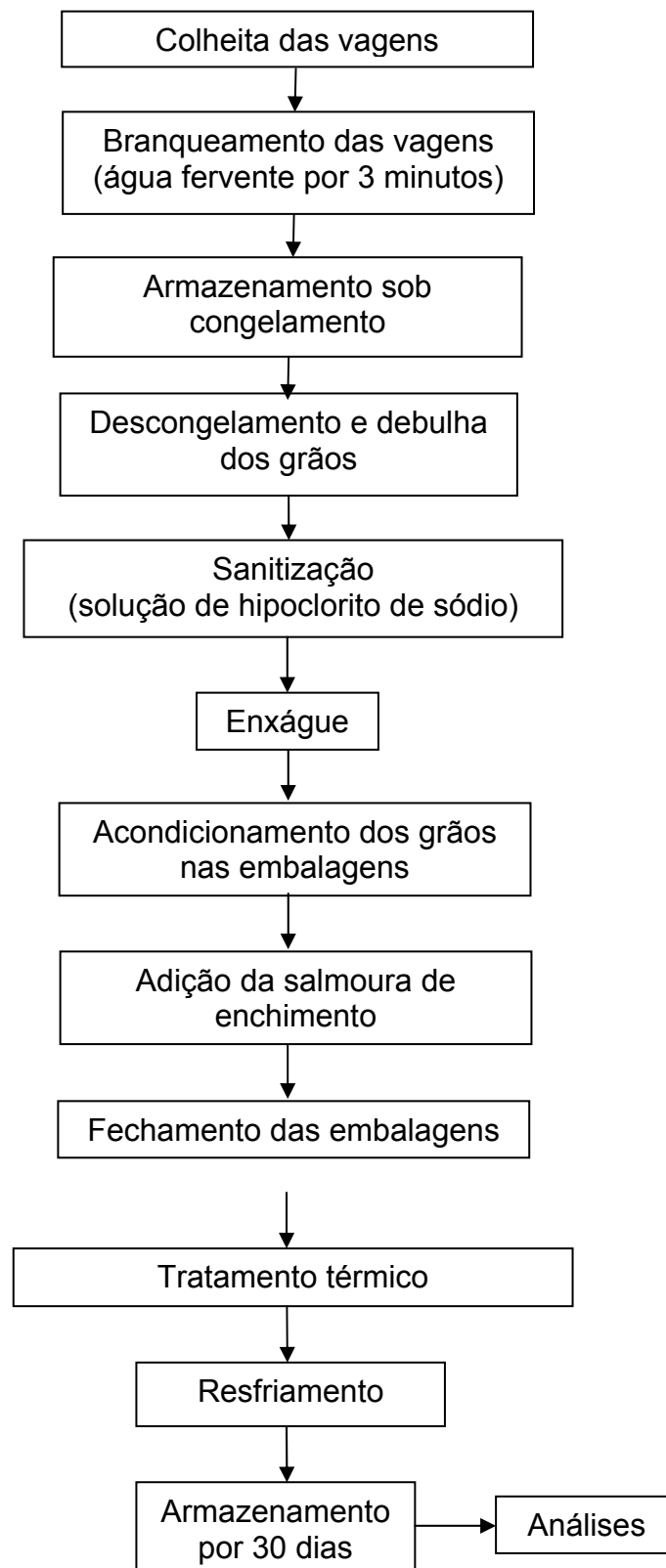
A medida de cor dos grãos foi realizada por colorimetria de três estímulos, utilizando o colorímetro (Minolta, CR-400, Japão) com iluminante padrão D65. A medida da cor foi feita conforme Chiba (1991), no qual utilizou-se o sistema CIE com valores L\*, a\* e b\*.

#### 4.5 FORMULAÇÃO DA CONSERVA A BASE DE SOJA TIPO HORTALIÇA

No momento da utilização dos grãos para a formulação das conservas, as vagens foram descongeladas por imersão rápida em água fervente e os grãos foram retirados manualmente das vagens. Logo após, estes foram utilizados em dois delineamentos experimentais, visando o desenvolvimento de uma conserva a base de soja tipo hortaliça com pH aproximado de 3,9.

As conservas de grãos de soja tipo hortaliça foram preparadas de acordo com as seguintes operações unitárias (Figura 4): (1) descongelamento das vagens e remoção dos grãos; (2) sanitização dos grãos por 30 min em solução de hipoclorito de sódio preparada de acordo com Krolow (2006); (3) drenagem da solução sanitizante e enxágue com água corrente; (4) acondicionamento de 210 g de grãos em frascos de vidro de 355 mL; (5) adição de 100 mL de salmoura constituída de proporções constantes em todas as formulações de cloreto de sódio ( $6 \text{ g } 100 \text{ mL}^{-1}$ ), cloreto de cálcio ( $0,29 \text{ g } 100 \text{ mL}^{-1}$ ) e ácido cítrico (até atingir o pH de 3,9) e proporções variadas de acetato de zinco ou sacarose conforme os respectivos delineamentos experimentais; (6) fechamento dos vidros com tampas metálicas; (7) pasteurização em água fervente, conforme tempo estabelecido no delineamento experimental; (8) resfriamento rápido à temperatura ambiente com água corrente e (9) armazenamento dos vidros de conservas à temperatura ambiente por 30 dias em caixas de papelão fechadas.

**Figura 4** – Procedimentos gerais para o desenvolvimento das conservas de soja tipo hortaliça



A concentração de cloreto de sódio foi definida por meio de um teste informal realizado na cozinha experimental da Embrapa Soja, cozinhando-se 140 g de grãos de soja tipo hortaliça em 500 mL de água com diferentes quantidades de sal. Já a concentração de cloreto de cálcio adicionada a cada vidro foi determinada com base no descrito por Mozzoni, Morawicki e Chen (2009). E por fim, a massa de ácido cítrico foi estabelecida segundo o descrito por Bellegard et al. (2005), com modificações, onde: 100 g de grão de soja tipo hortaliça foram triturados em liquidificador (Arno, BAC2, Brasil) juntamente com 200 g de água por 3 min, logo após foi retirada uma alíquota de 100 g do triturado (33,3 g de soja + 66,7 g de água) para a realização da acidificação com uma solução de ácido cítrico 5% (p/v). O cálculo foi realizado segundo a equação descrita por Zapata e Quast (1975), apresentada a seguir:

$$P_{\text{ác.}} = (0,05 \times V_g \times M_s) : 33,3$$

Onde:  $P_{\text{ác.}}$  = peso médio de ácido cítrico em cada vidro de conserva;  $V_g$  = volume da solução de ácido cítrico 5% gasto na acidificação;  $M_s$  = peso médio de soja tipo hortaliça em cada vidro de conserva.

O zinco e a sacarose, não foram adicionadas juntamente na salmoura, visto que ambas tem efeito sobre a coloração dos grãos. Devido a este fato, foram realizados dois delineamento em separado para analisar o efeito de cada variável nas suas respectivas formulações da salmoura.

#### 4.5.1 Delineamento Experimental para Estudo do Efeito da Concentração de Zinco e do Tempo de Pasteurização nas Características Físico-químicas das Conservas

Para este experimento foram utilizado as variáveis  $X_1$  (ppm de zinco na salmoura) e  $X_2$  (minutos de pasteurização), com 5 níveis de variação, utilizando o delineamento composto central rotacional (DCCR) com 4 pontos cúbicos ( $\pm 1$ ), 4 pontos axiais ( $\alpha = \pm \sqrt{2}$ ) e 4 repetições no ponto central totalizando 12 experimentos aleatorizados. A Tabela 6 mostra a matriz do delineamento experimental com os níveis codificados e reais das variáveis independentes e a disposição dos diferentes experimentos. Logo após o período de 30 dias de armazenamento das conservas as seguintes funções resposta foram determinadas

$Y_1$  (ppm de zinco nos grãos em conserva) e  $Y_2$  (graus de tonalidade cromática dos grãos em conserva). O software Statistica 7.0 foi utilizado para realizaras análises de regressão múltipla e para criar os modelos de superfície de resposta. O modelo para cada resposta foi expresso como a equação (1):

$$Y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_{11} x_1^2 + \beta_{22} x_2^2 + \beta_{12} x_1 x_2 + e \quad (1)$$

onde  $Y$  = resposta,  $x_1$  e  $x_2$  = variáveis codificadas,  $\beta$  = coeficientes estimados na superfície de resposta,  $e$  = resíduo (erro experimental).

**Tabela 6 –** Matriz do planejamento composto central rotacional  $2^2$ , com variáveis independentes ( $X_1$  e  $X_2$ ) das conservas de grãos de soja tipo hortaliça

Ensaio	Codificado (real)	
	ppm de zinco na salmoura	minutos de pasteurização
	$x_1$ ( $X_1$ )	$x_2$ ( $X_2$ )
1	-1 (95)	-1 (14)
2	-1 (95)	+1 (36)
3	+1 (431)	-1 (14)
4	+1 (431)	+1 (36)
5	-1,41 (26)	0 (25)
6	+1,41 (500)	0 (25)
7	0 (263)	-1,41 (10)
8	0 (263)	+1,41 (40)
9	0 (263)	0 (25)
10	0 (263)	0 (25)
11	0 (263)	0 (25)
12	0 (263)	0 (25)

Todas as 12 conservas obtidas no delineamento experimental foram inicialmente avaliadas microbiologicamente pelo teste de esterilidade comercial para verificar a segurança microbiológica do produto.

#### 4.5.2 Delineamento Experimental para Estudo do Efeito da Concentração de Sacarose e Tempo de Pasteurização nas Características Físico-químicas das Conservas

Para este experimento foram utilizado as variáveis  $X_3$  (concentração de sacarose na salmoura) e  $X_4$  (minutos de pasteurização), com 5 níveis de variação, utilizando o delineamento composto central rotacional (DCCR) com 4 pontos cúbicos ( $\pm 1$ ), 4 pontos axiais ( $\alpha = \pm \sqrt{2}$ ) e 4 repetições no ponto central totalizando 12 experimentos aleatorizados. A Tabela 7 mostra a matriz do delineamento experimental com os níveis codificados e reais de variação das variáveis independentes e a disposição dos diferentes experimentos. Logo após o período de 30 dias de armazenamento das conservas a seguinte função resposta foi determinada  $Y_3$  (graus de tonalidade cromática dos grãos em conserva). O software Statistica 7.0 foi utilizado para realizaras análises de regressão múltipla e para criar os modelos de superfície de resposta. O modelo para cada resposta foi expresso como a equação (1).

Todas as 12 conservas obtidas no delineamento experimental foram inicialmente avaliadas microbiologicamente pelo teste de esterilidade comercial para verificar a segurança microbiológica do produto.

#### 4.5.3 Validação dos Modelos Delineados

Após analisar as superfícies de resposta de cada delineamento e obtidas as condições ótimas dos experimentos, foram realizados quatro repetições destas condições para validação do modelo proposto.

**Tabela 7** – Matriz do planejamento composto central rotacional 2<sup>2</sup>, com variáveis independentes (X<sub>3</sub> e X<sub>4</sub>) das conservas de grãos de soja tipo hortaliça

Ensaio	Codificado (real)	
	Concentração de sacarose na salmoura (g 100 mL <sup>-1</sup> )	minutos de pasteurização
	x <sub>3</sub> (X <sub>3</sub> )	x <sub>4</sub> (X <sub>4</sub> )
1	-1 (0,45)	-1 (14)
2	-1 (0,45)	+1 (36)
3	+1 (2,15)	-1 (14)
4	+1 (2,15)	+1 (36)
5	-1,41 (0,10)	0 (25)
6	+1,41 (2,50)	0 (25)
7	0 (1,30)	-1,41 (10)
8	0 (1,30)	+1,41 (40)
9	0 (1,30)	0 (25)
10	0 (1,30)	0 (25)
11	0 (1,30)	0 (25)
12	0 (1,30)	0 (25)

#### 4.5.4 Avaliação das Conservas de Soja Tipo Hortaliça e Comparação com os Grãos *in natura*

As duas formulações de conservas selecionadas e uma conserva controle, contendo apenas cloreto de sódio, cloreto de cálcio e ácido cítrico e formulada conforme as mesmas condições das duas conservas obtidas nos delineamentos foram desenvolvidas e em seguida foram armazenadas por 30 dias nas mesmas condições anteriormente descritas. Foram determinados os teores de isoflavonas e açúcares, a firmeza, a cor e a composição centesimal das conservas armazenadas e dos grãos de soja tipo hortaliça *in natura*.

Os grãos de soja tipo hortaliça *in natura* e em conserva foram liofilizados (Liobras, L-101) e triturados em moinho (Black & Decker, CBG100W) para quantificar em base seca o teor de zinco, isoflavonas, açúcares e a composição centesimal.

Este experimento foi realizado para comparar as características das conservas e o delineamento experimental foi o totalmente aleatorizado com quatro repetições. A análise de variância (ANOVA) foi aplicada após a verificação da normalidade dos resíduos, da homogeneidade de variância dos tratamentos e da aditividade do modelo. Para comparação múltipla de médias foi utilizado o teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). O software Statistica 7.0 foi empregado para a análise de variância e teste de comparação múltipla de médias.

#### 4.5.5 Procedimentos Analíticos

##### 4.5.5.1 Determinação do teor de zinco

O teor de zinco foi determinado pelo método de incineração úmida segundo metodologia descrita por AOAC (1993), por meio da digestão nitroperclórica e quantificação em espectrofotômetro de absorção atômica (GBC, 932AA).

Inicialmente, 0,5 g de amostra de soja tipo hortaliça, liofilizada e triturada, foram digeridos com 6 mL da solução nitro-perclórica 4:1, nas primeiras horas de digestão a temperatura foi mantida em 50°C, logo após o desaparecimento da matéria orgânica esta foi aumentada para 180°C, o processo de digestão foi mantido até que o líquido atingisse um volume final de aproximadamente 1 mL e se tornasse transparente com alguns resíduos branco. Este volume foi diluído para 50 mL e utilizado para a leitura do teor de zinco.

Os resultados foram expresso em ppm.

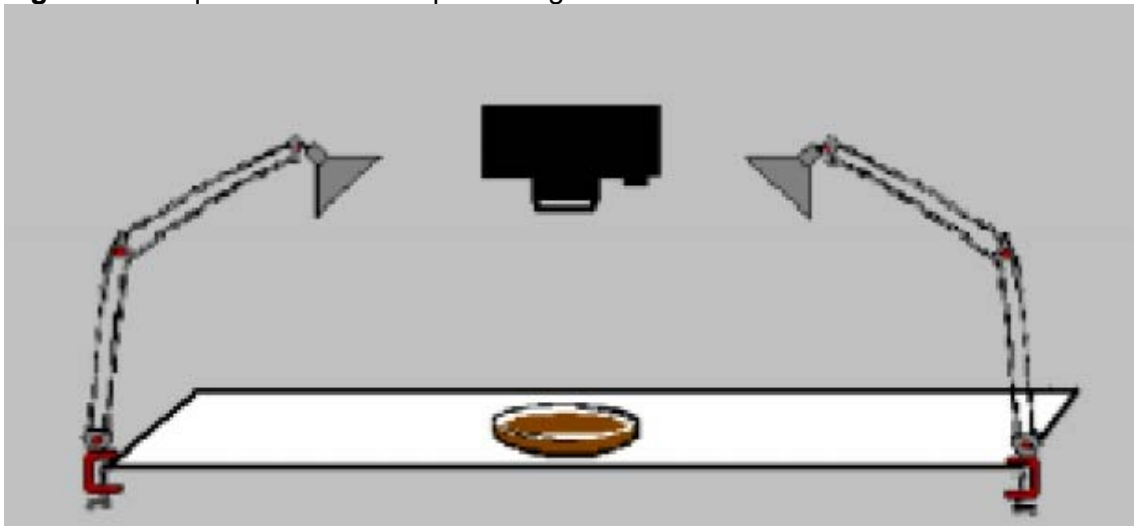
##### 4.5.5.2 Determinação da dureza

A dureza dos grãos foi medida em texturômetro (Stable Micro Systems, TA-XT2i, Surrey UK), segundo o método descrito por Mori (2001), com algumas modificações, no qual as amostras foram comprimidas a 25% da altura inicial com uma força de 0,05 N, utilizando um ciclo de compressão à velocidade constante de 1 mm s<sup>-1</sup> com probe HDP/MPT. Os resultados foram expressos em N.

#### 4.5.5.3 Determinação da cor

A avaliação de cor das conservas foi realizada com imagens digitais, segundo o método descrito por Oliveira et al. (2003). A câmera digital utilizada foi Canon EOS DIGITAL REBEL XT com resolução de 3456 X 2304 pixels, com lente de comprimento focal de 50 mm fixa. A lente da câmera foi posicionada paralela a superfície da amostra, a uma distância de 20 cm. Utilizaram-se como fonte de iluminação duas lâmpadas fluorescentes (Philips, Twister), de 15 W, temperatura de cor de 6500 K e emissão de 900 lm, incidindo com ângulo de 45° sobre os grãos colocados em placas de petri sobre fundo branco (Figura 5). Foram obtidas imagens digitais em extensão bmp e no programa MICROSOFT®PAINT, versão 6.0. Selecionaram-se 20 pedaços da foto, com o programa “Conversor em cor média RGB para imagens BMP”, que faz a leitura pixel a pixel da cor. Cada pedaço da foto foi convertido em valores RGB (red-green-blue) médios (SACHS, 2002). Os valores de RGB foram ainda convertidos para o sistema CIELAB pelo programa “Munsell Conversion versão 4.01”, obtendo-se os valores de L\* (luminosidade), a\* (componente vermelho-verde), b\* (componente amarelo – azul).

