



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

ANDRÉIA CRISTINA SANTANA

**EFEITO DOS HORÁRIOS DE COLHEITA E
ARMAZENAMENTO SOBRE AS CARACTERÍSTICAS
QUÍMICAS E FÍSICAS DA SOJA TIPO HORTALIÇA**

Londrina
2009

ANDRÉIA CRISTINA SANTANA

**EFEITO DOS HORÁRIOS DE COLHEITA E
ARMAZENAMENTO SOBRE AS CARACTERÍSTICAS
QUÍMICAS E FÍSICAS DA SOJA TIPO HORTALIÇA**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Ciência de Alimentos da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência de Alimentos.

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

Londrina
2009

**Catálogo na publicação elaborada pela Divisão de Processos
Técnicos da Biblioteca Central da Universidade Estadual de
Londrina.**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

S232e Santana, Andréia Cristina.
Efeito dos horários de colheita e armazenamento sobre as
características químicas e físicas da soja tipo hortaliça /
Andréia Cristina Santana. – Londrina, 2009. 84 f. : il.

Orientador: Elza Iouko 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, 2009.

Inclui bibliografia.

1. Soja como alimento – Teses. 2. Soja – Armazenamento –
Teses. 3. Soja – Colheita – Teses. I. Ida, Elza Iouko. II. Carrão-
Panizzi, Mercedes Concordia. III. Universidade Estadual de
Londrina. Centro de Ciências Agrárias.

ANDRÉIA CRISTINA SANTANA

**EFEITO DOS HORÁRIOS DE COLHEITA E ARMAZENAMENTO
SOBRE AS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS E FÍSICAS DA SOJA
TIPO HORTALIÇA**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Ciência de Alimentos da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência de Alimentos.

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Elza Louko Ida (Orientadora)

Dr.^a Marilde Terezinha Bordignon Luiz

Dr. Marcelo Álvares de Oliveira

Londrina, 13 de agosto de 2009

DEDICATÓRIA

*A minha mãe Maria de Lourdes e
meu pai Gabriel (in memoriam)
pelo amor, apoio e incentivo
durante a minha formação*

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus, por iluminar meu caminho e segurar minhas mãos nas horas de dificuldade.

A Prof^a Dr^a Elza Louko Ida pela competência na orientação e horas de dedicação que contribuíram para a realização e finalização desta dissertação.

A Dr^a Mercedes C. Carrão-Panizzi, pesquisadora da Embrapa Soja, a quem sem a sua co-orientação esta dissertação não teria sido realizada.

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

Ao pesquisador da EMBRAPA-CNPSoja José Marcos Gontijo Mandarino pela atenção, prontidão e auxílio que sempre precisei.

A pesquisadora da EMBRAPA-CNPSoja Ivani Negrão pela orientação nas análises estatísticas e ao pesquisador Marcelo Álvares pela colaboração neste trabalho.

Ao pessoal da cozinha experimental Maria do Carmo e Ivone e em especial aos amigos do laboratório de melhoramento, Josi, Graciela, Amanda, Ana, Sheyla, Marcelo, Paulo, Rodrigo, Adair e Carlos Eduardo a quem tenho um carinho todo especial e pela ajuda tão importante que me deram para que este trabalho fosse concluído.

Aos amigos Adriana, Mariete e Edmar por quem tenho uma estima muito grande e por serem pessoas tão queridas e especiais, que seria impossível ter feito alguma coisa sem eles.

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

A Coordenação Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior/Fundação CAPES/MEC pela concessão da bolsa de estudo.

A todos que direta ou indiretamente colaboraram e contribuíram para a realização deste trabalho

SANTANA, A. C.; IDA, E. I. **Efeito dos horários de colheita e armazenamento sobre as características químicas e físicas da soja tipo hortaliça.** 2009. 81 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Universidade Estadual de Londrina. Londrina – PR, 2009.

RESUMO

A soja tipo hortaliça, soja verde ou *edamame* é colhida no estágio R6 quando os grãos estão totalmente desenvolvidos e ainda verdes. Há vários países que desenvolvem Programas de Melhoramento de Soja com vistas à obtenção de cultivares mais adequadas a este tipo de consumo. O objetivo deste trabalho foi investigar o efeito de diferentes horários de colheita nas características químicas e físicas de soja do tipo hortaliça e comparar suas características químicas com o estágio R8. Também foi investigado o efeito do tempo e temperatura sobre as características químicas e físicas da soja do tipo hortaliça armazenada na forma de vagens. O delineamento experimental do plantio de soja da cultivar BRS 267 foi realizado em blocos ao acaso com quatro repetições para avaliar os efeitos dos horários de colheita, tempo e temperatura de armazenamento. O horário de colheita da cultivar de soja BRS 267 no estágio R6 não afetou a sua composição química e cor. O teor de proteína, lipídios, cinzas e isoflavonas foi menor no estágio R6 em comparação com o estágio R8. Quando a soja BRS 267 colhida no estágio R6 foi armazenada na forma de vagens à 30 e 7 °C por 9 dias verificou-se que ocorreram diferenças significativas ($p < 0,05$) no teor de seus constituintes químicos. O parâmetro de cor L^* e b^* não diferiram significativamente ($p < 0,05$) quando as vagens colhidas no estágio R6 foram armazenadas até 1 dia, enquanto que o parâmetro de cor a^* diferiu significativamente até 9 dias de armazenamento à 30°C e 7°C. Conforme medidas de deterioração das vagens da soja do tipo hortaliça, o armazenamento por 9 dias foi mais eficaz à 7°C.

Palavras-Chave: *Edamame*. Deterioração de vagens. Cor. Tempo. Temperatura

SANTANA, A. C.; IDA, E. I. **Effect of harvest time and storage on the chemical and physical characteristics of vegetable soybean type.** 2009. 81 f. Dissertation (Master Degree in Food Science) – Universidade Estadual de Londrina. Londrina-PR, 2009.

ABSTRACT

The type vegetable soybean, green soybean or *edamame* is harvested at the R6 stage when the grains are fully developed and still green. Several countries that are developing Programs for Breeding of Soybean in order to obtain cultivars better suited to this type of soy consumption. The objective of this work was to investigate the effect of different times of harvest on the chemical and physical characteristics of vegetable soybean type and to compare their chemical characteristics with the harvested at the R8 stage. It was also investigated the effect of time and temperature on the chemical and physical characteristics of vegetable soybean type stored in the pods form. The experimental design of the planting of soy cultivar BRS 267 was conducted in randomized blocks with four replications in order to evaluate the effects of time of harvest and storage. The time of harvest of soy BRS 267 cultivar in the R6 stage did not affect their chemical composition and color. The content of protein, fat, ash and isoflavones in the stage R6 was lower in comparison to the R8 stage. For BRS 267 soybean harvested at R6 stage stored in the form of pods under conditions of 30 and 7°C for 9 days it was found significant differences ($p < 0.05$) on the content of their chemical constituents. The color parameter L^* and b^* did not differ significantly ($p < 0.05$) when the pods were harvested at R6 stage and stored for 1 day, while the color parameter a^* differed significantly up to 9 days of storage at 30°C and 7°C. In relation to deterioration measurement for the type vegetable soy pod, the storage for 9 days was more effective at 7 °C.

Keywords: *Edamame*. Deterioration of pods. Color. Time. Temperature. Functional food.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Composição centesimal em base úmida da soja tipo hortaliça da cultivar BRS 267 colhida no estágio R6 em diferentes horários, branqueada, seca e armazenada a 20 °C e 40 % de umidade relativa.....	44
Tabela 2 –	Composição centesimal em base seca da cultivar de soja BRS 267 colhida no estágio R6 em diferentes horários, branqueada, seca e armazenada a 20 °C e 40 % de umidade relativa e colhida em estágio R8	45
Tabela 3 –	Teor de amido e açúcares em base seca da cultivar de soja BRS 267 colhida no estágio R6 em diferentes horários, branqueada, seca e armazenada a 20 °C e 40 % de umidade relativa e colhida em estágio R8	48
Tabela 4 –	Teor de ácidos graxos em base seca da cultivar de soja BRS 267 colhida no estágio R6 em diferentes horários, branqueada, seca e armazenada a 20 °C e 40 % de umidade relativa e colhida em estágio R8	49
Tabela 5 –	Teor de minerais em base seca da cultivar de soja BRS 267 colhida no estágio R6 em diferentes horários, branqueada, seca e armazenada a 20 °C e 40 % de umidade relativa e colhida em estágio R8.....	51
Tabela 6 –	Teor de isoflavonas em base seca da cultivar de soja BRS 267 colhida no estágio R6 em diferentes horários, branqueada, seca e armazenada a 20 °C e 40 % de umidade relativa e colhida em estágio R8	52
Tabela 7 –	Cor das vagens da cultivar de soja BRS 267 colhida no estágio R6 em diferentes horários de colheita	55
Tabela 8 –	Teor de umidade (g/100g) dos grãos de soja da BRS 267 colhida em estágio R6 e armazenada na forma de vagens a 30 e 7 °C por nove dias.....	57
Tabela 9 –	Teor de proteína (g/100g) em base seca dos grãos de soja da BRS 267 colhida em estágio R6 e armazenados na forma de vagens a 30 e 7 °C por nove dias	58
Tabela 10 –	Teor de lipídios (g/100g) em base seca dos grãos de soja da BRS 267 colhida no estágio R6 e armazenados na forma de vagens a 30 e 7 °C por nove dias	59
Tabela 11 –	Teor de cinzas (g/100g) em base seca dos grãos de soja da BRS 267 colhida no estágio R6 e armazenada na forma de vagens a 30 e 7 °C por nove dias	60

Tabela 12 –	Teor de carboidratos totais (g/100g) em base seca dos grãos de soja da BRS 267 colhida no estágio R6 e armazenados na forma de vagens a 30 e 7 °C por nove dias	62
Tabela 13 –	Teor de amido (g/100g) em base seca dos grãos de soja da BRS 267 colhida no estágio R6 e armazenados na forma de vagens a 30 e 7 °C por nove dias	63
Tabela 14 –	Teor de sacarose (g/100g) em base seca dos grãos de soja da BRS 267 colhida no estágio R6 e armazenados na forma de vagens a 30 e 7 °C por nove dias	64
Tabela 15 –	Atividade de inibição (mg IT/g) dos grãos de soja da BRS 267 colhida no estágio R6 e armazenados na forma de vagens a 30 e 7 °C por nove dias.....	65
Tabela 16 –	Determinação do parâmetro L de cor das vagens <i>in natura</i> da cultivar de soja BRS 267 colhida no estágio R6 e armazenadas em temperatura de a 30 e 7 °C por nove dias	66
Tabela 17 –	Determinação do parâmetro a de cor das vagens <i>in natura</i> da cultivar de soja BRS 267 colhida no estágio R6 e armazenadas em temperatura de a 30 e 7 °C por nove dias	68
Tabela 18 –	Determinação do parâmetro b de cor das vagens <i>in natura</i> da cultivar de soja BRS 267 colhida no estágio R6 e armazenadas em temperatura de a 30 e 7 °C por nove dias	69