**Figura 5** – Esquema do sistema para fotografia



**Fonte:** Oliveira et al.(2003).

Para avaliação dos resultados de cor foi utilizado o parâmetro tonalidade cromática [ $H^* = \arctang(b^*/a^*)$ ], que é uma coordenada cilíndrica e mostra a localização da cor em um diagrama, aonde o ângulo 0° representa o vermelho

puro; o 90°, o amarelo puro; o 180°, o verde puro; e o 270°, o azul puro (LAWLESS; HEYMANN, 1998; MCLELLAN; LIND; KIME, 1995).

#### 4.5.5.4 Teste de esterilidade comercial para produtos ácidos

Foi realizado o teste de esterilidade comercial para produtos ácidos com a finalidade de controle microbiológico das conservas de soja tipo hortaliça, segundo o método descrito por Silva et al. (2007), e para atender a legislação vigente da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Resolução nº. 12 de 02 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001).

Após 30 dias de armazenamento, cada conserva foi aberta assepticamente (lavagem das embalagens com água corrente e detergente neutro, secagem com papel toalha e aplicação de solução de iodado) e retiradas alíquotas do conteúdo para os meios indicados. Inicialmente os meios empregados foram Caldo Thermoacidurans (TAB), Caldo Extrato de Malte (EM) e Caldo De Man Rogosa & Sharpe (MRS). Foram utilizados quatro tubos com TAB, sendo dois deles incubados em anaerobiose, por meio da utilização de vaspar, e dois em aerobiose, a temperatura de 35 e 55°C, respectivamente, também foi utilizado dois tubos com EM e dois com MRS, incubados em aerobiose a 35°C. Todos os tubos o foram incubados por 5 dias.

Os resultados qualitativos foram avaliados visualmente pela turvação do meio, formação de gás ou crescimento de biomassa. Caso estes indicassem que todas as conservas estavam estéreis não haveria a necessidade de realizar testes subsequentes que visariam a identificação dos micro-organismos presentes.

#### 4.5.5.5 Extração e determinação de isoflavonas por HPLC

A extração das isoflavonas foi conduzida conforme Carrão-Panizzi, Goés-Favoni e Kikuch (2002), a separação e quantificação de isoflavona foi realizada por cromatografia líquida de alto desempenho (HPLC), segundo Berhow et al. (2002).

Após extração, as amostras foram centrifugadas (Eppendorf, 5417R) a 5°C em 14.000 rpm, por 15 min. O sobrenadante foi filtrado em filtro Millipore com 0,45 µm de abertura e 20 µL do filtrado foram injetados para separação e

quantificação de isoflavonas em cromatógrafo (Waters, W600 e com injetor W717), equipado com detector de arranjo de fotodiodos (<sup>TM</sup>996), com temperatura controlada de 25 °C. A eluição das isoflavonas foi feita em coluna de fase reversa do tipo ODS C18 YMC-Pack ODS-AM, S-5 mm, 120 A, com diâmetro de 4,6 mm e 250 mm de comprimento em sistema de gradiente linear. O sistema de gradiente inicial consistiu de 20% de metanol com 0,025% de ácido trifluoroacético (eluente A) e 80% de água com 0,025% de ácido trifluoroacético (eluente B). Em 35 min de eluição, a proporção de 20% do eluente B e 80% do eluente foi atingida, e assim as isoflavonas foram separadas e detectadas a 260 nm. Em 36 min, a eluição se tornou isocrática, com 100% de metanol (eluente A), retornando as condições iniciais em 40 min. O tempo total de eluição foi em média de 60 min e o fluxo do solvente foi de 1 mL min<sup>-1</sup>. Todos os reagentes utilizados desde a extração até quantificação foram de grau HPLC.

A quantificação, realizada em triplicata, com duas injeções por repetição, foi feita por padronização externa com curvas de calibração de daidzeína, genisteína, gliciteína, genistina, daidzina, glicitina, malonildaidzina, malonilgenistina, malonilglicitina, acetildaidzina, acetilgenistina e acetilglicitina (marca Sigma) de concentrações conhecidas. Os resultados foram expressos em mg 100 g<sup>-1</sup>.

#### 4.5.5.6 Extração e determinação de açúcares por HPLC

A extração e quantificação dos açúcares glicose, frutose, sacarose, rafinose e estaquiose foram realizadas segundo a metodologia descrita por Mandarino, Carrão-Panizzi e Masuda (2000).

Os açúcares foram extraídos com etanol 80%, 100 µL do extrato foram diluídos para 2 mL com etanol 8,0% e filtrado em filtro Milipore com 0,45 µm de abertura. Deste filtrado 10 µL foi injetado para separação e quantificação dos açúcares no cromatógrafo líquido (Dionex, ED50), equipado com detector amperométrico. A eluição foi feita em coluna CarboPac PA10 analítica, com resina de troca iônica. O tempo total de corrida foi de 40 min em sistema isocrático com NaOH 54 mM e fluxo de eluente de 1 mL min<sup>-1</sup>. Todos os reagentes utilizados desde a extração até quantificação foram de grau HPLC.

A quantificação, realizada em triplicata com duas injeções por repetição, foi realizada por padronização externa com curvas de calibração de

padrões de glicose, frutose, sacarose, rafinose e estaquiose (marca Wako) de concentrações conhecidas. Os resultados foram expressos em  $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ .

#### 4.5.5.7 Determinação da composição centesimal

O conteúdo de proteínas, lipídios, umidade e cinzas foram determinados segundo metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). O teor de carboidratos foi obtido por meio da diferença dos demais componentes.

Os resultados foram expressos em  $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ .

## 5 REFERÊNCIAS

ABBATEMARCO, C.; RAMASWAMY, H.S. End-over-end thermal processing of canned vegetables: Effect on texture e color. **Food Research International**, v.27, p.327-334, 1994.

ANUÁRIO BRASILEIRO DA SOJA 2000. **Brazilian Soybean Yearbook**. Passo Fundo: Palotti, 2000.

AOAC. **Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists**. 16. ed. Washington: Association of official Analytical Chemists, 1993.

BALASUBRAMANIAN, P.; SLINKARD, A.; TYLER, R.; VANDENBERG, A. A modified laboratory canning protocol for quality evaluation of dry bean (*Phaseolus vulgaris* L). **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.80, p.732-738, 2000.

BARCELOS, M.F.P.; TAVARES, D.Q.; SILVA, M.A.A.P.; MIRANDA, M.A.C.; GERMER, S.P.M.; FERREIRA, V.L.P.; CAMPOS, S.D. Ensaio tecnológico e sensorial de soja [*Glycine Max* (L.) Merrill] enlatadas em estádios verde e no estádio da maturação de colheita. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.19, n.1, p.46-58, 1999a.

BARCELOS, M.F.P.; TAVARES, D.Q.; MIRANDA, M.A.C.; GERMER, S.P.M. Aspectos químicos e bioquímicos de leguminosas enlatadas em diferentes estádios de maturação. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.19, n.1, p.59-72, 1999b.

BARRETT, D. M.; GARCIA, E.; WAYNE, J E. Textural Modification of Processing Tomatoes. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.38, n.3, p.173–258, 1998.

BELLERGARD, C.R.G.; RAUPP, D. da S.; CHAIMSOHN, F.P.; BORSATO, A.V. Avaliação de procedimentos de acidificação de conservas de palmito foliar de pupunha (*Bactris gasipaes*). **Acta Scientiarum Agronomy**, v.27, n.2, p.247-254, 2005.

BERHOW, M.A. Modern analytical techniques for flavonoid determination. In: BUSLIG, B.S.; MANTHEY, J.A. (Ed.). **Flavonoids in the living cell**. New York: Klusher Academic, 2002. p.61-76.

BENASSI, M. T. de; ANTUNES, A.J. A comparison of metaphosphoric and oxalic acids as extractants solutions for the determination of vitamin C in selected vegetables. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v.31, n.4, p.507-513, 1988.

BEZERRA, T.S. **Desidratação de Hortaliças: aspectos teóricos**. 2007. Monografia (Curso de Especialização em Tecnologia de Alimentos) – Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

BOHN, L.; MEYER, A.S.; RASMUSSEN, S.K. Phytate: impact on environment and human nutrition. A challenge for molecular breeding. **Journal of Zhejiang University**, v.9, n.3, p.165-191, 2008.

BRASIL. Regulamento nº 13, de 15 de julho de 1977. Características mínimas de identidade e qualidade para as hortaliças em conserva obrigatoriamente submetidas a tratamento térmico. **Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos**, 1977.

BRASIL. Portaria nº 36, de 13 de janeiro de 1998. Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Alimentos à Base de Cereais para Alimentação Infantil. **Secretaria de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde**, 1998.

BRASIL. Regulamento nº 12 de 2 de janeiro de 2001. Regulamento técnico sobre os padrões microbiológicos para alimentos. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**, 2001.

BRASIL. Regulamento nº 352, de 23 de dezembro de 2002. Regulamento técnico de boas práticas de fabricação para estabelecimentos produtores/industrializadores de frutas e/ou hortaliças em conserva. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**, 2002.

BRASIL. **Cadeia produtiva da soja / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Política Agrícola, Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura**. Brasília, 2007a.

BRASIL, A.P.R. **Avaliação bioquímica e nutricional de farinha de soja processada enzimaticamente para remoção dos oligossacarídeos de rafinose**. Viçosa, 2007b. Dissertação (Mestrado em Bioquímica Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2007b.

BRASIL. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, nono levantamento, junho/2011 / Companhia Nacional de Abastecimento**. Brasília: Conab, 2011.

BURNS, R.A. Protease inhibitors in processed plant food. **Journal of Food Protection**, v.50, n.2, p.161-165, 1987.

BUSCHER, R.W.; CHANG, J.S. Quality Improvement of Canned Mung Bean (*Vigna radiata*) Sprouts. **Journal of Food Science**, v.48, n.6, p.1598-1603, 1983.

CARRÃO-PANIZZI, M. C; GOÉS-FAVONI, S.P.; KIKUCH, A. Extraction time for soybean isoflavone determination. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.45, p.515-518, 2002.

CARRÃO-PANIZZI, M. C. *Edamame* ou soja-hortaliça: fácil de consumir e muito saudável. **Informe Agropecuário**, v.27, n.230, p.59-64, 2006.

CHIBA, Y. Postharvest Processing, Marketing and Quality Degradation of Vegetable Soybean in Japan. SHANMUGASUNDARAM, S. (Ed.). Vegetable soybean: research needs for production and quality improvement. **Proceeding of workshop, Kenting, Taiwan, Asian Vegetable Research and Development Center**, publication n.91-346, p.108-112, 1991.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de Frutos e Hortaliças**. Lavras: Escola Superior de Agricultura de Lavras - FAEPE, 1990.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K.L.; FENNEMA, O.R. **Química de Alimentos de Fennema**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

EMBRAPA. **A Soja**. Disponível em:  
<[http://www.cnpso.embrapa.br/index.php?op\\_page=112&cod\\_pai=33](http://www.cnpso.embrapa.br/index.php?op_page=112&cod_pai=33)>. Acesso em: 26 jun. 2009.

FEDERAL REGISTER. Canned green beans deviating from identity standard; extension and amendment of temporary permit for market testing. **Federal Register**, v.5, 1986.

FELLOWS, P.J. **Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e práticas**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

FERH, W.R.; CAVINESS, C.E.; BURMOOD, D.T.; PENNINGTON, J.S. Stages of development descriptions for soybean (*Glycine Max* (L.) Merrill). **Crop Science**, v.11, p.929-931, 1971.

FLORA, L.F. Effects of modified processing procedures on quality of southern crowder peas. **Journal of Food Science**, v.45, n.1, p.126-128, 1980.

FRANCO, B.D.G. de M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia de Alimentos**. São Paulo: Editora Atheneu, 2005.

FRIEDMAN, M.; BRANDON, D.L. Nutritional and Health Benefits of Soy Proteins. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.49, n.3, p.1069-1086, 2001.

FRITZ, K.L., SEPPANEN, C.M., KURZER, M.S., CSALLANY, A.S. The *in vivo* antioxidant activity of soybean isoflavones in human subjects. **Nutrition Research**, v.23, p.479-487, 2003.

GENOVESE, M.I.; LAJOLO, F.M. Fatores antinutricionais da soja. **Informe Agropecuário**, v.27, n.230, p.28-32, 2006.

GIBSON, G.R.; ROBERFROID, M.B. Dietary Modulation of the Human Colonie Microbiota: Introducing the Concept of Prebiotics. **The Journal of Nutrition**, v.125, p. 1401-1412, 1995.

GRAF, E.; EMPSON, K.L.; EATON, J.W. Phytic acid: a natural antioxidant. **The journal of Biological Chemistry**, v.262, n.24, p.11647-11650, 1987.

- HARBACH, A.P.R.; COSTA, M.C.R.; SOARES, A.L.; BRIDI, A.M.; SHIMOKOMAKI, M.; SILVA, C.A. da; IDA, E.I. Dietary corn germ containing phytic acid prevents pork meat lipid oxidation while maintaining normal animal growth performance. **Food Chemistry**, v.100, p.1630-1633, 2007.
- HARBORNE, J.B., WILLIAMS, C.A. Advances in flavonoid research since 1992. **Phytochemistry**, v.55, p.481-504, 2000.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ, **Métodos Físico-químicos para Análise de Alimentos**. 1ª ed. Digital, 4ª ed. São Paulo, 2008.
- ISANGA, J.; ZHANG, G.N. Soybean Bioactive Components and their Implications to Health - A Review. **Food Reviews Interntional**, v.24, p.252-276, 2008.
- JOHNSON, D., WANG, S., SUZUKI, A. *Edamame: A Vegetable Soybean for Colorado*. JANICK, J. (Ed.). **Perspectives on new crops and new uses**, ASHS Press, Alexandria, VA, p.385-387, 1999.
- KENNEDY, A.R. Chemopreventive Agents: Protease Inhibitors. **Pharmacology and Therapeutics**, v.78, n.3, p.167-209, 1998.
- KIM, S.L.; BERHOW, M.A.; KIM, J.T.; CHI, H.Y.; LEE, S.J.; CHUNG, I.M. Evaluation of Soyasaponin , Isoflavone, Protein, Lipid, and Free Sugar Accumulation in Developing Soybean Seeds. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.54, p.10003-10010, 2006.
- KIM, J.A.; HONG, S.B.; JUNG, W.S.; YU, C.Y.; MA, K.H.; GWAG, J.G.; CHUNG, I.M. Comparison of isoflavones composition in seed, embryo, cotyledon and seed coat of cooked-with-rice and vegetable soybean. **Food Chemistry**, v.102, p.738-744, 2007.
- KONG, F.; CHANG, S.K.C. Statistical and Kinetic Studies of the Changes in Soybean Quality during Storage as Related to Soymilk and Tofu Making. **Journal of Food Science**, v.74, n.2, p.81-89, 2009.
- KONOVSKY, J., LUMPKIN, T. A., MCCLARY, D. Edamame: the vegetable soybean. In: O'ROURKE, A.D. (Ed.). **Understanding the Japanese Food and Agrimarket: a multifaceted opportunity**. Binghamton: Haworth Press, 1994. p.173-181.
- KROLOW, A.C.R. **Hortaliças em conserva**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006.
- KUMAR, V., RANI, A., CHAUHAN, G.S. A comparative study of oligosaccharides in immature and mature seeds of soybean genotypes. **Journal Food Science Technology**, v.44, n.1, p.49-51, 2007.
- LAWLESS, H.T.; HEYMANN, H. **Sensory evaluation of food**. New York: Chapman & Hall, 1998. 819 p.
- LAUDANNA, E. Propriedades funcionais da soja. **Informe Agropecuário**, v.27, n.230, p.15-18, 2006.

- LEE, B.J.; HENDRICKS, D.G.; CORNFORTH, D.P. Antioxidant Effects of Carnosine and Phytic Acid in Model of Beef System. **Journal of Food Science**, v.63, n.3, p.394-398, 1998.
- LEE, S.J.; AHN, J.K.; KIM, S.H.; KIM, J.T.; HAN, S.J.; JUNG, M.Y.; CHUNG, I.M. Variation in Isoflavones of Soybean Cultivars with Location and Storage Duration. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.51, p.3382-3389, 2003.
- LEE, S.H.; PARK, H.J.; CHO, S.Y.; JUNG, H.J.; CHO, S.M.; CHO, Y.S.; LILLEHOJ, H.S. Effects of dietary phytic acid on serum and hepatic lipid levels in diabetic KK mice. **Nutrition Research**, v.25, p.869-876, 2005.
- LEE, S.H.; PARK, H.J.; CHUN, H.K.; CHO, S.Y.; CHO, S.M.; LILLEHOJ, H.S. Dietary phytic acid lowers the blood glucose level in diabetic KK mice. **Nutrition Research**, v.26, p.474-479, 2006.
- LEE, S.H.; PARK, H.J.; CHUN, H.K.; CHO, S.Y.; JUNG, H.J.; CHO, S.M.; KIM, D.Y.; KANG, M.S.; LILLEHOJ, H.S. Dietary phytic acid improves serum and hepatic lipid levels in aged ICR mice fed a high-cholesterol diet. **Nutrition Research**, v.27, p.505-510, 2007.
- LETRA, J.F.; NOJIMA, M. A.; NOGUEIRA, I.B.R.; PEREIRA, E.S. **Dossiê Técnico**. (2007) Disponível em: < <http://www.scribd.com/doc/13415890/Curso-Conservas-e-Temperos>>. Acesso em: 11 de ago. 2010
- LICHTENSTEIN, G.R.; DEREN, J.J.; KATZ, S.; LEWIS, J.D.; KENNEDY, A.R.; WARE, J.H. Bowman-Birk Inhibitor Concentrate: A Novel Therapeutic Agent for Patients with Active Ulcerative Colitis. **Digestive Diseases and Sciences**, v.53, p.175-180, 2008.
- LIU, K. **Soybeans as Functional Foods and Ingredients**. Illinois: Champaign, 2004.
- LIVINGSTONE, D., BEILINSON, V., KALYAEVA, M., SCHMIDT, M.A., HERMAN, E.M., NIELSEN, N.C. Reduction of protease inhibitor activity by expression of a mutant Bowman-Birk gene in soybean seed. **Plant Molecular Biology**, v.64, p.397-408, 2007.
- MANDARINO, J.M.G.; CARRÃO-PANIZZI, M.C.; MASUDA, R. Composition content of sugars in soybean seeds of Brazilian cultivars and genotypes of Embrapa's germoplasm collection. In: International Soybean Processing and Utilization Conference, 3., 2000, Tsukuba. **Proceedings...** Tsukuba: The Japanese Society for Food Science and Technology, 2000. p.77-78.
- MASUDA, R. Quality requirement and improvement of vegetable soybean. SHANMUNGASUNDARAM, S. (Ed.). Vegetable soybean: research needs for production and quality improvement. **Proceeding of workshop, Kenting, Taiwan, Asian Vegetable Research and Development Center**, publication n.91-346, p.92-102, 1991.

MASUDA, R. The strategy for sweetness increase of vegetable soybean: maltose, another sugar in boiled seeds. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH PROCESSING AND UTILIZATION CONFERENCE, 4.; BRAZILIAN SOYBEAN CONGRESS, 3., 2004, Foz do Iguaçu. **Proceedings...** Londrina: Embrapa Soja, 2004. p.839-844. (Embrapa Soja. Documentos, 228).

MCGLYNN, W.G.; DAVIS, D.R.; HONARMAND, F. Gluconic Acid Influences Texture and Color of Canned Asparagus. **Journal of Food Science**, v.58, n.3, p.614-615, 1993.

MCLELLAN, M.R.; LIND, L.R.; KIME, R.W. Hue Angle Determinations and Statistical Analysis for Multiquadrant Hunter L,a,b Data. **Journal of Food Quality**, v.18, n.3, p.235-240, 1995.

MEBRAHTU, T.; MOHAMED, A.; ELMI, A. Accumulation of phytate in vegetable-type soybean genotypes harvested at four developmental stages. **Plant Food for Human Nutrition**, v.50, p.179-187, 1997.

MOHAMED, A.I.; RANGAPPA, M. Nutrient composition and anti-nutritional factors in vegetable soybean: II. Oil, fatty acids, sterol, and lipoxygenase activity. **Food Chemistry**, v.44, p.277-282, 1992.

MORETTI, C.L. **Manual de Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças**. Embrapa Hortaliças: Brasília, 2007.

MORI, A.L.B. **Solubilidade das proteínas de feijão comum envelhecido**. 2001. 70p. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos)-Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2001.

MOZZONI, L.A.; MORAWICKI, R.O.; CHEN, P. Canning of vegetable soybean: procedures and quality evaluations. **International Journal of Food Science and Technology**, v.44, p.1125-1130, 2009.

OBATOLU, V., OSHO, S.M. Chemical and physical characteristics of five Nigerian varieties of fresh Green immature soybean (*Glycine Max* (L.) Merrill). **British Food Journal**, v.108, n.6, p.440-450, 2006.

OLIVEIRA, A. P. V.; FRASSON, K.; YAMASHITA, F.; BENASSI, M. T. Medida Instrumental de Cor em Sobremesas Lácteas de Chocolate: uma Técnica de Baixo Custo e Versátil Utilizando Câmera Digital. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v.6, n.2, p.191-196, 2003.

PAIVA, B.M.; ALVES, R.M.; HELENO, N.M. Aspecto socioeconômico da soja. **Informa Agropecuário**, v.27, n.230, p.7-14, 2006.

PEREIRA, L.M.; RODRIGUES, A.C.C.; SARANTÓPOULOS, C.I.G. de L.; JUNQUEIRA, V.C.A.; CARDELLO, H.M.A.B.; HUBINGER, M.D. Vida de prateleira de goiabas minimamente processadas acondicionadas em embalagens sob atmosfera modificada. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.23, n.3, 2003.

RAO, M.S.S., BHAGSARI, A.S., MOHAMED, A.I.. Fresh Green seed yield and seed nutritional traits of vegetable soybean genotypes. **Crop Science**, v.42, p.1950-1958, 2002.

REMPEL, G.; FERRARI, L.; TONDELO, M. A **Matemática da Conserva de Pepinos**. 2003. Disponível em: <<http://www.projetos.unijui.edu.br/matematica/modelagem/pepino/index.html>>. Acesso em: 11 ago 2010.

SACHS, L.G.; PORTUGUAL, A.P.; PRUDENCIO-FERREIRA, S.H.; FELINTO, A.S. **Conversor em cor média RGB para imagens BMP**. Disponível em: <[www.fflam.br](http://www.fflam.br)>. Acesso em: 15 maio 2002.

SANTANA, A.C. **Efeito dos horários de colheita e armazenamento da soja tipo hortaliça sobre as características químicas e físicas**. 2009. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2009.

SHAMSUDDIN, A.M. Anti-cancer function of phytic acid. **International Journal of Food Science and Technology**, v.37, p.769-782, 2002.

SIES, H., WILHELM, S. Vitamins E and C,  $\beta$ -carotene, and other carotenoids as antioxidants. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.62, n.6, p.1315-1321, 1995.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V.C.A.; SILVEIRAN, F.A.; TANIWAKI, M.H.; SANTOS, R.F.S. dos; GOMES, R.A.R. **Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos**. 3. ed. São Paulo: Varela, 2007.

SIMONNE, A.H.; SMITH, M.; WEAVER, D.B.; VAIL, T.; BARNES, S.; WEI, C.I. Retention and Changes of Soy Isoflavones and Carotenoids in Immature Soybean Seeds (Edamame) During Processing. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.48, n.12, p.6061-6069, 2000.

SOARES, A.L.; OLIVO, R.; SHIMOKOMAKI, M.; IDA, E.I. Synergism between Dietary Vitamin E and Exogenous Phytic Acid in Prevention of Warmed-Over Flavour Development in Chicken Breast Meat, *Pectoralis major* M. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.47, n.1, p.57-62, 2004.

TSAY, L.; SHEU, S. Studies on the Effects of Cold Storage and Precooling on the Quality of Vegetable Soybean. SHANMUNGASUNDARAM, S. (Ed.). Vegetable soybean: research needs for production and quality improvement. **Proceeding of workshop, Kenting, Taiwan, Asian Vegetable Research and Development Center**, publication n.91-346, p.113-119, 1991.

TSOU, S.C.S.; HONG, T.L. Research on vegetable soybean quality in Taiwan. SHANMUNGASUNDARAM, S. (Ed.). Vegetable soybean: research needs for production and quality improvement. **Proceeding of workshop, Kenting, Taiwan, Asian Vegetable Research and Development Center**, publication n.91-346, p.92-102, 1991.

- TOUIL, T.; CIRIC, B.; VENTURA, E.; SHINDLER, K.S.; GRAN, B.; ROSTAMI, A. Bowman-Birk inhibitor suppresses autoimmune inflammation and neuronal loss in a mouse modelo of multiples sclerosis. **Journal of the Neurological Sciences**, v.271, p.191-202, 2008.
- VIANA, S.F., GUIMARÃES, V.M., JOSÉ, I.C., OLIVEIRA, M.G.A., COSTA, N.M.B, BARROS, E.G., MOREIRA, M.A., REZENDE, S.T. Hydrolysis of oligosacharides in soybean flour by soybean  $\alpha$ -galactosidase. **Food Chemistry**, v.93, p.665-670, 2005.
- WANG, C.R.; CHANG, S.K.C. Effects of Selected Canning Methods on Trypsin Inhibitor Activity, Sterilization Value, and Firmness of Canned Navy Beans. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v.36, p.1015-1018, 1988.
- WANG, H.; MURPHY, P.A. Isoflavone Content in Commercial Soybean Foods. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.42, p.1666-1673, 1994.
- WSZELAKI, A.L., DELWICHE, J.F., WALKER, S.D., LIGGET, R.E., MILLER, S.A., KLEINHENZ, M.D. Consumers liking and descriptive analysis of six varieties of organically grown edamame-type soybean. **Food Quality and Preference**, v.16, n.8, p.651-658, 2005.
- ZAPATA, M.M.; QUAST, D.G. Curvas de titulação do palmito-doce (*Euterpe edulis* Mart.). **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 6, p. 167-187, 1975.
- ZHANG, X.; SHU, X.O.; GAO, Y.T.; YANG, G.; LI, Q.; LI, H.; JIN, F.; ZHENG, W. Soy Food Consumption is Associated with Lower Risk of Coronary Heart Disease in Chinese Women. **The Journal of Nutrition**, v.133, n.9, p.2874-2878, 2003.
- ZHANG, Z.; SONG, Y.; WANG, X.L. Inositol hexaphosphate-induced enhancement of natural killer cell activity correlates with suppression of colon carcinogenesis in rats. **World Journal of Gastroenterology**, v.11, n.32, p.5044-5046, 2005.

## **6 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os resultados obtidos estão redigidos na forma de artigos científicos.

6.1 ARTIGO A: EFEITO DO TEMPO E TEMPERATURA DE ARMAZENAMENTO SOBRE AS CARACTERÍSTICAS DO GRÃO DE SOJA TIPO HORTALIÇA MINIMAMENTE PROCESSADO.

**EFEITO DO TEMPO E TEMPERATURA DE ARMAZENAMENTO SOBRE AS CARACTERÍSTICAS DO GRÃO DE SOJA TIPO HORTALIÇA MINIMAMENTE PROCESSADO**

**Karina Czaikoski<sup>a</sup>, José Marcos Gontijo Mandarino<sup>b</sup>, Mercedes Concórdia Carrão-Panizzi<sup>b</sup>, Josemeyre Bonifácio da Silva<sup>a</sup> e Elza Louko Ida<sup>a,\*</sup>**

<sup>a</sup>Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Estadual de Londrina, caixa postal 6001, CEP 86051-970, Londrina, Paraná, Brasil. E-mail: kczaikoski@yahoo.com.br, josibonifacio@uel.br; elida@uel.br; <sup>b</sup>Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Centro Nacional de pesquisa de Soja, Rodovia Carlos João Strass - Distrito Warta, caixa postal 231, CEP 86001-970, Londrina, Paraná, Brasil. E-mail: jmarcos@cnpso.embrapa.br; mercedes@cnpso.embrapa.br

**Resumo**

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do tempo e duas temperaturas de armazenamento sobre as características do grão de soja tipo hortaliça BRS 267 minimamente processado e definir a melhor condição de armazenamento destes grãos. A avaliação foi realizada pelas medidas do teor de vitamina C, perda de peso e cor ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ). O tempo de armazenamento dos grãos de soja tipo hortaliça BRS 267 minimamente processados e embalados em bandejas de isopor envoltas por filme PVC, ocasionou um decaimento no teor de vitamina C e cor ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ) e aumento na perda de peso, sendo que a temperatura intensificou este processo, sendo maior a 25°C que a 5°C. Para manutenção dos atributos teor de vitamina C e cor ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ) e menores perdas de peso de grãos de soja tipo hortaliça BRS 267 minimamente processados e embalados em bandejas de isopor envoltas por filme PVC recomenda-se o armazenamento a temperatura de 5°C por até 3 dias.

**Palavras-chave:** Soja tipo hortaliça. Qualidade. Aparência. Cor. Teor de vitamina C. Perda de peso.

## INTRODUÇÃO

A soja tipo hortaliça é colhida no estágio de desenvolvimento R6, no qual os grãos estão verdes e imaturos, porém desenvolvidos. Nesse estágio, o tamanho dos grãos é considerado grande com peso de 100 grãos > 250 mg, a coloração é verde-brilhante e o hilo pode ser cinza ou amarelo claro. As vagens, também apresentam coloração verde-brilhante, boa forma e sem manchas na superfície (MASUDA, 1991). A soja tipo hortaliça é popular na Ásia e consumida com ou sem vagens, porém somente os grãos são consumidos (TSAY; SHEU, 1991).

No Japão, a soja tipo hortaliça é denominada de edamame, no qual as vagens são cozidas em água e sal e quando servidas como aperitivos, os grãos são facilmente removidos. Como produto hortaliça contém quantidades consideráveis de proteínas, vitaminas A, C, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, minerais como K, P, Ca e fibras alimentares (USDA, 2008).

As características de qualidade para comercialização da soja tipo hortaliça incluem aparência, sabor, gosto, textura e composição nutricional. O sabor da soja tipo hortaliça é considerado mais suave e adocicado ao da tipo grão. A doçura dos grãos crus é decorrente principalmente do maior conteúdo de sacarose e dos aminoácidos ácido glutâmico e alanina. Com o cozimento do *edamame*, a maltose e a frutose também contribuem com o gosto doce e diferenciado (SILVA; CARRÃO-PANIZZI; PRUDENCIO, 2009).

Geralmente, a soja tipo hortaliça é comercializada na forma de vagens ou grãos *in natura* e devido a sua alta taxa de respiração ocorre rápido decréscimo de sua qualidade (LIU, 2004). O processamento mínimo dos grãos de soja tipo hortaliça visa oferecer o produto com características similares ao produto fresco, sem perda de qualidade nutricional e sensorial, podendo também facilitar que os grãos estejam prontos para consumo e com validade suficiente para a sua distribuição, comercialização e consumo (PEREIRA et al., 2003; MORETTI, 2007).

Os vegetais minimamente processados sofrem alterações físicas e são metabolicamente ativos e, portanto, são mais susceptíveis a mudanças fisiológicas, bioquímicas e microbiológicas que podem ocasionar degradação da cor, textura e sabor, que conferem aos produtos maior perecibilidade em comparação ao produto intacto (MORETTI, 2007). Dessa forma, é importante estabelecer condições adequadas de tempo e temperatura de armazenamento, pois estes fatores são

considerados essenciais para a manutenção da qualidade da soja tipo hortaliça (MORETTI, 2007; CHIBA, 1991).

Os atributos de qualidade da soja tipo hortaliça que incluem aparência, sabor e valor nutritivo também, devem ser mantidos no produto minimamente processado, pois, a perda da coloração verde reflete declínio da frescura dos grãos e degradação de açúcares, aminoácidos e ácido ascórbico, sendo que o último pode ser usado como um indicador de deterioração da cor e frescura (KONOVSKY; LUMPKIN; MCCLARY, 1994; MASUDA, 1991; DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010).

A cultivar de soja BRS 267 foi lançada em 2005 pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), Centro Nacional de Pesquisa de Soja (CNPSo), Londrina, PR para cultivo comercial e ser utilizada como soja tipo hortaliça, quando colhida no estágio de maturação R6, devido as suas características de grãos de tamanho grande, sabor suave, vagens com pouca pubescência e rendimento adequado para a produção de soja tipo hortaliça e também como matéria-prima, quando colhida no estágio de desenvolvimento R8, para elaboração de *tofu* e extrato hidrossolúvel de soja (CARRÃO-PANIZZI, 2006).