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** – Vendedora chinesa de *edamame*.....19
- Figura 2** – Alguns produtos de *edamame* disponíveis nos Estados Unidos20
- Figura 3**– Cultivar de soja BRS 267 plantada no segundo semestre de 2007 em quatro parcelas no campo experimental da Embrapa Soja, LondrinaPR31
- Figura 4** – Galhos cortados de plantas da cultivar de soja BRS 267 em estágio de maturação R6 em 27 de março de 2008 no campo experimental da Embrapa Soja, Londrina32
- Figura 5** – Grãos da cultivar de soja BRS 267 colhida em estágio de maturação R6 em 27 de março de 2008 e branqueados por 3 minutos em água fervente34
- Figura 6** – Vagens in natura da cultivar de soja BRS 267 colhida em estágio R6 em março de 2008 e armazenadas em temperatura de 30 e 7 °C por nove dias **36**
- Figura 7** – Temperatura e umidade relativa do ambiente nos diferentes horários de colheita da cultivar de soja BRS 267 em estágio R643
- Figura 8** – Grãos da cultivar de soja BRS 267 no estágio de maturação R6 e R8.....47
- Figura 9** – Teor de ácido fítico em g/100g em base seca da cultivar de soja BRS 267 colhida em diferentes horários no estágio R6, branqueada, seca e armazenada a 20 °C e 40 % de umidade relativa e colhida em estágio R853
- Figura 10** – Atividade de inibição em mg IT/g da cultivar de BRS 267 colhida em estágio R6 em diferentes horários, branqueada e in natura, secas e armazenadas a 20 °C e 40 % de umidade relativa e colhida em estágio R8.....54
- Figura 11** – Efeito do tempo e temperatura de armazenamento sobre os parâmetros de cor das vagens da cultivar de soja BRS 267 colhida em estágio R6.....69
- Figura 12** – Deterioração das vagens* da cultivar de soja BRS 267 colhida em estágio R6 e armazenadas a temperatura de 30 e 7 °C por nove dias70
- Figura 13** – Vagens da cultivar de soja BRS 267 colhida em estágio R6 no 9º dia de armazenamento a temperatura de 30 °C (18a) e 7 °C (18b).....71

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS	15
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
3.1 A SOJA TIPO HORTALIÇA	16
3.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	19
3.3 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS E SENSORIAIS	19
3.3.1 Composição Centesimal	19
3.3.2 Amido e Açúcares	20
3.3.3 Ácidos Graxos	21
3.3.4 Minerais	22
3.3.5 Isoflavonas	22
3.3.6 Ácido Fítico	23
3.3.7 Inibidores de Tripsina	24
3.3.8 Sabor	25
3.4 PROGRAMAS DE MELHORAMENTO PARA SOJA TIPO HORTALIÇA	26
3.5 FATORES QUE AFETAM A QUALIDADE DA SOJA TIPO	27
4 MATERIAL E MÉTODOS	29
4.1 MATÉRIA PRIMA	29
4.2 PLANTIO E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	29
4.3 COLHEITA	30
4.4 EFEITOS DOS HORÁRIOS DE COLHEITA SOBRE AS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS E FÍSICAS DA SOJA TIPO HORTALIÇA	31
4.5 EFEITO DO TEMPO E TEMPERATURA DE ARMAZENAMENTO SOBRE AS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS E FÍSICAS DA SOJA TIPO HORTALIÇA ARMAZENADA NA FORMA DE VAGENS	34
4.6 PROCEDIMENTOS ANALÍTICOS	36
4.6.1 Determinação da Composição Centesimal	36
4.6.2 Determinação do Teor de Amido	36
4.6.3 Extração e Determinação de Açúcares por HPLC	37

4.6.4 Extração e Determinação de Ácidos Graxos por Cromatografia Gasosa (CG).....	37
4.6.5 Determinação do Teor de Minerais	38
4.6.6 Extração e Determinação de Isoflavonas por HPLC	38
4.6.7 Determinação do Teor de Ácido Fítico	39
4.6.8 Determinação da Atividade de Inibidor de Tripsina	39
4.6.9 Determinação de Cor das Vagens	40
4.7 PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL	40
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	41
5.1 EFEITOS DOS HORÁRIOS DE COLHEITA NAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS DA SOJA TIPO HORTALIÇA	41
5.1.1 Composição Centesimal.....	42
5.1.2 Teor de Amido e Açúcares Solúveis	45
5.1.3 Teor de Ácidos Graxos.....	47
5.1.4 Teor de Minerais	49
5.1.5 Teor de Isoflavonas.....	50
5.1.6 Teor de Ácido Fítico	51
5.1.7 Atividade de Inibição do Inibidor de Tripsina	52
5.1.8 Cor das Vagens.....	54
5.2 EFEITOS DO TEMPO E TEMPERATURA DE ARMAZENAMENTO NAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS E FÍSICAS DA SOJA TIPO HORTALIÇA COLHIDA EM R6 E ARMAZENADA NA FORMA DE VAGENS.....	55
5.2.1 Composição Centesimal.....	55
5.2.2 Teor de Amido.....	60
5.2.3 Teor de Sacarose.....	61
5.2.4 Atividade de Inibidor de Tripsina	63
5.2.5 Cor das Vagens.....	64
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	70
7 CONCLUSÕES	73
REFERÊNCIAS.....	74