A soja tipo hortaliça é amplamente investigada no Japão e Taiwan, devido a tradição e elevado consumo, entretanto no Brasil pesquisas sobre esta hortaliça ainda são incipientes e necessitam de mais investigações, devido o seu valor nutritivo, pois este importante vegetal poderá ter um consumo global significativo. Assim, o efeito do tempo e temperatura de armazenamento sobre as características químicas e físicas da cultivar de soja tipo hortaliça BRS 267 foi investigado por Santana (2009), que concluiu que o armazenamento a 7°C por 6 dias foi eficaz na manutenção do teor de amido e cor das vagens.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do tempo e temperatura de armazenamento sobre as características dos grãos de soja tipo hortaliça BRS 267 minimamente processados para definir as melhores condições de armazenamento destes grãos.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Material**

As vagens de soja tipo hortaliça da cultivar BRS 267 foram fornecidos pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), Centro Nacional de Pesquisa de Soja (CNPSo), Londrina, PR. Após a colheita, as vagens foram retiradas dos caules manualmente e submetidas ao processo de branqueamento em água fervente por 3 min. Em seguida os grãos foram removidos manualmente e utilizados imediatamente para o processamento

### **Processamento mínimo**

Para o processamento mínimo, os grãos de soja tipo hortaliça foram selecionados, sanitizados por 30 min em solução com concentração de cloro livre em torno de 100 ppm preparada de acordo com Krolow (2006). Em seguida, os grãos foram enxaguados em água corrente potável, secos com papel toalha, embalados em porções de 60 g em bandejas de isopor que foram envolvidas por filme cloreto de polivinila (PVC). Estes foram armazenados por 4 dias em duas condições de temperatura controlada, em câmaras de refrigeração a 5°C e ambiente a 25°C.

### **Procedimentos analíticos**

O teor de vitamina C foi determinado segundo o método de Tillmans descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (2008) com modificações descritas por Benassi e Antunes (1988) e expresso em mg 100 g<sup>-1</sup>.

A avaliação da perda de peso das amostras, expressa em percentagem, foi realizada com pesagens diárias em balança semi-analítica (Marconi, AL500C), segundo descrito por Chiba (1991).

Os parâmetros de cor dos grãos como luminosidade (L\*), componentes vermelho-verde (a\*) e amarelo-azul (b\*) foram determinados usando um colorímetro (Minolta, CR-400, Japão), com iluminante padrão D65, e foi utilizado o sistema CIE.

## **Delineamento experimental e análise estatística**

O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso, no esquema fatorial 2x5, sendo que os blocos foram as câmaras de temperatura controlada. Todos os procedimentos analíticos foram realizados em quadruplicata. Para avaliar o efeito da temperatura sobre o armazenamento dos grãos, os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. Para determinar o efeito do tempo de armazenamento sobre as características dos grãos de soja tipo hortaliça minimamente processados foram realizadas análises de regressão. As análises estatísticas foram conduzidas no programa Statistica versão 7.0 (2004).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os grãos de soja tipo hortaliça BRS 267 minimamente processados e armazenados a temperatura de 5 e 25°C apresentaram teor de vitamina C (Tabela 1) que variaram entre si a partir do 1º dia até o último dia de armazenamento. O teor de vitamina C reduziu 91,52% e 19,61% em quatro dias de armazenamento a 25°C e 5°C, respectivamente. Pelos parâmetros de regressão  $\beta$  (-6,52/-1,40) observou-se um decréscimo 4,66 vezes maior no teor de vitamina C a temperatura ambiente em relação a temperatura de refrigeração. Estes resultados confirmaram que o teor de vitamina C decaiu em maior proporção quando os grãos foram armazenados na temperatura ambiente, cuja degradação é dependente da temperatura, conforme descrito por Damodaran, Parkin e Fennema (2010). De acordo com a análise de variância, os valores de p indicaram que em ambas as temperaturas a regressão linear foi significativa, e os valores dos coeficientes  $R^2$  (0,88 e 0,89) determinam que a variação do conteúdo de vitamina C apresentou um bom ajuste ao tempo de armazenamento dos grãos de soja tipo hortaliça.

**Tabela 1** – Teor de vitamina C de grãos de soja tipo hortaliça BRS 267 minimamente processados e armazenados em temperaturas de 5°C e 25°C, por 4 dias

Armazenamento (dias)	Temperatura de estocagem	
	5°C	25°C
0	29,94 <sup>a</sup> ± 1,02	29,94 <sup>a</sup> ± 1,02
1	28,75 <sup>a</sup> ± 0,72	15,60 <sup>b</sup> ± 0,26
2	27,56 <sup>a</sup> ± 0,43	9,39 <sup>b</sup> ± 1,73
3	26,49 <sup>a</sup> ± 0,73	5,13 <sup>b</sup> ± 1,14
4	24,07 <sup>a</sup> ± 0,60	2,54 <sup>b</sup> ± 0,36
Regressão linear (parâmetros)		
β	-1,40	-6,52
p	0,0000 <sup>(1)</sup>	0,0000 <sup>(1)</sup>
R <sup>2</sup>	0,88	0,89

Observação: Resultados expressos em mg 100 g<sup>-1</sup> (base seca); médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

<sup>(1)</sup>Significante a 5% pelo teste F.

Os grãos de soja tipo hortaliça BRS 267 minimamente processados e armazenados a temperatura de 5 e 25°C apresentaram perda de peso (Tabela 2) que variaram entre si a partir do 1º dia até o último dia de armazenamento. A perda de peso foi de 58,76% e 17,52% em quatro dias de armazenamento a 25°C e 5°C, respectivamente. O principal fator responsável pela perda de peso é a transpiração, que conduz à eliminação de água, e também está associada ao processo de respiração, que promove o consumo de matéria seca. A perda da água pelo processo de transpiração não representa perda do valor nutritivo, porém condições que promovem elevada perda de água podem ocasionar prejuízo na aparência e aceitabilidade do produto (CHITARRA; CHITARRA, 1990). Na temperatura de 25°C a perda de peso dos grãos de soja tipo hortaliça no 1º dia foi de 19,95% e na temperatura de refrigeração no 3º dia foi de 13,14%. Assim, considerando apenas o fator perda de peso dos grãos minimamente processados, recomenda-se que estes não devem ser armazenados em temperatura ambiente e quando sob refrigeração até três dias. Pois, segundo Chitarra e Chitarra (1990) perdas de peso da ordem de 3 a 6% são suficientes para causar um marcante declínio na qualidade, porém, alguns produtos ainda são comercializáveis com 10% de perda de peso. Entretanto, deve-se considerar que os grãos de soja tipo hortaliça contem um elevado conteúdo

de umidade e foram embalados em bandejas de isopor envoltas por filme PVC. Estudos adicionais são recomendados para investigar o tipo de material de embalagem que deve ser cuidadosamente avaliado quanto à sua permeabilidade para evitar estas perdas.

Pelos parâmetros de regressão  $\beta$  (12,91/4,66) foi observado que ocorreu um aumento 2,77 vezes maior na perda de peso a temperatura ambiente em relação à temperatura de refrigeração (Tabela 2). As diferenças observadas pelos parâmetros de regressão de perda de peso para as temperaturas avaliadas, provavelmente ocorreram devido ao processo de transpiração e respiração que são catalisados pela temperatura do ambiente de armazenamento dos grãos, conforme descrito por Chitarra e Chitarra (1990) e Liu (2004). De acordo com a análise de variância, os valores de p indicam que em ambas as temperaturas de armazenamento, a regressão linear foi significativa, e os valores dos coeficientes  $R^2$  (0,96 e 0,96) determinaram que a variação da perda de peso apresentou um ótimo ajuste ao tempo de armazenamento dos grãos de soja tipo hortaliça.

**Tabela 2** – Perda de peso de grãos de soja tipo hortaliça BRS 267 minimamente processada e armazenada em temperaturas de 5°C e 25°C por 4 dias

Armazenamento (dias)	Temperatura de estocagem	
	5°C	25°C
0	0 <sup>a</sup> ± 0,00	0 <sup>a</sup> ± 0,00
1	2,92 <sup>a</sup> ± 1,22	19,95 <sup>b</sup> ± 2,15
2	7,53 <sup>a</sup> ± 1,03	34,9 <sup>b</sup> ± 2,35
3	13,14 <sup>a</sup> ± 1,95	47,97 <sup>b</sup> ± 3,10
4	17,52 <sup>a</sup> ± 2,11	58,76 <sup>b</sup> ± 3,41
Regressão linear (parâmetros)		
$\beta$	4,66	12,91
p	0,0000 <sup>(1)</sup>	0,0000 <sup>(1)</sup>
$R^2$	0,96	0,96

Observação: resultados expressos em porcentagem (%); médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. <sup>(1)</sup>Significante a 5% pelo teste F.

O parâmetro  $L^*$ , que considera a luminosidade dos grãos de soja tipo hortaliça minimamente processados, apresentou variação entre as temperaturas

de 5 e 25°C somente no 4° dia de armazenamento (Tabela 3). Pelos parâmetros de regressão  $\beta$  (-2,98/-0,87) foi observado que ocorreu um decréscimo linear 3,43 vezes maior no parâmetro  $L^*$  a temperatura ambiente em relação a temperatura de refrigeração, indicando que ocorreu escurecimento dos grãos durante o armazenamento. Conforme análise de variância, os valores de  $p$  indicaram que em ambas as temperaturas a regressão linear foi significativa, entretanto o valor de  $R^2$  de 0,39 a 5°C indica que estes resultados não podem ser explicados pelo modelo e os valores dos coeficientes  $R^2$  de 0,77 a 25°C determinam que a variação do parâmetro  $L^*$  apresentou um ajuste regular ao tempo de armazenamento dos grãos de soja tipo hortaliça. O baixo valor de  $R^2$  obtido para medida do parâmetro  $L^*$  possivelmente foi devido a utilização do colorímetro que apresentou algumas limitações com relação à uniformidade da superfície avaliada que considerou os espaços vazios entre os grãos. Portanto, para medida de  $L^*$  ou de  $a^*$  e  $b^*$  de superfícies como grãos de soja recomenda-se que essas medidas sejam realizadas utilizando imagens digitais conforme descrito por Oliveira et al. (2003).

**Tabela 3** – Parâmetros de cor de grãos de soja tipo hortaliça BRS 267 minimamente processada e armazenada em temperaturas de 5°C e 25°C por 4 dias

Armazenamento (dias)	L*		a*		b*	
	5°C	25°C	5°C	25°C	5°C	25°C
0	68,81 <sup>a</sup> ± 2,27	67,65 <sup>a</sup> ± 1,20	-27,81 <sup>a</sup> ± 0,86	-27,81 <sup>a</sup> ± 0,86	51,96 <sup>a</sup> ± 0,80	51,96 <sup>a</sup> ± 0,80
1	66,72 <sup>a</sup> ± 0,17	66,37 <sup>a</sup> ± 0,78	-26,78 <sup>a</sup> ± 1,14	-18,99 <sup>b</sup> ± 0,43	51,25 <sup>a</sup> ± 1,28	46,05 <sup>b</sup> ± 0,67
2	65,82 <sup>a</sup> ± 1,35	65,12 <sup>a</sup> ± 1,72	-24,91 <sup>a</sup> ± 0,81	-15,38 <sup>b</sup> ± 0,30	48,86 <sup>a</sup> ± 0,50	43,75 <sup>b</sup> ± 1,27
3	63,95 <sup>a</sup> ± 1,18	61,36 <sup>a</sup> ± 2,40	-23,86 <sup>a</sup> ± 0,65	-13,02 <sup>b</sup> ± 0,52	48,02 <sup>a</sup> ± 0,68	40,82 <sup>b</sup> ± 1,19
4	65,84 <sup>a</sup> ± 1,07	55,26 <sup>b</sup> ± 2,96	-23,05 <sup>a</sup> ± 0,82	-10,32 <sup>b</sup> ± 0,65	47,35 <sup>a</sup> ± 0,76	35,56 <sup>b</sup> ± 1,91
Regressão linear (parâmetros)						
β	-0,87	-2,98	1,24	4,09	-1,24	-3,80
p	0,0033 <sup>(1)</sup>	0,0000 <sup>(1)</sup>	0,0000 <sup>(1)</sup>	0,0000 <sup>(1)</sup>	0,0000 <sup>(1)</sup>	0,0000 <sup>(1)</sup>
R <sup>2</sup>	0,39	0,77	0,83	0,91	0,81	0,94

Observação: médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (valor médio de quatro replicatas). Significante a 5% pelo teste F. Valor L\* de 100 indica branco ou 0 indica preto, o valor de a\* + indica vermelho ou - indica verde e o valor de b\*+ indica amarelo ou - indica azul. Os valores máximos para a\* and b\* estão entre 100 e -100, respectivamente.

Os parâmetros de cor a\* e b\* dos grãos de soja tipo hortaliça minimamente processados apresentaram variação, entre as temperaturas de 5°C e 25°C a partir do 1º dia de armazenamento (Tabela 3). O parâmetro de cor a\* (componente vermelho-verde) apresentou variação linear positiva, indicando que ocorreu diminuição na cor verde dos grãos durante o armazenamento. Pelos parâmetros de regressão β (4,09/1,24) foi observado que ocorreu um aumento 3,30 vezes maior no parâmetro de cor a\* a temperatura ambiente em relação a temperatura de refrigeração. Conforme análise de variância, os valores de p indicam que em ambas as temperaturas a regressão linear foi significativa, e os valores dos coeficientes R<sup>2</sup> (0,83 e 0,91) determinam que a variação do parâmetro de cor a\* apresentou um bom ajuste ao tempo de armazenamento dos grãos de soja tipo hortaliça. O parâmetro de cor b\* (componente amarelo-azul) apresentou variação

linear negativa, indicando que ocorreu diminuição na cor amarela dos grãos durante o armazenamento. Pelos parâmetros de regressão  $\beta$  (-3,80/-1,24) foi observado que ocorreu um decréscimo 3,06 vezes maior no parâmetro de cor  $b^*$  a temperatura ambiente em relação à temperatura de refrigeração. Conforme análise de variância, os valores de  $p$  indicaram que em ambas as temperaturas a regressão linear foi significativa, e os valores dos coeficientes  $R^2$  (0,81 e 0,94) determinaram que a variação do parâmetro de cor  $b^*$  apresentou um bom ajuste ao tempo de armazenamento dos grãos de soja tipo hortaliça.

## CONCLUSÃO

O tempo de armazenamento dos grãos de soja tipo hortaliça BRS 267 minimamente processada e embalada em bandejas de isopor envoltas por filme PVC, ocasionou um decréscimo no teor de vitamina C, perda de peso e cor ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ), sendo que a temperatura intensificou este processo, sendo maior a 25°C que a 5°C.

Para manutenção dos atributos teor de vitamina C, perda de peso e cor ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ) de grãos de soja tipo hortaliça BRS 267 minimamente processada e embalada em bandejas de isopor envoltas por filme PVC recomenda-se o armazenamento a temperatura de 5°C por 3 dias.

## REFERÊNCIAS

BENASSI, M. T. de; ANTUNES, A.J. A comparison of metaphosphoric and oxalic acids as extractants solutions for the determination of vitamin C in selected vegetables. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v.31, n.4, p.507-513, 1988.

CARRÃO-PANIZZI, M. C. *Edamame* ou soja-hortaliça: fácil de consumir e muito saudável. **Informe Agropecuário**, v.27, n.230, p.59-64, 2006.

CHIBA, Y. Postharvest Processing, Marketing and Quality Degradation of Vegetable Soybean in Japan. SHANMUGASUNDARAM, S. (Ed.). Vegetable soybean: research needs for production and quality improvement. **Proceeding of workshop, Kenting, Taiwan, Asian Vegetable Research and Development Center**, publication n.91-346, p.108-112, 1991.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. Pós-colheita de Frutos e Hortaliças. Lavras: Escola Superior de Agricultura de Lavras - FAEPE, 1990.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K.L.; FENNEMA, O.R. **Química de Alimentos de Fennema**. 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ, **Métodos Físico-químicos para Análise de Alimentos**. 1ª ed. Digital, 4ª ed. São Paulo, 2008.

KROLOW, A.C.R. **Hortaliças em conserva**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006.

KONOVSKY, J., LUMPKIN, T. A., MCCLARY, D. Edamame: the vegetable soybean. In: O'ROURKE, A.D. (Ed.). **Understanding the Japanese Food and Agrimarket: a multifaceted opportunity**. Binghamton: Haworth Press, 1994. p.173-181.

LIU, K. **Soybeans as Functional Foods and Ingredients**. Illinois: Champaign, 2004.

MASUDA, R. Quality requeriment and improvement of vegetable soybean. SHANMUNGASUNDARAM, S. (Ed.). Vegetable soybean: research needs for production and quality improvement. **Proceeding of workshop, Kenting, Taiwan, Asian Vegetable Research and Development Center**, publication n.91-346, p.92-102, 1991.

MORETTI, C.L. **Manual de Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2007.

OLIVEIRA, A. P. V.; FRASSON, K.; YAMASHITA, F.; BENASSI, M. T. Medida Instrumental de Cor em Sobremesas Lácteas de Chocolate: uma Técnica de Baixo Custo e Versátil Utilizando Câmera Digital. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v.6, n.2, p.191-196, 2003.

PEREIRA, L.M.; RODRIGUES, A.C.C.; SARANTÓPOULOS, C.I.G. de L.; JUNQUEIRA, V.C.A.; CARDELLO, H.M.A.B.; HUBINGER, M.D. Vida de prateleira de goiabas minimamente processadas acondicionadas em embalagens sob atmosfera modificada. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.23, n.3, 2003.