1 INTRODUÇÃO

A soja verde ou tipo hortaliça é a vagem de soja que foi colhida com os grãos totalmente desenvolvidos, mas ainda verdes, ou seja, no estágio de maturação R6, apresentando aparência, sabor e textura diferente da soja do tipo grão. No Japão, as vagens cozidas com água salgada têm a denominação de *edamame*. Tradicionalmente são consumidas cultivares com características especiais, com grãos de tamanho grande e peso de 100 sementes imaturas maiores do que 30 g, sabor adocicado, vagens perfeitas e completamente verdes, com cerca de 5,0 cm de comprimento, com pubescência cinza, esparsa e fina (KONOVSKY; LUMPKIN; McCLARY, 1994). O tamanho de sementes grandes é importante porque facilita o cozimento e o seu consumo. A avaliação da soja hortaliça na Ásia é baseada na aparência, enquanto a qualidade do “flavor” não tem uma objetividade definida (TSOU; HONG; SHANMUNGASUNDARAM, S., 1991). Na maioria dos países do leste da Ásia, a soja hortaliça é comercializada como vagens soltas ou grãos debulhados. Estes tipos de produtos são apresentados em embalagens plásticas, que caracteriza a soja verde como hortaliça (MENDONÇA; CARRÃO-PANIZZI, 2003).

A cor das vagens é uma característica relacionada à qualidade da soja hortaliça e pode ser afetada por fatores genéticos e ambientais, como o aumento da exposição solar e da umidade (KONOVSKY; LUMPKIN; McCLARY, 1994). Os compostos como açúcares, aminoácidos, ácidos orgânicos, sais inorgânicos, isoflavonas e saponinas estão diretamente relacionados com o sabor da soja tipo grão. No *edamame*, o sabor é mais suave em comparação à soja tipo grão e os compostos mais importantes para o sabor são sacarose, ácido glutâmico e alanina.

A duração e o período do dia em que ocorre a colheita são cruciais para a qualidade do *edamame*. Quando a colheita é realizada em temperaturas elevadas, o sabor pode ser deteriorado devido à redução no teor de açúcares e aminoácidos livres (MASUDA, 1991). Assim, para aumentar a sua estabilidade, o *edamame* pode ser estocado na forma de grãos ou vagens branqueadas em refrigeradores ou freezer em embalagens de polietileno. Entretanto, o prazo de validade destes produtos ainda não está totalmente estabelecido.

Os principais países produtores e consumidores de soja tipo vegetal são Japão, China, Coréia e Taiwan. O Japão consumia cerca de 140.000 toneladas, sendo que 50% foram importadas da China, Taiwan, Tailândia, Indonésia e Vietnã. No Japão, o consumo de *edamame* como aperitivo é muito popular e demanda produtos de alta qualidade. Nos Estados Unidos, Canadá, Austrália e outros países da Europa, a demanda por *edamame* vem aumentando consideravelmente (KITAMURA, 2001). No Brasil, país de clima tropical, o consumo como aperitivo para acompanhar uma bebida gelada ou como salada pode ter boa aceitabilidade, devido o seu sabor, aspecto, textura e elevado teor de proteínas.

Estes países conduzem Programas de Melhoramento para desenvolver cultivares mais adequadas a esse tipo de consumo. No Brasil, há necessidade de implementar Programas de Melhoramento que enfatizem a obtenção de cultivares para este tipo de produto. A Embrapa Soja desenvolve um Programa de Melhoramento Genético que visa o desenvolvimento de cultivares com características de soja tipo vegetal, com tamanho de grãos grandes, sabor suave e vagens com pouca pubescência. Como resultado deste Programa, foi lançado em 2006 a cultivar BRS 267, que além de ser matéria prima para produção de soja tipo hortaliça, pode ser colhida na maturação, ou seja, no estágio R8. Apresenta grãos maiores, com sabor mais suave e hilo amarelo, cujas características são desejáveis para o processamento de produtos a base de soja. A cultivar BRS 267, quando madura também pode ser usada para elaboração de tofu e extrato solúvel de soja.

2 OBJETIVOS

Investigar o efeito de diferentes horários de colheita sobre as características químicas e físicas de soja do tipo hortaliça para as condições locais.

Comparar as características químicas da cultivar de soja BRS 267 colhida em estádio R6 e R8.

Investigar o efeito do tempo e temperatura sobre as características químicas e físicas da soja do tipo hortaliça armazenada na forma de vagens.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 A SOJA TIPO HORTALIÇA

A soja tipo hortaliça, soja verde ou *edamame* são denominações diferentes para a soja que foi colhida com os grãos totalmente desenvolvidos, porém verdes, ou seja, no estágio de desenvolvimento reprodutivo R6 conforme Ferh *et al.* (1971). A colheita da soja convencional ocorre no estágio reprodutivo R8, quando 95% das vagens estão com a coloração marrom. A soja em estágio R6 apresenta aparência, sabor e textura diferente da soja colhida em R8. No Japão, os grãos de soja no estágio R6 são cozidos nas próprias vagens com água salgada e servidos como aperitivos, acompanhados de bebidas como a cerveja e quando preparado dessa forma são denominados de *edamame* (SHURTLEFF; LUMPKIN, 2001). Os grãos imaturos e maduros também podem ser servidos como saladas ou combinados com outros vegetais, além de ser utilizada para elaboração de tofu, sorvetes e sobremesas (SHANMUGASUNDARAM, 2001). A soja tipo hortaliça ganhou popularidade com os agricultores orgânicos cujo público alvo são os supermercados especializados e restaurantes requintados (LIU, 2004).