SANTANA, A.C. **Efeito dos horários de colheita e armazenamento da soja tipo hortaliça sobre as características químicas e físicas**. 2009. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2009.

SILVA, J. B.; CARRÃO-PANIZZI, M.C.; PRUDÊNCIO, S. H. 2009. Chemical and physical composition of grain-type and food-type soybean for food processing. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 44, n.7, p. 777 – 784, 2009.

TSAY, L.; SHEU, S. Studies on the Effects of Cold Storage and Precooling on the Quality of Vegetable Soybean. SHANMUNGASUNDARAM, S. (Ed.). Vegetable soybean: research needs for production and quality improvement. **Proceeding of workshop, Kenting, Taiwan, Asian Vegetable Research and Development Center**, publication n.91-346, p.113-119, 1991.

USDA, Department Of Agriculture of The United States. National Nutrient Database 205 For Standard Reference Release 21 (2008). Disponível Em: 206  
<<http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/search/>> Acesso em: 15 de Abril de 2009.

## 6.2 ARTIGO B: EFEITO DA SALMOURA COM ZINCO OU COM SACAROSE E TEMPO DE PASTEURIZAÇÃO NO DESENVOLVIMENTO DE CONSERVA DE GRÃOS DE SOJA TIPO HORTALIÇA

### **EFEITO DA SALMOURA COM ZINCO OU COM SACAROSE E TEMPO PASTEURIZAÇÃO NO DESENVOLVIMENTO DE CONSERVA DE GRÃOS DE SOJA TIPO HORTALIÇA**

**Karina Czaikoski<sup>a</sup>, Rodrigo Santos Leite<sup>b</sup>, José Marcos Gontijo Mandarin<sup>b</sup>, Mercedes Concórdia Carrão-Panizzi<sup>b</sup>, Josemeyre Bonifácio da Silva<sup>a</sup> e Elza Iouko Ida<sup>a,\*</sup>**

<sup>a</sup>Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Estadual de Londrina, caixa postal 6001, CEP 86051-970, Londrina, Paraná, Brasil. E-mail: kczaikoski@yahoo.com.br, josibonifacio@uel.br; elida@uel.br; <sup>b</sup>Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Centro Nacional de pesquisa de Soja, Rodovia Carlos João Strass - Distrito Warta, caixa postal 231, CEP 86001-970, Londrina, Paraná, Brasil. E-mail: rsleite@cnpso.embrapa.br; jmarcos@cnpso.embrapa.br; mercedes@cnpso.embrapa.br

#### **Resumo**

O objetivo deste trabalho foi desenvolver uma conserva ácida a base de grãos de soja tipo hortaliça da cultivar BRS 267 utilizando dois delineamentos composto central rotacional 2<sup>2</sup>, com quatro pontos axiais e 4 repetições no ponto central. No primeiro delineamento foi investigado o efeito da adição de zinco na salmoura e tempo pasteurização sobre o teor de zinco e estabilidade de cor dos grãos em conserva. No segundo delineamento foi investigado o efeito da adição de sacarose na salmoura e tempo de pasteurização sobre a tonalidade cromática dos grãos em conserva. A partir dos dois delineamentos foram desenvolvidas duas conservas e avaliadas as propriedades físicas e químicas e comparadas com os grãos *in natura* e controle. Foi confirmado que apenas a concentração de zinco na salmoura influenciou o teor de zinco dos grãos em conserva e que a esterilidade comercial foi atingida em todas as conservas. A concentração de sacarose na salmoura e tempo de pasteurização influenciaram a tonalidade cromática dos grãos em conserva e a esterilidade comercial foi atingida em todas as conservas. A melhor formulação de conserva de grãos de soja tipo hortaliça em pH 3,9 foi obtida com adição de 3,43 g de sacarose, 6 g de cloreto de sódio e 0,29 g de cloreto de cálcio em 100 mL de

salmoura e com as características de qualidade quanto a dureza, cor, teor de proteínas, carboidratos, lipídios, isoflavonas totais, glicose e frutose.

**Palavras-chave:** Soja tipo hortaliça. Formulação de conserva. Zinco. Sacarose. Tempo de pasteurização. Características físicas e químicas.

## INTRODUÇÃO

Uma das formas de consumo da soja, principalmente em países orientais é como hortaliça, quando o grão ainda apresenta coloração verde (LIU, 2004; CARRÃO-PANIZZI, 2006; WSZELAKI, 2005). Como produto hortaliça, as vagens são colhidas no estágio de desenvolvimento R6, no qual os grãos estão totalmente desenvolvidos, mas ainda imaturos (FERH et al., 1971; RAO; BHAGSARI; MOHAMED, 2002; LIU, 2004).

Quando comparada com a soja tipo grão, a tipo hortaliça cozinha mais rápido, apresenta sabor mais suave e adocicado, textura mais macia e qualidade nutricional superior (LIU, 2004; KONOVSKY; LUMPKIN; MCCLARY, 1994). É rica em proteínas, vitaminas A, C, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, minerais como K, P e Ca, fibras alimentares e isoflavonas (USDA, 2008; LIU, 2004).

Devido essas características pode se tornar um importante alimento para os ocidentais. Contudo, para expansão do mercado nacional e internacional de consumo de grãos de soja tipo hortaliça é importante considerar os fatores relacionados com a produção, colheita, armazenamento, processamento e mercadologia (OBATOLU; OSHO, 2006; LIU, 2004).

Para oferecer mais uma opção de consumo do grão de soja, a Embrapa Soja desenvolveu a cultivar BRS 267, que pode ser consumida como soja tipo hortaliça, ou como matéria-prima, no estágio de desenvolvimento completo, para a elaboração de *tofu* e extrato hidrossolúvel de soja. A cultivar BRS 267 apresenta boas características para processamento, pois possui grãos de tamanho grande, sabor suave, vagens com pouca pubescência e rendimento adequado para a produção de soja tipo hortaliça (CARRÃO-PANIZZI, 2006).

No Japão é conhecida como *edamame* e servida como aperitivo. As vagens *in natura* são cozidas em água fervente com sal por 3 min e os grãos são removidos e consumidos (LIU, 2004).

Outra alternativa para o consumo da soja tipo hortaliça é o seu processamento em conserva, que pode contribuir para sua disponibilidade em todas as épocas do ano (SIEGEL; FAWCETT apud BARCELOS et al., 1999a; FELLOWS, 2006; MOZZONI; MORAWICKI; CHEN, 2009).

O tratamento térmico dos grãos de soja, para o processamento das conservas, é necessário para eliminar micro-organismos, reduzir os fatores considerados antinutricionais e inativar as enzimas lipoxigenases (BARCELOS et al., 1999b; BRASIL, 1977; SILVA et al., 2007). Durante o processamento térmico pode ocorrer perdas de atributos de qualidade, como cor e textura. Dessa forma, é necessário o controle adequado do tratamento térmico e do pH da conserva, já que as conservas com pH maior que 4,5 devem ser esterilizadas, enquanto que em pH menor que 4,5 devem ser submetidas a pasteurização (ABBATEMARCO; RAMASWAMY, 1994; BRASIL, 2002).

A coloração da soja tipo hortaliça, assim como de outros vegetais verdes, altera-se durante o processamento térmico, devido a conversão total ou parcial da clorofila, à feofitina ou pirofeofitina, compostos de cor verde oliva (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010). A presença de íons metálicos na salmoura de conservas, como o zinco, possibilita a manutenção da coloração verde da clorofila, pois estes deslocam facilmente os íons de hidrogênio presente no interior do núcleo tetrapirrólico da feofitina ou da pirofeofitina, formando compostos metálicos verdes. Para manutenção da coloração verde de vegetais enlatados, é utilizada a adição de zinco e segundo *Food and Drug Administration* (FDA), o conteúdo total no produto final não deve exceder 75 ppm. A legislação brasileira não define quais são os níveis de zinco que pode ser adicionados em alimento, porém permite a sua adição (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010; FEDERAL REGISTER, 1986; BRASIL, 1998).

Vários outros aditivos também podem ser adicionados a salmoura da conserva, para melhorar a cor e a textura dos grãos (MOZZONI; MORAWICKI; CHEN, 2009; BRASIL, 1977). A adição de açúcares, como a sacarose, é indicada em diversas formulações de conservas e permitida pela Resolução nº 13, de junho de 1977 da Comissão Nacional de Normas e Padrões de Alimentos, a qual define os padrões de identidade e qualidade de hortaliças em conserva (BRASIL, 1977; KROLOW, 2006). Em concentrações elevadas, os açúcares previnem o desenvolvimento microbiológico, devido a redução da atividade de água. Em

pequenas quantidades, como é o caso das conservas, a sua função é intensificar a cor, além de conferir mais firmeza e sabor ácido mais brando (FRANCO; LANDGRAF, 2005; LETRA et al., 2007; REMPEL; FERRARI; TONDELO, 2003).

O objetivo deste trabalho foi desenvolver uma conserva em pH 3,9 com grãos de soja tipo hortaliça da cultivar BRS 267, investigando o efeito da adição de zinco ou sacarose e tempo pasteurização e suas propriedades físicas e químicas.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Materiais**

As vagens de soja tipo hortaliça da cultivar BRS 267, colhida no estágio de desenvolvimento R6, foram fornecidas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) Centro Nacional de Pesquisa de Soja (CNPSo), Londrina, PR. após a colheita, as vagens foram submetidas ao processo de branqueamento em água fervente por 3 minutos e congeladas em sacos de plástico, selados e armazenados em congelador a  $-18^{\circ}\text{C}$  (Eletrolux, H400) até utilização.

### **Preparo de conservas em pH 3,9 de grãos de soja tipo hortaliça**

As conservas de grãos de soja tipo hortaliça foram preparadas de acordo com as seguintes operações unitárias: (1) descongelamento das vagens por imersão rápida em água fervente e remoção manual dos grãos; (2) sanitização dos grãos por 30 min em solução de hipoclorito de sódio preparada de acordo com Krolow (2006); (3) drenagem da solução sanitizante e enxágüe com água corrente; (4) acondicionamento de 210 g de grãos em frascos de vidro de 355 mL; (5) adição de 100 mL de salmoura constituída de proporções constantes em todas as formulações de cloreto de sódio ( $6\text{ g } 100\text{ mL}^{-1}$ ) estabelecido experimentalmente, cloreto de cálcio ( $0,29\text{ g } 100\text{ mL}^{-1}$ ) conforme Mozzoni, Morawicki e Chen (2009) e ácido cítrico (até atingir o pH de 3,9) segundo Bellegard et al. (2005) e proporções variadas de acetato de zinco ou sacarose conforme os respectivos delineamentos experimentais; (6) fechamento dos vidros com tampas metálicas; (7) pasteurização em água fervente, conforme tempo estabelecido no delineamento experimental; (8) resfriamento rápido à temperatura ambiente com água corrente e (9)

armazenamento dos vidros de conservas à temperatura ambiente por 30 dias em caixas de papelão fechadas.

Dois delineamentos experimentais foram realizados para elaboração de conservas de grãos de soja tipo hortaliça com finalidade de avaliar o efeito da adição de zinco ou sacarose nas suas respectivas formulações de salmoura, uma vez que ambas exercem efeito sobre a coloração dos grãos.

### **Efeito da adição de zinco e tempo de pasteurização no teor de zinco e estabilidade de cor dos grãos em conservas**

Para investigar o efeito da adição de zinco e tempo de pasteurização no teor de zinco e estabilidade de cor das conservas de grãos de soja tipo hortaliça foi utilizado o delineamento composto central rotacional (DCCR) com fatorial  $2^2$ , 4 pontos axiais e 4 repetições no ponto central, totalizando 12 ensaios aleatorizados. A Tabela 1 apresenta os níveis codificados e reais de variação das variáveis independentes  $X_1$  (ppm de zinco na salmoura) e  $X_2$  (minutos de pasteurização). Após o período de 30 dias de armazenamento das conservas foram determinadas as seguintes funções resposta:  $Y_1$ = ppm de zinco nos grãos em conserva e  $Y_2$ = graus de tonalidade cromática dos grãos em conserva.

O software Statistica versão 7.0 (2004) foi utilizado para análises de regressão múltipla e para criar o modelo de superfície de resposta. O modelo para cada resposta foi expresso conforme a equação (1):

$$Y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_{11} x_1^2 + \beta_{22} x_2^2 + \beta_{12} x_1 x_2 + e \quad (1)$$

onde  $Y$  = resposta,  $x_1$  e  $x_2$  = variáveis codificadas,  $\beta$  = coeficientes estimados na superfície de resposta,  $e$  = resíduo (erro experimental).

**Tabela 1 –** Níveis codificados e reais das variáveis independentes ( $X_1$  e  $X_2$ ) utilizadas no delineamento compostos central fatorial  $2^2$ , com 4 pontos axiais.

Variáveis	Níveis				
	-1,41	-1	0	+1	+1,41
$X_1$ = ppm de zinco na salmoura	26	95	263	431	500
$X_2$ = minutos de pasteurização	10	14	25	36	40

Todas as 12 conservas obtidas no delineamento experimental foram inicialmente avaliadas microbiologicamente pelo teste de esterilidade comercial para verificar a segurança microbiológica do produto.

### **Efeito da adição de sacarose e tempo de pasteurização na estabilidade de cor dos grãos em conservas**

Para investigar o efeito da adição de sacarose e tempo de pasteurização na estabilidade de cor das conservas de grãos de soja tipo hortaliça foi utilizado o delineamento composto central rotacional (DCCR) com fatorial  $2^2$ , 4 pontos axiais e 4 repetições no ponto central, totalizando 12 ensaios aleatorizados. A Tabela 2 apresenta os níveis codificados e reais de variação das variáveis independentes  $X_3$  (concentração de sacarose na salmoura) e  $X_4$  (minutos de pasteurização). Após o período de 30 dias de armazenamento das conservas foi determinada a seguinte função resposta:  $Y_3$  = graus de tonalidade cromática dos grãos em conserva.

O software Statistica versão 7.0 (2004) foi utilizado para análises de regressão múltipla e para criar o modelo de superfície de resposta. O modelo para cada resposta foi expresso conforme a equação (1):

**Tabela 2** – Níveis codificados e reais das variáveis independentes ( $X_3$  e  $X_4$ ) utilizadas no delineamento compostos central fatorial  $2^2$ , com 4 pontos axiais.

Variáveis	Níveis				
	-1,41	-1	0	+1	+1,41
$X_3$ = concentração de sacarose na salmoura	0,10	0,45	1,30	2,15	2,50
$X_4$ = minutos de pasteurização	10	14	25	36	40

Todas as 12 conservas obtidas no delineamento experimental foram inicialmente avaliadas microbiologicamente pelo teste de esterilidade comercial para verificar a segurança microbiológica do produto.

## **Validação dos modelos delineados, avaliação das conservas de soja tipo hortaliça e comparação com os grãos *in natura***

Após analisar as superfícies de resposta de cada delineamento e obtidas as condições ótimas dos experimentos, foram realizados quatro repetições destas condições para validação do modelo proposto.

As duas formulações de conservas validadas e um controle contendo apenas cloreto de sódio, cloreto de cálcio e ácido cítrico foram desenvolvidas. Em seguida foram armazenadas por 30 dias nas mesmas condições anteriormente descritas. Foram determinados o teor de isoflavonas, açúcares, firmeza, cor e composição centesimal das conservas armazenadas e dos grãos de soja tipo hortaliça *in natura*.

O delineamento experimental foi totalmente aleatorizado com 4 repetições e os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e teste de comparação de médias de Tukey a 5% de significância, utilizando o software Statistica versão 7.0 (2004).

### **Procedimentos Analíticos**

Os grãos de soja tipo hortaliça *in natura* e em conserva foram liofilizados (Liobras, L-101) e triturados em moinho (Black & Decker, modelo CBG100W) para quantificar em base seca o teor de zinco, isoflavonas, açúcares e composição centesimal.

O teor de zinco foi determinado após digestão nitroperclórica e quantificação em espectrofotômetro de absorção atômica (GBC, 932AA), conforme a AOAC (1993). Os resultados foram expressos em ppm.

A dureza dos grãos foi medida em texturômetro (Stable Micro Systems, TA-XT2i), segundo descrição de Mori (2001) com modificações, no qual as amostras foram comprimidas a 25% da altura inicial com uma força de 0,05 N, utilizando um ciclo de compressão à velocidade constante de 1 mm s<sup>-1</sup>, com probe HDP/MPT.

A medida de cor foi realizada conforme Oliveira et al. (2003). Neste procedimento foi utilizado câmera (Canon, EOS DIGITAL REBEL XT), com lente de comprimento focal de 50 mm fixa e imagens digitais com resolução de 3456 X 2304

pixels. Duas lâmpadas fluorescentes (Philips modelo Twister de 15 Watts, temperatura de cor de 6500 K e emissão de 900 lm) foram utilizadas como fonte de iluminação, incidindo com ângulo de 45° sobre os grãos colocados em placas de petri sobre fundo branco. Foram obtidas as imagens digitais em extensão bmp e com o programa MICROSOFT®PAINT versão 6.0 e selecionados 20 pedaços de cada foto. Cada pedaço da foto foi convertido em valores RGB (red-green-blue) médio, por meio de leitura pixel a pixel da cor, utilizando o Conversor de cor média RGB para imagens BMP, conforme programa desenvolvido por SACHS (2002). Em seguida, os valores de RGB foram convertidos para o sistema CIELAB pelo programa Munsell Conversion versão 4.01 e obtido os valores de L\* (luminosidade), a\* (componente vermelho – verde), b\* (componente amarelo – azul). Para avaliação de cor dos grãos de soja tipo hortaliça em conserva foi utilizado o parâmetro tonalidade cromática [ $H^* = \arctang(b^*/a^*)$ ], que é uma coordenada cilíndrica que mostra a localização da cor em um diagrama, onde o ângulo 0° representa o vermelho puro; o ângulo 90° o amarelo puro; o ângulo 180° o verde puro e o ângulo 270° o azul puro (LAWLESS; HEYMANN, 1998; MCLELLAN; LIND; KIME, 1995).

O teste de esterilidade comercial das conservas de grãos de soja tipo hortaliça preparadas em pH 3,9 foi realizado conforme descrito por Silva et al. (2007), os resultados foram avaliados visualmente pela turvação do meio, formação de gás ou crescimento de biomassa.

O teor de isoflavonas foi quantificado em triplicata após a extração, conforme Carrão-Panizzi, Goés-Favoni e Kikuch (2002) e separação por cromatografia líquida de alto desempenho (CLAE) segundo Berhow et al. (2002). A quantificação foi realizada por padronização externa com curvas de calibração de daidzeína, genisteína, gliciteína, genistina, daidzina, glicitina, malonildaidzina, malonilgenistina, malonilglicitina, acetildaidzina, acetilgenistina e acetilglicitina (Sigma) e os resultados foram expressos em mg 100 g<sup>-1</sup> de grãos de soja tipo hortaliça.

Os açúcares glicose, frutose, sacarose, rafinose e estaquiose foram extraídos e quantificados em triplicata com duas injeções por repetição, utilizando cromatógrafo líquido (Dionex), equipado com detector amperométrico (ED50), conforme Mandarino, Carrão-Panizzi e Masuda et al. (2000). A quantificação foi realizada por padronização externa com curvas de calibração de padrões de

açúcares (marca Wako). Os resultados foram expressos em  $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$  de grãos de soja tipo hortaliça.

O teor de proteínas, lipídios e cinzas foram determinados segundo os métodos descritos pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). O teor de carboidratos foi obtido por diferença dos demais constituintes. Os resultados foram expressos em  $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$  de grãos de soja tipo hortaliça.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### Efeito da adição de zinco e tempo de pasteurização no teor de zinco e estabilidade de cor dos grãos de soja tipo hortaliça em conserva

Inicialmente, foi constatado que todas as conservas de soja tipo hortaliça (12 ensaios) foram comercialmente estéreis, desta forma todas apresentam potencial para serem consumidas sem oferecer risco a saúde do consumidor.

A Tabela 3 apresenta os efeitos das variáveis  $X_1$  (ppm de zinco na salmoura) e  $X_2$  (minutos de pasteurização) sobre a função resposta  $Y_1$  (ppm de zinco nos grãos de soja tipo hortaliça em conserva) e a Tabela 4 a análise de variância para predição do modelo matemático sobre a função resposta  $Y_1$ .

**Tabela 3** – Efeito das variáveis sobre a resposta  $Y_1$  (ppm de zinco nos grãos em conserva)

Fonte de variação	Coefficiente de regressão	Erro padrão	t (6)	p
Média	428,17	9,4718	45,2045	0,0000*
( $X_1$ ) ppm de zinco na salmoura (L)	236,9640	6,6976	35,3807	0,0000*
( $X_1$ ) ppm de zinco na salmoura (Q)	-3,6708	7,4881	-0,4902	0,6414
( $X_2$ ) minutos de pasteurização (L)	3,6502	6,6976	0,5450	0,6053
( $X_2$ ) minutos de pasteurização (Q)	1,2792	7,4881	0,1708	0,8700
( $X_1$ ) x ( $X_2$ )	-3,3333	9,4718	-0,319	0,7369

De acordo com os parâmetros de regressão (Tabela 3) o efeito linear da variável  $X_1$  foi significativo e positivo sobre a função resposta  $Y_1$ , enquanto os demais efeitos não foram significativos. O modelo matemático pode ser descrito como  $Y_1 = 428,17 + 236,96x_1$ , considerando apenas o efeito da variável significativa

$X_1$  (Tabela 3). A falta de ajuste do modelo (Tabela 4) não foi significativa (ao nível de 95%) e 99,47% ( $R^2$ ) dos dados experimentais foram adequadamente ajustados ao modelo proposto. Assim, o aumento na concentração de zinco ( $x_1$ ) de -1 para +1 ocasionou elevação de 3,5 vezes no teor de zinco nos grãos em conserva. Embora estes resultados sejam esperados foi necessário definir um modelo matemático para estimar a concentração adequada de zinco que poderia ser adicionada na salmoura, de tal forma que não ultrapassasse o limite estabelecido pela FDA de 75 ppm de zinco no produto final (FEDERAL REGISTER, 1986).

**Tabela 4 –** Análise de variância para predição do teor de zinco nos grãos de soja tipo hortaliça em conserva

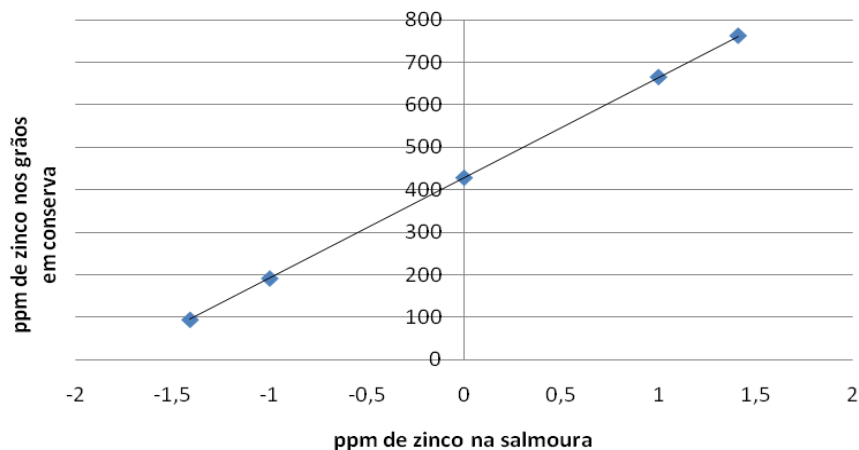
Fonte de variação	Soma quadrática	Graus de liberdade	Média quadrática	F	p
( $X_1$ ) ppm de zinco na salmoura (L)	449215,3	1	449215,3	1206,967	0,0000*
( $X_1$ ) ppm de zinco na salmoura (Q)	86,2	1	86,2	0,232	0,6632
( $X_2$ ) minutos de pasteurização (L)	106,6	1	106,6	0,286	0,6297
( $X_2$ ) minutos de pasteurização (Q)	10,5	1	10,5	0,028	0,8775
( $X_1$ ) x ( $X_2$ )	44,4	1	44,4	0,119	0,7525
Falta de ajuste	1036,6	3	345,5	0,928	0,5236
Erro puro	1116,6	3	372,2		
Total	451632,8	11			

Observação: % de variação explicada ( $R^2$ ) = 0,9947

A partir da análise de regressão e variância (ANOVA) foi possível construir o modelo de regressão linear simples (Figura 1) na qual observa-se que  $Y_1$  (ppm de zinco nos grãos em conserva) aumenta em função da elevação de  $X_1$  (ppm de zinco na salmoura) independente de  $X_2$  (min de pasteurização). Portanto, há uma região onde  $Y_1$  é máximo (800 ppm de zinco nos grãos em conserva) cujo teor ultrapassa 75 ppm de zinco no produto final conforme estabelecido pela FDA para alimentos (FEDERAL REGISTER, 1986).

Entre os 12 ensaios realizados, no ensaio 5 ( $x_1=-1,41$  ou 26 ppm de zinco e  $x_2=0$  ou 25 min de pasteurização) obteve-se o menor conteúdo de zinco, ou seja,  $Y_1$  de  $83,53 \pm 2,45$  ppm de zinco nos grãos em conserva. Entretanto, o limite máximo de 75 ppm de zinco nos grãos em conserva encontra-se abaixo da região investigada, e conforme o modelo matemático pode-se estimar que quando  $x_1=-1,5$  ou  $X_1=10,91$  ppm de zinco a função resposta  $Y_1$  será igual a 73,49 ppm de zinco nos grãos em conserva independente do tempo de pasteurização. Portanto, para elaboração da conserva de grãos de soja tipo hortaliça foi estabelecido o menor tempo de pasteurização investigado, ou seja, de 10 minutos, visto que esta variável não teve efeito significativo sobre a função resposta  $Y_1$  e possibilitou a esterilidade comercial da conserva.

**Figura 1** – Modelo de regressão linear simples para ppm de zinco nos grãos de soja tipo hortaliça em conserva como uma função de  $X_1$  (ppm de zinco na salmoura)



A validação do modelo proposto foi realizada em quadruplicata, após estabelecer  $X_1$  de 10,91 ppm de zinco na salmoura e  $X_2$  de 10 min de pasteurização com  $\hat{Y}_1$  (resposta estimada pelo modelo) de 73,49 ppm de zinco nos grãos em conserva. A resposta obtida experimentalmente ( $Y_1$ ) foi de 72,74 ppm de zinco nos grãos em conserva. O erro referente ao modelo foi de 1,02% indicando que os resultados experimentais foram adequadamente ajustados ao modelo proposto.

A Tabela 5 apresenta os efeitos das variáveis  $X_1$  (ppm de zinco na salmoura) e  $X_2$  (minutos de pasteurização) sobre a função resposta graus de tonalidade cromática dos grãos de soja tipo hortaliça em conserva e a Tabela 6 a

análise de variância para predição do modelo matemático sobre a função resposta  $Y_2$ .

De acordo com os parâmetros de regressão (Tabela 5) a variável  $X_1$  apresentou efeito linear significativo e positivo, a variável  $X_2$  efeito linear e a quadrático significativos e negativos e a interação  $X_1X_2$  foi significativa e positiva sobre  $Y_2$ , somente o efeito quadrático de  $X_1$  não foi significativo. Portanto, considerando apenas as variáveis significativas (Tabela 5), o modelo matemático pode ser descrito como  $Y_2 = 93,00 + 0,22x_1 - 0,17x_2 - 0,20x_2^2 + 0,14x_1x_2$ . A falta de ajuste do modelo não foi significativa (ao nível de 95%) e 90,64% ( $R^2$ ) dos dados experimentais foram adequadamente ajustados ao modelo proposto.

**Tabela 5** – Efeito das variáveis sobre a resposta  $Y_2$  (gruas de tonalidade cromática dos grãos em conserva)

Fonte de variação	Coefficiente de regressão	Erro padrão	t (6)	p
Média	93,0003	0,0437	2127,977	0,0000*
(X1) pm de zinco na salmoura (L)	0,2229	0,0618	7,213	0,0055*
(X1) ppm de zinco na salmoura (Q)	-0,0812	0,0691	-2,351	0,1003
(X2) minutos de pasteurização (L)	-0,1731	0,0618	-5,603	0,0112*
(X2) minutos de pasteurização (Q)	-0,1972	0,0691	-5,708	0,0107*
(X1) x (X2)	0,1467	0,0874	3,356	0,0438*

**Tabela 6** – Análise de variância para predição dos graus de tonalidade cromática dos grãos de soja tipo hortaliça em conserva

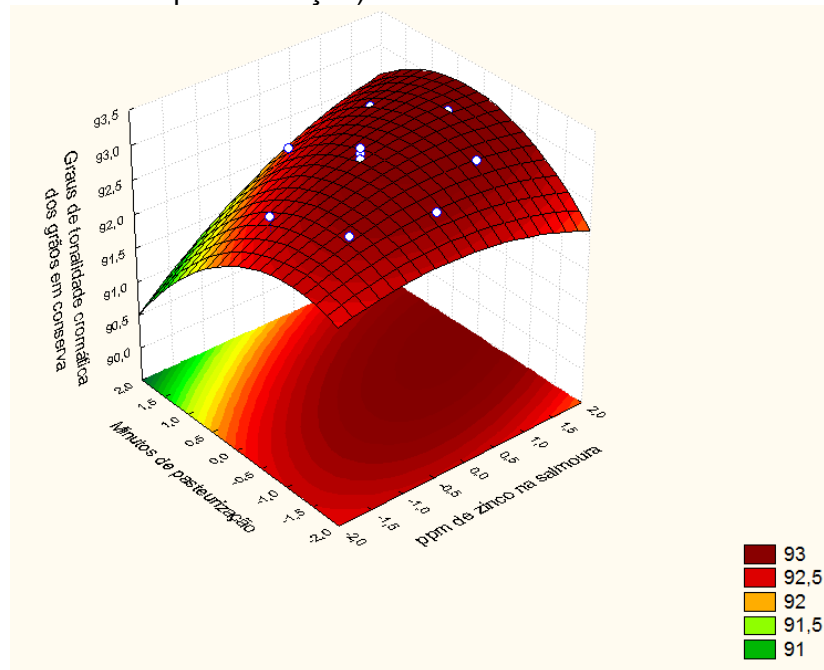
Fonte de variação	Soma quadrática	Graus de liberdade	Média quadrática	F	p
(X <sub>1</sub> ) ppm de zinco na salmoura (L)	0,3975	1	0,3975	52,0303	0,0055*
(X <sub>1</sub> ) ppm de zinco na salmoura (Q)	0,0422	1	0,0422	5,5249	0,1003
(X <sub>2</sub> ) minutos de pasteurização (L)	0,2398	1	0,2398	31,3887	0,0112*
(X <sub>2</sub> ) minutos de pasteurização (Q)	0,2489	1	0,2489	32,5804	0,0107*
(X <sub>1</sub> ) x (X <sub>2</sub> )	0,0861	1	0,0861	11,2661	0,0438*
Falta de ajuste	0,0787	3	0,0262	3,4342	0,1690
Erro puro	0,0229	3	0,0076		
Total	1,0856	11			

Observação: % de variação explicada ( $R^2$ ) = 0,9064

A partir da análise de regressão e variância (ANOVA) foi possível construir a superfície de resposta (Figura 2) na qual se observa que existe uma região onde  $Y_2$  (graus de tonalidade cromática dos grãos em conserva) é máxima e igual a  $93^\circ$ , porém o ponto ótimo para este modelo é dependente do modelo proposto anteriormente, visto que a concentração de zinco no produto não deve exceder o limite estabelecido pela FDA (FEDERAL REGISTER, 1986).

Assim, a validação do modelo proposto foi realizada em quadruplicata, no ponto onde,  $x_1 = -1,5$  e  $x_2 = -1,41$  com  $\hat{Y}_2$  de  $92,81^\circ$  de tonalidade cromática dos grãos em conserva. A resposta obtida experimentalmente ( $Y_1$ ) foi de  $92,86^\circ$  de tonalidade cromática dos grãos em conserva. O erro referente ao modelo foi de 0,05% indicando que os resultados experimentais foram adequadamente ajustados ao modelo proposto.

**Figura 2** – Modelo de superfície de resposta para graus de tonalidade cromática dos grãos de soja tipo hortaliça em conserva como uma função de  $X_1$  (ppm de zinco na salmoura) e  $X_2$  (minutos de pasteurização).



Desta forma, foi estabelecida as condições para formulação da conserva 1 composta por grãos de soja tipo hortaliça e salmoura contendo acetato de zinco (10,91 ppm), cloreto de sódio ( $6 \text{ g } 100 \text{ mL}^{-1}$ ), cloreto de cálcio ( $0,29 \text{ g } 100 \text{ mL}^{-1}$ ) e ácido cítrico (até pH 3,9).

### **Efeito da adição de sacarose e tempo de pasteurização na estabilidade de cor dos grãos de soja tipo hortaliça em conserva**

Novamente, foi constatado que todas as conservas de soja tipo hortaliça (12 ensaios) foram comercialmente estéreis, desta forma todas apresentam potencial para serem consumidas sem oferecer risco a saúde do consumidor.

A Tabela 7 apresenta os efeitos das variáveis  $X_3$  (concentração de sacarose na salmoura) e  $X_4$  (minutos de pasteurização) sobre a função resposta graus de tonalidade cromática dos grãos de soja tipo hortaliça em conserva e a Tabela 8 a análise de variância para predição do modelo matemático sobre a função resposta  $Y_3$ .