Há muitos anos a soja é considerada um importante componente nutricional na dieta asiática e a partir da década de setenta o seu consumo em diferentes formas foi introduzido e aceito em países ocidentais. A soja possui constituintes que apresentam benefícios à saúde humana, além de possuir funções nutricionais básicas. Assim, a soja tipo hortaliça pode ser considerada um alimento funcional (LIU, 2004). Em 1999 o FDA (Food and Drug Administration) aprovou uma alegação funcional de proteínas de soja relacionando-os com redução de risco de doenças cardiovasculares. Estes produtos incluem alimentos compostos ou derivados de soja integral. No Brasil a resolução nº 18 de 30 de abril de 1999 da ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) estabelece que a propriedade funcional é aquela relativa ao papel metabólico ou fisiológico que o nutriente ou não nutriente tem no crescimento, desenvolvimento, manutenção e outras funções normais do organismo humano.

Na China, o cultivo da soja tipo hortaliça tem os registros mais antigos, por volta de 664 a.C., onde era usada como produto medicinal e até hoje é um alimento muito popular. No Japão, o *edamame*, proveniente da China, teve o seu primeiro registro em 200 a.C. Em 927 d.C., foi mencionado em uma publicação do governo japonês como “aomame” que significa “grão verde”. Com o passar dos anos, criou-se na época de finados, o *Festival of the Dead*, onde os agricultores vendiam as vagens de soja em maços ou em vagens (Figura 1) (KONOVSKY; LUMPKIN; McCLARY, 1994). O termo chinês *mao dou* que significa “grão peludo” foi mencionado em *Runan Pushi, An Account of the Vegetable Gardens at Runan*, por Zhou Wenhua, publicado em 1620 (MENTREDDY *et al.*, 2002).



Figura 1 – Vendedora chinesa de soja tipo hortaliça “*edamame*”

Fonte: Shurtleff e Lumpkin, 2001

Nos Estados Unidos as variedades de soja tipo hortaliça foram introduzidas por japoneses e lançada pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA) por volta de 1915 a 1916 (BERNARD, 2001).

A produção anual do Japão entre os anos de 1988 a 1992 foi de 110.000 ton e em 2004 diminuiu para 70.000 ton (SHANMUGASUNDARAM, 2004). Segundo Kitamura, (2001) o Japão consumia cerca de 140.000 ton por ano, sendo que 50% eram importadas da China, Taiwan, Tailândia, Indonésia e Vietnã. Entre

1986 e 2000 o Japão foi o maior consumidor de soja tipo hortaliça fresca e a importação de soja hortaliça congelada praticamente dobrou, de 36.200 para 75.000 ton. O crescimento para a soja tipo hortaliça congelada no mercado japonês foi de 7 % ao ano. Este crescimento foi atribuído até certo ponto ao aumento do consumo de bebidas, particularmente entre os jovens japoneses, estilo de vida moderna, além de outras razões como a diminuição do gosto indesejável associado a produtos congelados. Como resultado, os restaurantes, supermercados e lojas especializadas substituíram a soja tipo hortaliça fresca pela congelada (LIN, 2001).

Em países do ocidente, a aceitabilidade do *edamame* é mais recente, e tem como principal atrativo a combinação entre baixo conteúdo de óleos e relativamente elevado teor de proteína (RAO *et. al*, 2002). A aprovação da proteína de soja como suplemento alimentar funcional pela FDA (Food and Drug Administration) em 1999 (Food and Drug Administration), fez aumentar a procura por produtos desta oleaginosa. Nos Estados Unidos, a soja tipo hortaliça é encontrada em pequenos supermercados ou mercados em lojas orientais na forma de grãos congelados ou frita com outros vegetais (Figura 2) (LIU, 2004). Nos Estados Unidos, Canadá e União Européia a produção do *edamame* é baixa e boa parte do consumo é proveniente da importação de outros países. Foi estimado que em 2005 os Estados Unidos importaria cerca de 25.000 ton de soja tipo hortaliça por ano (LIN, 2001). A falta de cultivares satisfatórias e maquinários pós colheita foram alguns fatores que limitaram o consumo da soja tipo hortaliça nos Estados Unidos (LIU, 2004).



Figura 2 – Alguns produtos de soja tipo hortaliça “*Edamame*” disponíveis nos Estados Unidos.

Fonte: Shurtleff e Lumpkin, 2001

3.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

As características físicas da soja tipo hortaliça são: vagens largas verdes, com 2 ou 3 grãos, pouca pubescência com coloração branca e principalmente sem danos causados por insetos (TSOU; HONG *et al.*, 1991). Para produção da soja tipo hortaliça, são usadas cultivares tradicionais com características especiais, com grãos de tamanho grande para facilitar o cozimento e consumo. O peso de 100 sementes imaturas é superior a 30 g, as vagens devem ser perfeitas e completamente verdes, com cerca de 5,0 cm de comprimento, com pubescência esparsa e fina. Cerca de 500 g de vagens devem conter aproximadamente 180 vagens (KONOVSKY; LUMPKIN; McCLARY, 1994).