**Tabela 7** – Efeito das variáveis sobre a resposta  $Y_3$  = graus de tonalidade cromática dos grãos em conserva

Fonte de variação	Coefficiente de regressão	Erro padrão	t (6)	p
Média	92,3738	0,1232	749,6671	0,0000*
( $X_3$ ) Concentração de sacarose na salmoura (L)	0,3205	0,0871	3,6786	0,0103*
( $X_3$ ) Concentração de sacarose na salmoura (Q)	0,0454	0,0974	0,4660	0,6577
( $X_4$ ) minutos de pasteurização (L)	-0,4114	0,0871	-4,7212	0,0033*
( $X_4$ ) minutos de pasteurização (Q)	-0,3783	0,0974	-3,8832	0,0081*
( $X_3$ ) x ( $X_4$ )	-0,0168	0,1232	-0,1359	0,8963

De acordo com os parâmetros de regressão (Tabela 7) a variável  $X_3$  apresentou efeito linear significativo e positivo sobre a função resposta  $Y_3$ , enquanto que o efeito da variável  $X_4$  linear e a quadrático foram significativos e negativos sobre  $Y_3$ , porém o efeito quadrático de  $X_3$  e a interação  $X_3X_4$  não foram significativos. Portanto, considerando apenas as variáveis significativas (Tabela 7), o modelo matemático pode ser descrito como  $Y_3 = 92,37 + 0,32x_3 - 0,41x_4 - 0,38x_4^2$ . A falta de ajuste do modelo não foi significativa (ao nível de 95%) e 89,35% ( $R^2$ ) dos dados experimentais foram adequadamente ajustados ao modelo proposto.

A partir dos coeficientes de regressão (Tabela 7) observa-se que o aumento de  $x_3$  (concentração de sacarose na salmoura) de -1 para +1 ocasionou um aumento na função resposta  $Y_3$  (graus de tonalidade cromática dos grãos em conserva), indicando uma aproximação da tonalidade verde. Com relação ao aumento da variável  $x_4$  de -1 ou -1,41 para +1 ou +1,41 pode ser verificado que  $Y_3$  apresenta redução na tonalidade cromática do grãos, indicando uma aproximação da tonalidade amarela que é indesejável para a soja tipo hortaliça. Os resultados em relação ao tratamento térmico já eram previstos. Durante o processamento térmico ocorre a conversão total ou parcial da clorofila, pigmento de cor verde, à feofitina ou pirofeofitina de cor verde oliva e quanto maior o tempo de pasteurização maior o dano sobre a coloração dos grãos (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010).

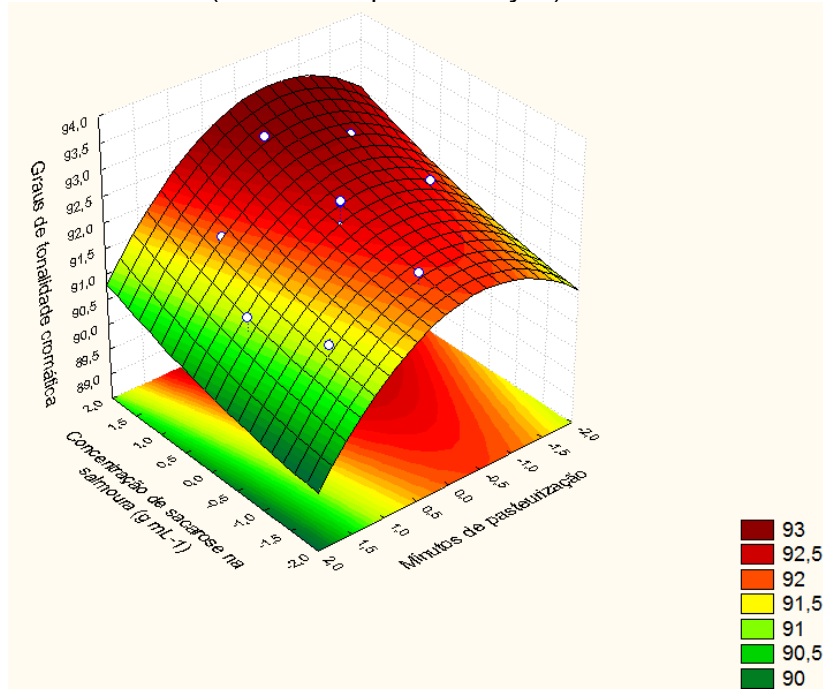
**Tabela 8** – Análise de variância para predição da tonalidade cromáticas dos grãos de soja tipo hortaliça em conserva

Fonte de variação	Soma quadrática	Graus de liberdade	Média quadrática	F	p
(X <sub>3</sub> ) Concentração de sacarose na salmoura (L)	0,8218	1	0,8218	11,0452	0,0449*
(X <sub>3</sub> ) Concentração de sacarose na salmoura (Q)	0,0132	1	0,0132	0,1773	0,7021
(X <sub>4</sub> ) Minutos de pasteurização (L)	1,3537	1	1,3537	18,1930	0,0236*
(X <sub>4</sub> ) Minutos de pasteurização (Q)	0,9158	1	0,9158	12,3080	0,0392*
(X <sub>3</sub> ) x (X <sub>4</sub> )	0,0011	1	0,0011	0,0151	0,9100
Falta de ajuste	0,1412	3	0,0471	0,6324	0,6421
Erro puro	0,2232	3	0,0744		
Total	3,5545	11			

Observação: % de variação explicada ( $R^2$ ) = 0,8935

A partir da análise de regressão e variância (ANOVA) foi possível construir a superfície de resposta (Figura 3) na qual se observa que existe uma região onde  $Y_3$  (graus de tonalidade cromática dos grãos em conserva) é máxima e igual a  $93^\circ$ , porém fora do intervalo das variáveis investigadas. Considerando que  $x_4$  tem efeito negativo sobre  $Y_3$  e que quanto menor esta variável menor o gasto energético foi estabelecido o menor tempo de pasteurização de -1,41 (10 min) e considerando  $Y_3$  de  $93^\circ$ , foi estimado que a variável  $x_3$  em 2,5 ou  $X_3=3,43$  g de sacarose por 100 mL de salmoura, que também está fora do intervalo investigado, porém viável de ser adicionada a salmoura.

**Figura 3 –** Modelo de superfície de resposta para ppm de zinco nos grãos de soja tipo hortaliça em conserva como uma função de  $X_3$  (concentração de sacarose na salmoura) e  $X_4$  (minutos de pasteurização)



Assim, a validação do modelo proposto em quadruplicata foi realizada, após estabelecer  $X_3$  de 3,43 g de sacarose por 100 mL de salmoura e  $X_4$  de 10 min de pasteurização com  $\hat{Y}_3$  de 93° de tonalidade cromática dos grãos em conserva. A resposta obtida experimentalmente ( $Y_1$ ) foi de 93,48° de tonalidade cromática dos grãos em conserva. O erro referente ao modelo foi de 0,51% indicando que os resultados experimentais foram adequadamente ajustados ao modelo proposto. Desta forma, foi estabelecida as condições para formulação da conserva 2 composta por grãos de soja tipo hortaliça e salmoura contendo sacarose ( $3,43 \text{ g } 100 \text{ mL}^{-1}$ ), cloreto de sódio ( $6 \text{ g } 100 \text{ mL}^{-1}$ ), cloreto de cálcio ( $0,29 \text{ g } 100 \text{ mL}^{-1}$ ) e ácido cítrico (até pH 3,9).

### **Avaliação das conservas de soja tipo hortaliça e comparação com os grãos *in natura***

Após estabelecer as formulações das conservas 1 e 2 de grãos de soja tipo hortaliça foi formulada também um controle utilizando as mesmas

condições de processamento e proporções de cloreto de sódio, cloreto de cálcio e ácido cítrico que as conservas 1 e 2 contudo sem adição de zinco e sacarose.

No processamento das conservas 1, 2 e controle houve um decréscimo na dureza dos grãos para 54,98 N, 59,64 N e 56,93 N, respectivamente, em relação à 73,33 N de dureza dos grãos *in natura* (Tabela 9) que foi acarretada em decorrência do processamento térmico. O tratamento térmico amolece os grãos devido à hidrólise de substâncias pécnicas, gelatinização do amido e solubilização parcial da hemicelulose, além de ocasionar uma distensão da parede celular e da camada protoplásmica da célula vegetal (FELLOWS, 2006). Para evitar um amolecimento maior dos grãos de soja tipo hortaliça nas conservas 1, 2 e controle (Tabela 9) foi adicionado à salmoura cloreto cálcio, que segundo Mozzoni, Morawicki e Chen (2009) e Fellows (2006) contribui para a manutenção da dureza. Outro fator que poderia influenciar na dureza dos grãos de soja tipo hortaliça nas conservas 1, 2 e controle foi o pH de 3,9, que segundo Flora (1980), Buescher e Chang (1983) e Mcglynn et al. (1993) relataram que o pH abaixo de 4,6 contribuiu positivamente na manutenção da dureza dos grãos em conserva.

**Tabela 9** – Parâmetro físicos, dureza e tonalidade cromática, das conservas de soja tipo hortaliça 1<sup>(1)</sup>, 2<sup>(2)</sup>, controle<sup>(3)</sup> e dos grãos *in natura*, valores médios e desvio padrão<sup>(4)</sup>

Produtos	Dureza (N)	Tonalidade cromática (graus)
Conserva 1	54,98 <sup>c</sup> ± 1,05	92,86 <sup>c</sup> ± 0,05
Conserva 2	59,64 <sup>b</sup> ± 1,25	93,48 <sup>b</sup> ± 0,45
Controle	56,93 <sup>c</sup> ± 0,39	92,34 <sup>c</sup> ± 0,25
Grãos <i>in natura</i>	73,33 <sup>a</sup> ± 1,82	121,21 <sup>a</sup> ± 0,21

<sup>(1)</sup>salmoura contendo cloreto de sódio, cloreto de cálcio, ácido cítrico e acetato de zinco; <sup>(2)</sup>salmoura contendo cloreto de sódio, cloreto de cálcio, ácido cítrico e sacarose; <sup>(3)</sup> salmoura contendo cloreto de sódio, cloreto de cálcio e ácido cítrico; <sup>(4)</sup> média de quatro replicatas, sendo que médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A finalidade da adição de sacarose na salmoura foi para a manutenção da cor dos grãos, contudo a conserva 2, contendo sacarose, apresentou maior dureza (59,64 N) do que as conservas 1 e controle que não diferiram entre si.

O processamento térmico diminuiu a tonalidade cromática dos grãos nas conservas 1, 2 e controle em relação aos grãos *in natura* (Tabela 9), fato este

que pode ser explicado devido a degradação da clorofila ocasionada pelo processo (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010). A tonalidade cromática da conserva controle diferiu da conserva 2, indicando a influencia da adição de sacarose, nas concentrações investigadas, porém não diferiu da conserva 1, demonstrando que na concentração em que o zinco foi adicionado este não teve grande influencia sobre a coloração dos grãos. A adição de zinco (conserva 1) e sacarose (conserva 2) diferiu significativamente na tonalidade cromática dos grãos em conserva, indicando que a adição de sacarose possibilita a obtenção de grãos com tonalidade cromática mais próxima da cor verde.

O conteúdo de lipídios, cinzas e proteínas dos grãos *in natura*, foi diferente em relação as conservas 1, 2 e controle (Tabela 10), porém o teor de carboidratos dos grãos *in natura* não diferiu da conserva controle e diferiu das conservas 1 e 2. Ainda, comparando as conservas 1, 2 e controle com os grãos *in natura*, foi observado que com o processamento térmico ocorreu um decréscimo no conteúdo de proteínas e lipídios e aumentou o de cinzas e carboidratos. Segundo Damodaran, Parkin e Fennema, (2010), o isolado protéico do soro nativo é completamente solúvel na faixa de pH de 2-9, quando aquecido a 70°C, durante 1-10 min, desenvolve-se um perfil de solubilidade típico em forma de U, com solubilidade mínima em pH 4,5, desta forma, possivelmente o pH de 3,9 das conservas e o aquecimento a 100°C durante 10 min favoreu a solubilização das proteínas na salmoura. A diminuição do conteúdo de lipídios foi, provavelmente, em decorrência da temperatura do processamento térmico e também do pH da salmoura, os quais são fatores que podem causar a hidrólise de triacilgliceróis. Já o aumento no conteúdo de cinzas pode ter ocorrido devido a adição de cloro, sódio e, no caso da conserva 1, zinco, que são minerais e podem ter sido absorvidos pelos grãos de soja tipo hortaliça em conserva (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010). Quanto ao aumento nos carboidratos, pode-se dizer que houve um erro de determinação, visto que este conteúdo foi determinado por diferença, desta forma os lipídios e proteínas que foram perdidos durante o processamento térmico, no calculo por diferença foram computados como carboidratos.

**Tabela 10** – Composição centesimal, em base seca, das conservas de soja tipo hortaliça 1<sup>(1)</sup>, 2<sup>(2)</sup>, controle<sup>(3)</sup> e dos grãos *in natura*, valores médios e desvio padrão<sup>(4)</sup>

Produtos	Lipídios	Cinzas	Proteínas	Carboidratos
Conserva 1	20,41 <sup>b</sup> ± 0,50	8,70 <sup>a</sup> ± 0,14	35,86 <sup>b</sup> ± 0,38	35,04 <sup>a</sup> ± 0,83
Conserva 2	20,05 <sup>b</sup> ± 0,30	8,12 <sup>b</sup> ± 0,11	35,26 <sup>b</sup> ± 0,88	36,57 <sup>a</sup> ± 0,64
Controle	20,25 <sup>b</sup> ± 0,42	8,56 <sup>a</sup> ± 0,07	36,46 <sup>b</sup> ± 0,67	34,71 <sup>ab</sup> ± 0,97
Grãos <i>in natura</i>	22,80 <sup>a</sup> ± 0,34	5,57 <sup>c</sup> ± 0,28	38,65 <sup>a</sup> ± 0,04	32,90 <sup>b</sup> ± 0,15

<sup>(1)</sup>salmoura contendo cloreto de sódio, cloreto de cálcio, ácido cítrico e acetato de zinco; <sup>(2)</sup>salmoura contendo cloreto de sódio, cloreto de cálcio, ácido cítrico e sacarose; <sup>(3)</sup> salmoura contendo cloreto de sódio, cloreto de cálcio e ácido cítrico; <sup>(4)</sup> média de quatro replicatas; médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, resultados expressos em g 100 g<sup>-1</sup>.

A composição centesimal das conservas 1, 2 e controle não variou entre os diferentes tratamentos, exceto para o teor de cinzas na conserva 2 que foi menor e de 8,12 g 100 g<sup>-1</sup>.

O conteúdo total de isoflavonas nos grãos *in natura* diminuiu com o processamento das conservas 1, 2 e controle (Tabela 11). Possivelmente, esta redução foi devido a migração das isoflavonas para a salmoura e não devido ao tratamento térmico das conservas, pois estes compostos são estáveis ao calor e afetadas somente as suas formas conjugadas (GRÜN et al., 2001; FRANKE et al., 1999).

O processamento térmico dos grãos de soja tipo hortaliça, conservas 1, 2 e controle (Tabela 11), aumentou o conteúdo das isoflavonas glicosiladas (daidzína, glicitéina e genistéina) e diminuiu das isoflavonas malonil (malonildaidzína, malonilglicitéina e malonilgenistéina). Esta mudança, segundo Coward et al. (1998) pode ter ocorrido devido a hidrólise de malonil durante tratamento térmico, assim como observado em extrato aquoso ou produtos secos de soja. As formas acetil não foram detectadas nas conservas 1, 2 e controle, provavelmente devido o tratamento térmico úmido. Quando produtos de soja são submetidos ao calor seco, como no processo de extrusão, pode ocorrer a conversão das formas malonil para acetil conjugada devido à descarboxilação das malonil (MAHUNGU et al., 1999). A presença de daidzeínas e genisteínas (agliconas) nos grãos *in natura* e controle não foram detectadas, porém as conservas 1 e 2 apresentaram baixas concentrações de daidzeínas. A conversão para agliconas ocorre somente quando o alimento é aquecido em excesso (COWARD et al., 1998). O processamento térmico das

conservas não foi adequado para converter as isoflavonas a agliconas, como as genisteínas descritas como um anti-cancerígeno (MESSINA et al., 1994). Nesta investigação, o processamento térmico visou a qualidade microbiológica combinada com as características físicas como textura e aparência (cor) das conservas de grãos de soja tipo hortaliça. O excesso do tratamento térmico pode favorecer o aparecimento de agliconas, porém prejudicar outros parâmetros das conservas.

**Tabela 11** – Conteúdo de isoflavonas, em base seca, das conservas de soja tipo hortaliça 1<sup>(1)</sup>, 2<sup>(2)</sup>, controle<sup>(3)</sup> e dos grãos *in natura*, valores médios e desvio padrão<sup>(4)</sup>

Isoflavonas*	Conserva 1 <sup>(1)</sup>	Conserva 2 <sup>(2)</sup>	Controle <sup>(3)</sup>	Grãos <i>in natura</i>
Daidzína	6,51 <sup>a</sup> ± 0,32	5,68 <sup>b</sup> ± 0,29	6,39 <sup>ab</sup> ± 0,34	2,21 <sup>c</sup> ± 0,09
Glicitína	3,41 <sup>a</sup> ± 0,30	3,09 <sup>ab</sup> ± 0,18	3,61 <sup>a</sup> ± 0,15	2,41 <sup>b</sup> ± 0,31
Genistína	5,96 <sup>a</sup> ± 0,32	5,59 <sup>a</sup> ± 0,54	6,44 <sup>a</sup> ± 0,25	3,42 <sup>b</sup> ± 0,05
Malonildaidzína	10,93 <sup>b</sup> ± 0,44	10,46 <sup>b</sup> ± 0,42	11,13 <sup>b</sup> ± 0,41	17,35 <sup>a</sup> ± 0,18
Malonilglicitína	7,31 <sup>b</sup> ± 1,02	7,11 <sup>b</sup> ± 0,63	6,44 <sup>b</sup> ± 0,42	11,51 <sup>a</sup> ± 0,59
Malonilgenistína	10,94 <sup>b</sup> ± 0,16	10,17 <sup>c</sup> ± 0,34	10,65 <sup>bc</sup> ± 0,28	14,97 <sup>a</sup> ± 0,13
Daidzeína	0,22 <sup>a</sup> ± 0,01	0,03 <sup>b</sup> ± 0,04	**	**
Total	45,26 <sup>b</sup> ± 1,66	42,11 <sup>b</sup> ± 1,16	44,66 <sup>b</sup> ± 0,68	51,87 <sup>a</sup> ± 0,64

<sup>(1)</sup>salmoura contendo cloreto de sódio, cloreto de cálcio, ácido cítrico e acetato de zinco; <sup>(2)</sup>salmoura contendo cloreto de sódio, cloreto de cálcio, ácido cítrico e sacarose; <sup>(3)</sup> salmoura contendo cloreto de sódio, cloreto de cálcio e ácido cítrico; <sup>(4)</sup> média de quatro replicatas; médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, resultados expressos em mg 100 g<sup>-1</sup>. \*\* Constituinte não detectado.

Os grãos de soja tipo hortaliça da cultivar BRS 267 *in natura* bem como as conservas 1, 2 e controle apresentaram os açúcares glicose, frutose, sacarose e estaquiose, porém não foram detectados a rafinose e a maltose que também são comumente encontrados na soja (KIM et al., 2006). O processamento térmico em meio ácido das conservas 1, 2 e controle em relação aos grãos *in natura* (Tabela 12) aumentou o teor de glicose e frutose devido à hidrólise da sacarose e estaquiose que conseqüentemente diminuíram e cujo processo está descrito por Damodaran, Parkin e Fennema (2010).

**Tabela 12** – Conteúdo de açúcares, em base seca, das conservas de soja tipo hortaliça 1<sup>(1)</sup>, 2<sup>(2)</sup>, controle<sup>(3)</sup> e dos grãos *in natura*, valores médios e desvio padrão<sup>(4)</sup>

Açúcar	Conserva 1	Conserva 2	Controle	Grãos <i>in natura</i>
Glicose	0,14 <sup>b</sup> ± 0,05	0,24 <sup>a</sup> ± 0,02	0,26 <sup>a</sup> ± 0,04	0,05 <sup>c</sup> ± 0,01
Frutose	0,12 <sup>b</sup> ± 0,04	0,26 <sup>a</sup> ± 0,03	0,27 <sup>a</sup> ± 0,05	0,05 <sup>b</sup> ± 0,00
Sacarose	1,06 <sup>c</sup> ± 0,02	0,97 <sup>c</sup> ± 0,03	1,51 <sup>b</sup> ± 0,05	4,69 <sup>a</sup> ± 0,09
Estaquiose	1,43 <sup>c</sup> ± 0,05	0,70 <sup>d</sup> ± 0,05	2,41 <sup>b</sup> ± 0,06	5,03 <sup>a</sup> ± 0,01

<sup>(1)</sup>salmoura contendo cloreto de sódio, cloreto de cálcio, ácido cítrico e acetato de zinco; <sup>(2)</sup>salmoura contendo cloreto de sódio, cloreto de cálcio, ácido cítrico e sacarose; <sup>(3)</sup> salmoura contendo cloreto de sódio, cloreto de cálcio e ácido cítrico; <sup>(4)</sup> média de quatro replicatas; médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, resultados expressos em g 100 g<sup>-1</sup>.

A conserva 1 apresentou baixo teor de glicose e frutose em relação as conservas 2 e controle que não apresentaram diferença significativa. As conservas 1 e 2 não diferiram entre si e apresentaram menor teor de sacarose em relação ao controle. A sacarose é um dos principais açúcares da soja tipo hortaliça e está relacionado ao sabor adocicado que é uma característica desejável neste grão (LIU, 2004). O teor de estaquiose no controle foi superior as conservas 1 e 2 e todos diferiram entre si, sendo que o menor teor foi na conserva 2 com adição de sacarose na salmoura. A rafinose e a estaquiose da soja são indigeríveis por humanos e animais monogástricos e suas fermentações por bactérias no intestino produzem gases que causam desconforto abdominal (BRASIL, 2007; VIANA et al., 2005). Assim, seria ideal a formulação da conserva 2 que apresentou o menor teor destes açúcares.

## CONCLUSÕES

As diferentes concentrações de zinco na salmoura afetaram significativamente o teor de zinco nos grãos em conserva, não houve influencia do tempo de pasteurização e a esterilidade comercial foi atingida em todas as conservas.

A adição sacarose na salmoura e tempo de pasteurização nas formulações de conservas influenciaram a tonalidade cromática dos grãos em conserva e a esterilidade comercial foi atingida em todas as conservas.

A melhor formulação de conserva de grãos de soja tipo hortaliça em pH 3,9 foi obtida com adição de 3,43 g de sacarose, 6 g de cloreto de sódio e 0,29 g de cloreto de cálcio em 100 mL de salmoura e com características de qualidade quanto a dureza, cor, teor de proteínas, carboidratos, lipídios, isoflavonas totais, glicose e frutose.

## REFERÊNCIAS

ABBATEMARCO, C.; RAMASWAMY, H.S. End-over-end thermal processing of canned vegetables: Effect on texture e color. **Food Research International**, v.27, p.327-334, 1994.

AOAC. **Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists**. 16. ed. Washington: Association of official Analytical Chemists, 1993.

BARCELOS, M.F.P.; TAVARES, D.Q.; SILVA, M.A.A.P.; MIRANDA, M.A.C.; GERMER, S.P.M.; FERREIRA, V.L.P.; CAMPOS, S.D. Ensaio tecnológico e sensorial de soja [*Glycine Max* (L.) Merrill] enlatadas em estádios verde e no estádio da maturação de colheita. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.19, n.1, p.46-58, 1999a.

BARCELOS, M.F.P.; TAVARES, D.Q.; MIRANDA, M.A.C.; GERMER, S.P.M. Aspectos químicos e bioquímicos de leguminosas enlatadas em diferentes estádios de maturação. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.19, n.1, p.59-72, 1999b.

BELLERGARD, C.R.G.; RAUPP, D. da S.; CHAIMSOHN, F.P.; BORSATO, A.V. Avaliação de procedimentos de acidificação de conservas de palmito foliar de pupunha (*Bactris gasipaes*). **Acta Scientiarum Agronomy**, v.27, n.2, p.247-254, 2005.

BERHOW, M.A. Modern analytical techniques for flavonoid determination. In: BUSLIG, B.S.; MANTHEY, J.A. (Ed.). **Flavonoids in the living cell**. New York: Klusher Academic, p.61-76, 2002.

BRASIL. Regulamento nº 13, de 15 de julho de 1977. Características mínimas de identidade e qualidade para as hortaliças em conserva obrigatoriamente submetidas a tratamento térmico. **Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos**, 1977.

BRASIL. Portaria nº 36, de 13 de janeiro de 1998. Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Alimentos à Base de Cereais para Alimentação Infantil. **Secretaria de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde**, 1998.

BRASIL. Regulamento nº 352, de 23 de dezembro de 2002. Regulamento técnico de boas práticas de fabricação para estabelecimentos produtores/industrializadores de frutas e/ou hortaliças em conserva. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**, 2002.

BRASIL, A.P.R. **Avaliação bioquímica e nutricional de farinha de soja processada enzimaticamente para remoção dos oligossacarídeos de rafinose**. Viçosa, 2007. Dissertação (Mestrado em Bioquímica Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2007.

BUSCHER, R.W.; CHANG, J.S. Quality Improvement of Canned Mung Bean (*Vigna radiata*) Sprouts. **Journal of Food Science**, v.48, n.6, p.1598-1603, 1983.

CARRÃO-PANIZZI, M. C; GOÉS-FAVONI, S.P.; KIKUCH, A. Extraction time for soybean isoflavone determination. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.45, p.515-518, 2002.

CARRÃO-PANIZZI, M. C. *Edamame* ou soja-hortaliça: fácil de consumir e muito saudável. **Informe Agropecuário**, v.27, n.230, p.59-64, 2006.

COWARD, L.; SMITH, M.; KIRK, M.; BARNES, S. Chemical modification of isoflavones in foods during cooking and processing. **Am. J. Clin. Nutr.**, v. 68, 1486S-1491S, 1998.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K.L.; FENNEMA, O.R. **Química de Alimentos de Fennema**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

FEDERAL REGISTER. Canned green beans deviating from identity standard; extension and amendment of temporary permit for market testing. **Federal Register**, v.5, 1986.

FELLOWS, P.J. **Tecnologia do Processamento de Alimentos: princípios e práticas**. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

FERH, W.R.; CAVINESS, C.E.; BURMOOD, D.T.; PENNINGTON, J.S. Stages of development descriptions for soybean (*Glycine Max* (L.) Merrill). **Crop Science**, v.11, p.929-931, 1971.

FLORA, L.F. Effects of modified processing procedures on quality of southern crowder peas. **Journal of Food Science**, v.45, n.1, p.126-128, 1980.

FRANCO, B.D.G. de M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia de Alimentos**. São Paulo: Editora Atheneu, 2005.

FRANKE, A. A.; HANKIN, J. H.; YU, M. C.; MASKARINEC, G.; LOW, S. H.; CUSTER, L. J. Isoflavone levels in soy foods consumed by multiethnic populations in Singapore and Hawaii. **J. Agric. Food Chem.**, 47, 977-986, 1999.

GRÜN, I.U.; ADHIKARI, K.; LI, C.; LI, Y.; LIN, B.; ZHANG, L.N.F. Changes in the profile of genistein, daidzein, and their conjugates during thermal processing of tofu. **J. Agric. Food Chem.**, v. 49, 2839-2843, 2001.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ, **Métodos Físico-químicos para análise de alimentos**. 1ª ed. Digital, 4ª ed. São Paulo, 2008.

KIM, S.L.; BERHOW, M.A.; KIM, J.T.; CHI, H.Y.; LEE, S.J.; CHUNG, I.M. Evaluation of Soyasaponin, Isoflavone, Protein, Lipid, and Free Sugar Accumulation in Developing Soybean Seeds. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.54, p.10003-10010, 2006.

KONOVSKY, J., LUMPKIN, T. A., MCCLARY, D. Edamame: the vegetable soybean. In: O'ROURKE, A.D. (Ed.). **Understanding the Japanese Food and Agrimarket: a multifaceted opportunity**. Binghamton: Haworth Press, 1994. p.173-181.

KROLOW, A.C.R. **Hortaliças em conserva**. Embrapa Informação Tecnológica: Brasília, 2006.

LAWLESS, H.T.; HEYMANN, H. **Sensory evaluation of food**. New York: Chapman & Hall, 1998. 819 p.

LETRA, J.F.; NOJIMA, M. A.; NOGUEIRA, I.B.R.; PEREIRA, E.S. **Dossiê Técnico**. Disponível em: < <http://www.scribd.com/doc/13415890/Curso-Conservas-e-Temperos>>. Acesso em: 11 ago. 2010

LIU, K. **Soybeans as Functional Foods and Ingredients**. Illinois: Champaign, 2004.

MAHUNGU, S. M.; DIAZ-MERCADO, S.; LI, J.; SCHWENK, M.; SINGLETARY, K.; FALLER, J. Stability of isoflavones during extrusion processing of corn/soy mixture. **J. Agric. Food Chem.**, v. 47, 279-284, 1999.

MANDARINO, J.M.G.; CARRÃO-PANIZZI, M.C.; MASUDA, R. Composition content of sugars in soybean seeds of brasilian cultivars and genotypes of Embrapa's germoplasm collection. In: International Soybean Processing and Utilization Conference, 3., 2000, Tsukuba. **Proceedings...** Tsukuba: The Japanese Society for Food Science and Tecnology, 2000. p.77-78.

MCGLYNN, W.G.; DAVIS, D.R.; HONARMAND, F. Gluconic Acid Influences Texture and Color of Canned Asparagus. **Journal of Food Science**, v.58, n.3, p.614-615, 1993.

MCLELLAN, M.R.; LIND, L.R.; KIME, R.W. Hue Angle Determinations and Statistical Analysis for Multiquadrant Hunter L,a,b Data. **Journal of Food Quality**, v.18, n.3, p.235-240, 1995.

MESSINA, M.; PERSKY, V.; SETCHELL, K.; BARNES, S. Soy intake and cancer risk: A review of the In Vitro and In Vivo data. **Nutr. Cancer**, v. 21, 113-131, 1994.

MORI, A.L.B. **Solubilidade das proteínas de feijão comum envelhecido**. 2001. 70p. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2001.

MOZZONI, L.A.; MORAWICKI, R.O.; CHEN, P. Canning of vegetable soybean: procedures and quality evaluations. **International Journal of Food Science and Technology**, v.44, p.1125-1130, 2009.

OBATOLU, V., OSHO, S.M. Chemical and physical characteristics of five Nigerian varieties of fresh Green immature soybean (*Glycine Max* (L.) Merrill). **British Food Journal**, v.108, n.6, p.440-450, 2006.

OLIVEIRA, A.P.V.; FRASSON, K.; YAMASHITA, F.; BENASSI, M.T. Medida Instrumental de Cor em Sobremesas Lácteas de Chocolate: uma Técnica de Baixo Custo e Versátil Utilizando Câmera Digital. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v.6, n.2, p.191-196, 2003.

RAO, M.S.S., BHAGSARI, A.S., MOHAMED, A.I.. Fresh Green seed yield and seed nutritional traits of vegetable soybean genotypes. **Crop Science**, v.42, p.1950-1958, 2002.

REMPEL, G.; FERRARI, L.; TONDELO, M. **A Matemática da Conserva de Pepinos** 2003. Disponível em:  
<<http://www.projetos.unijui.edu.br/matematica/modelagem/pepino/index.html>>.  
Acesso em: 11 ago. 2010.

SACHS, L.G.; PORTUGUAL, A.P.; PRUDENCIO-FERREIRA, S.H.; FELINTO, A.S. **Conversor em cor média RGB para imagens BMP**. Disponível em:  
<[www.fflam.br](http://www.fflam.br)>. Acesso em: 15 maio 2002.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V.C.A.; SILVEIRAN, F.A.; TANIWAKI, M.H.; SANTOS, R.F.S. dos; GOMES, R.A.R. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. 3. ed. São Paulo: Varela, 2007.

USDA, Department Of Agriculture of The United States. **National Nutrient Database 205 For Standard Reference Release 21**. 2008. Disponível em:  
<<http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/search/>> Acesso em: 15 abr. 2009.

VIANA, S.F., GUIMARÃES, V.M., JOSÉ, I.C., OLIVEIRA, M.G.A., COSTA, N.M.B, BARROS, E.G., MOREIRA, M.A., REZENDE, S.T. Hydrolysis of oligosacharides in soybean flour by soybean  $\alpha$ -galactosidase. **Food Chemistry**, v.93, p.665-670, 2005.

WSZELAKI, A.L., DELWICHE, J.F., WALKER, S.D., LIGGET, R.E., MILLER, S.A., KLEINHENZ, M.D. Consumers liking and descriptive analysis of six varieties of organically grown edamame-type soybean. **Food Quality and Preference**, v.16, n.8, p.651-658, 2005.

## 7 CONCLUSÃO

Para armazenamento de grãos de soja tipo hortaliça BRS 267 minimamente processada e embalada em bandejas de isopor envoltas por filme PVC com manutenção do teor de vitamina C, peso e cor ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ), recomenda-se a temperatura de 5°C por 3 dias.

As diferentes concentrações de zinco na salmoura afetaram significativamente o teor de zinco nos grãos em conserva, não houve influencia do tempo de pasteurização e a esterilidade comercial foi atingida em todas as conservas.

A adição de sacarose na salmoura e tempo de pasteurização nas formulações de conservas influenciaram a tonalidade cromática dos grãos em conserva e a esterilidade comercial foi atingida em todas as conservas.

A melhor formulação de conserva de grãos de soja tipo hortaliça foi obtida em pH 3,9 com adição de 3,43 g de sacarose, 6 g de cloreto de sódio e 0,29 g de cloreto de cálcio em 100 mL de salmoura com obtenção de uma conserva com melhores características de qualidade quanto a dureza, cor e teor de proteínas, carboidratos, lipídios, isoflavonas totais, glicose e frutose.