A cor das vagens é muito importante e quanto mais intensa a sua coloração verde torna-a mais desejável. A diminuição da cor verde reflete falta de frescor e degradação do ácido ascórbico (MASUDA, 1991; TSOU; HONG, 1990). A cor das vagens é afetada por fatores genéticos e ambientais, como o aumento da exposição solar e umidade (KONOVSKY; LUMPKIN; McCLARY, 1994). Segundo Chiba (1991) a intensidade da cor verde das vagens diminui com o amadurecimento da planta, por outro lado a vagem se torna mais cheia e espessa. Assim, é importante estabelecer uma padronização quanto a época e horário de colheita para aproveitar melhor estas duas características que agregam qualidade ao produto.

3.3 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS E SENSORIAIS

3.3.1 Composição Centesimal

Na soja tipo hortaliça o teor de umidade dos grãos é um fator crítico, pois influencia as características organolépticas da soja colhida em estágio R6, como por exemplo, a textura. O armazenamento também afeta o teor de umidade e, assim, a qualidade da soja tipo hortaliça (LIU, 2004). Na soja tipo hortaliça o teor de umidade é de $67,50 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$, enquanto na soja madura é de $8,54 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ (USDA,

2008).

Os lipídios da soja são armazenados em corpos lipídicos, principalmente na forma de triglicerídeos e durante a maturação sofrem alterações na sua síntese. O teor de lipídios totais, em base seca, é menor do que na soja madura e o óleo apresenta coloração esverdeada devido à presença de clorofila (TANTEERATARM; WEI; STEINBERG, 1989). Segundo Rubel e colaboradores (1972) no 25º dia após a floração o teor de lipídios no grão seco é de $5 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ e representa apenas 22 % do total de lipídios no grão maduro. Do 24º para o 40º dia após a floração o teor de lipídios é cerca de 71 % do total de lipídios na soja madura. Assim como nos lipídios, o teor de proteína aumenta com o amadurecimento do grão. Aproximadamente no 25º dia após a floração o teor de proteínas no grão seco é de $30 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ e representa apenas 70 % do teor de proteínas totais do grão maduro (RAO; BHAGSARI; MOHAMED, 2002). Rao *et al.*, (2002) descreveram que o teor médio de proteína foi de $36 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ em base seca para 11 cultivares de soja tipo hortaliça que correspondeu a 86 % do total de proteína do grão maduro. Segundo USDA (2008) o teor de cinzas e carboidratos em base seca na soja hortaliça foi de 4,50 e $34,00 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$. O conteúdo de carboidratos foi de $35,00 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ em base seca e varia com o genótipo, cultivo e condições ambientais (LIU, 1997).

3.3.2 Amido e Açúcares

Na soja tipo hortaliça a principal fonte de carbono se encontra na forma de amido que após hidrólise enzimática produz monossacarídeos, dissacarídeos e oligossacarídeos. A concentração de amido na soja atinge o máximo em aproximadamente 35 dias após a floração e, portanto, o teor de amido é maior na soja tipo hortaliça do que na soja madura (YAZDI; RINNE; STEIF, 1977).

Os carboidratos solúveis da soja são: glicose, frutose, sacarose, rafinose e estaquiose. A sacarose é um dos principais componentes da soja tipo hortaliça, pois é responsável pelo sabor adocicado e pode ser detectada logo nos

primeiros estádios de desenvolvimento, enquanto que a rafinose e a estaquiose só aparecem depois de 40 a 50 dias após a floração (MASUDA, 1991; YAZDI; RINNE; STEIF, 1977). A soja tipo hortaliça contém elevado teor de açúcares simples e baixo teor de oligossacarídeos comparado com a soja madura (LIU; MARKAKIS, 1987).

Os oligossacarídeos rafinose e estaquiose não são digeridos pelo nosso organismo, devido à ausência da enzima α -galactosidase no trato intestinal. Entretanto, são usados como nutrientes pelas bifidobactérias do intestino. Um dos produtos da fermentação dos oligossacarídeos pelas bifidobactérias é a liberação de gases intestinais que ocasiona flatulências e desconfortos abdominais em algumas pessoas e, portanto, considerados como indesejáveis. As bifidobactérias são consideradas importantes para a saúde humana, pois a presença das mesmas pode diminuir a incidência de câncer de cólon e outras desordens intestinais. Atualmente algumas empresas japonesas isolam e comercializam esses açúcares como suplementos para a saúde ou como ingredientes alimentares (GOLBITZ e JORDAN, 2006).

3.3.3 Ácidos Graxos

A concentração de ácidos graxos livres é maior na soja tipo hortaliça do que na soja madura, ou seja, diminui com o amadurecimento (TANTEERATARM *et al.* 1989). A concentração de ácidos graxos monoinsaturados da soja tipo hortaliça é maior em comparação a soja madura. O ácido linoleico é poliinsaturado e está em maior concentração com 50 % do total de ácidos graxos e pode ajudar a diminuir o colesterol sanguíneo. Em menor concentração está o ácido linolênico seguido do ácido palmítico (JOHNSON; WANG; SUZUKI, 1999). Os ácidos graxos insaturados da soja tipo hortaliça são o oleico (23 %), linoleico (51 %), linolênico (7 %). Os saturados também estão presentes (15 %), entre estes encontram-se o palmítico e o esteárico. Os ácidos linoleico e linolênico contribuem com efeitos benéficos para a saúde, no entanto, são susceptíveis a oxidação enzimática e não-enzimática (RIAZ, 2006).

3.3.4 Minerais

Assim como na soja madura os minerais também estão presentes na soja verde e são classificados em macro e micronutrientes. Entre os macronutrientes encontra-se o potássio em maior quantidade seguido do fósforo, magnésio, cálcio, sódio e enxofre. Os micronutrientes presentes são o silício, ferro, zinco, manganês e cobre. O conteúdo de minerais da soja pode variar com o tipo de solo e condições de crescimento (LIU, 1997). O teor de cálcio na soja tipo hortaliça é 60% superior a ervilhas, o de fósforo e potássio são duas vezes maior, enquanto o de ferro é similar (MENTREDDY *et al.*, 2002). Segundo Costa *et al.* (1974) a variação nos teores de minerais pode estar relacionada às condições de cultivo, clima, solo e adubação.

3.3.5 Isoflavonas

As isoflavonas devido à estrutura química similar ao hormônio feminino estrógeno foram descritas como responsáveis pelos efeitos terapêuticos da soja, como a redução do colesterol, prevenção de diversos tipos de câncer, amenização dos sintomas do climatério em mulheres, controle de doenças cardiovasculares e prevenção da osteoporose (MESSINA; MESSINA; SETCHELL, 1994). No entanto, sua presença é parcialmente responsável pelo sabor amargo e adstringente de produtos de soja.

A soja é uma das poucas fontes naturais de isoflavonas e pode variar entre 0,78 e 2,20 mg g⁻¹ de amostra em base seca (MENTREDDY *et al.*, 2002). A concentração de isoflavonas, assim como a distribuição de suas formas é influenciada por muitos fatores como, por exemplo, variedade, local de crescimento, ano e data do plantio e época da colheita. As características genéticas da semente, e as condições climáticas como a temperatura durante a fase de enchimento dos grãos, influenciam no teor de isoflavonas das sementes. A sua síntese ocorre por volta de 35 dias após o florescimento e, aos 50 dias ocorre um aumento na síntese de genistina e malonil genistina. Entretanto, as forma daidzina e malonil daidzina estão presentes em altas concentrações durante todo o período de maturação das

sementes (MANDARINO *et al.*, 1999). Segundo Liu (2004) a baixa concentração de isoflavonas na soja tipo hortaliça é responsável pela diminuição do sabor característico quando comparada a soja madura.

3.3.6 Ácido Fítico

O ácido fítico é a forma utilizada pelas plantas para armazenar o fósforo no interior das células e corresponde a 60 % do fósforo total (GRAF, 1983). Este já foi considerado como anti-nutriente, pois reduz a biodisponibilidade de minerais no organismo humano e animal devido à formação de complexos com minerais di e trivalentes (LIENER, 1981). Entretanto, Shamsuddin (2002) descreveu que os fitatos também podem ser benéficos por atuarem como agentes antioxidantes potentes, prevenindo a oxidação ou envelhecimento das células, com redução dos riscos de inúmeras doenças crônicas e degenerativas, como alguns tipos de câncer e artrites.

Durante a estocagem, germinação, processamento e digestão dos grãos, o ácido fítico pode ser parcialmente desfosforilado para produzir compostos penta-fosfato (IP5), tetra-fosfato (IP4), tri-fosfato (IP3) e possivelmente inositol difosfato (IP2) e mono-fosfato (IP1), por ação de fitases endógenas (ZHOU; ERDMAN, 1995). Somente IP5 e IP6 têm efeito negativo na biodisponibilidade de minerais, os demais compostos formados têm baixa capacidade de ligar-se a minerais ou formam complexos mais solúveis (SANDBERG *et al.*, 1989). Algumas pesquisas sugerem um papel positivo dos fitatos com relação à redução do risco de câncer de cólon (MESSINA, 1991; SHAMSUDDIN, 1992), prevenção de cálculos renais (ZHOU; ERDMAN, 1995) e ação antioxidante (EMPSON *et al.*, 1991). A habilidade do fitato em ligar-se a metais, particularmente ao ferro, pode explicar sua ação antioxidante e anticarcinogênica (MESSINA, 1991).

O fitato é um poderoso inibidor da produção de radical hidroxila (-OH) mediada pelo ferro, devido a sua capacidade de formar quelato com o ferro tornando-o cataliticamente inativo (GRAF, 1983). Além disso, o ácido fítico altera o potencial redox do ferro mantendo-o na forma férrica (Fe^{3+}). Este efeito oferece proteção contra danos oxidativos, visto que o Fe^{2+} causa produção de oxirradicais e

peroxidação de lipídios, enquanto o Fe^{3+} é relativamente inerte (EMPSON *et al.*, 1991).

Para Nelson (1992), evidências experimentais confirmando a associação entre ferro e câncer de cólon em estudos epidemiológicos com humanos é extremamente limitada, embora tenha sido sugerido em algumas pesquisas que o efeito protetor da fibra da dieta observada em câncer de cólon não deve ser devido a alterações no volume fecal, conteúdo de água, tempo de trânsito ou pH, mas ao efeito quelante do ácido fítico presente nas fibras da dieta sobre o ferro. Em função da propriedade antioxidativa, o ácido fítico pode ser usado como conservante natural muito versátil na indústria de alimentos, prevenindo a hidrólise de óleo de soja, rancidez em carnes e estabilizando agentes que conferem cor aos alimentos (GRAF, 1983).

Segundo Rao *et al.*, (2002) o teor médio de fitato de algumas variedades de soja tipo hortaliça foi de $1,26 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ em base seca e menor do que na soja madura. O teor de ácido fítico varia significativamente entre as variedades de soja tipo hortaliça, bem como entre o estágio de maturação R6 e R7 (LIU, 2004). De acordo com Liu (1986) o conteúdo de fitato aumentou de 0,84 para $1,36 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ em base seca durante a maturação do grão. Segundo Souza (2003), as variações no teor de ácido fítico no grão de soja, são devido ao genótipo, condições ambientais, na dose de fertilizantes aplicada, entre outras.

3.3.7 Inibidores de Tripsina

Os inibidores de tripsina formam um complexo com a tripsina e impedem sua ação sobre as proteínas. Existem dois grupos principais de inibidores: Bowman-Birk e Kunitz (LIU, 2004). O inibidor de tripsina já foi considerado um fator anti-nutricional, no entanto, estudos têm investigado sua ação anti-cancerígena por meio de ensaios *in vitro*, no qual observaram uma ação efetiva na inibição de genes do câncer de mama, pele, bexiga, cólon, pulmão, pâncreas, boca e esôfago, além de proteção das células contra os efeitos da radiação e dos radicais livres (MESSINA; MESSINA; SETCHELL, 1994). Segundo FIGARELLA *et al.*, (1975) a maioria dos

experimentos para verificação da ação antinutricional dos inibidores de protease foi realizada em ratos e camundongos, e portanto, há dúvidas com relação aos efeitos no homem. Além disso LIERNER (1979), descreveu que existe hipertrofia pancreática apenas em animais cujo peso do pâncreas excede 0,3 % do peso de seu corpo; no caso dos humanos essa relação varia de 0,09 a 0,12 %.

Na soja tipo hortaliça o inibidor de tripsina é encontrado em menor quantidade do que na soja madura (KONOVSKY; LUMPKIN; McCLARY, 1994). No entanto, Yao *et al.*, (1983) não observaram mudanças na atividade de inibidor de tripsina no decorrer do processo de maturação do grão de soja. A cultivar exerce grande influência na mudança da atividade de inibidor de tripsina durante o desenvolvimento do grão, porém geralmente a soja tipo hortaliça tem menor atividade do que a soja madura (LIU, 1987).

3.3.8 Sabor

A soja tipo hortaliça tem sabor diferente da soja madura, ou colhida no estágio de maturação R8. O sabor da soja madura está diretamente relacionado com compostos como açúcares, aminoácidos, ácidos orgânicos, sais inorgânicos, isoflavonas, lipoxigenases e saponinas. Na soja tipo hortaliça o sabor é mais suave e os compostos mais importantes e responsáveis pelo sabor são a sacarose, ácido glutâmico e alanina (MASUDA, 1991). Na soja tipo hortaliça o ácido glutâmico está relacionado com o sabor apetitoso ou “savory” e a sacarose está relacionada com o sabor adocicado (KITAMURA, 2001). Segundo Tsou e Hong (1990) a sacarose é o açúcar predominante na soja tipo hortaliça e responsável pela doçura, e portanto, a determinação de seu teor é muito importante para avaliar o seu sabor.

O sabor característico da soja madura definido como de feijão cru é resultado da reação de oxidação lipídica que envolve as enzimas lipoxigenases. Na soja tipo hortaliça essas enzimas também estão presentes, porém, em menor quantidade e o sabor é mais evidente após a maturação do grão devido à maior atividade dessas enzimas (TANTEERATARM; WEI; STEINBERG, 1989). O aroma de “flower-like”, considerado desagradável pelos provadores, produzidos durante a cocção da soja é atribuído a compostos voláteis como cetonas e furanos, tais como,

1-octen-3-al, 1hexanal, 1-pentanal, cis-jasmona, (E)-3-hexenil-acetato, (E)-3-hexen-1-al, 2heptanona e linalool. O sabor amargo e adstringente são provenientes das saponinas e isoflavonas, encontradas principalmente no hipocótilo do grão (MASUDA, 1991). No entanto a soja hortaliça possui menor teor de isoflavonas do que a soja madura, o que torna o sabor amargo e adstringente mais ameno (LIU, 2004).

3.4 PROGRAMAS DE MELHORAMENTO PARA SOJA TIPO HORTALIÇA

Os Programas de Melhoramento Genético para o desenvolvimento de cultivares de soja tipo hortaliça são conduzidos em diferentes países. Como resultado deste melhoramento genético, as variedades disponíveis incluem cultivares com diferentes composições de aminoácidos, ácidos graxos e maior teor de açúcares (MASUDA, 1991). No Japão e outros países asiáticos há uma grande disponibilidade de cultivares destinadas ao uso como *edamame*. A cultivar *Chamame* é reconhecida pelo seu sabor especial e a *Tankuguro* é famosa pelo tamanho grande de suas sementes e são consideradas especiarias por gourmets japoneses (KITAMURA, 2001). Países importadores de soja tipo hortaliça concedem prêmios pelas suas características de qualidade (MENTREDDY *et al.*, 2002).

A Embrapa Soja possui um Programa de Melhoramento Genético que visa o desenvolvimento de cultivares com características de soja tipo hortaliça, com grãos de tamanho grande, sabor suave e vagens com pouca pubescência. Como resultado deste Programa, a Embrapa lançou em 2006 a cultivar BRS 267 que, além de ser matéria prima para produção de soja tipo hortaliça, pode também ser colhida na maturação, ou seja, no estágio R8. Esta apresenta grãos maiores, com sabor mais suave, hilo amarelo e com características desejáveis para processamento de produtos a base de soja.

3.5 FATORES QUE AFETAM A QUALIDADE DA SOJA TIPO HORTALIÇA

A época para a colheita da soja tipo hortaliça é um fator determinante para sua qualidade e deve combinar as suas melhores características com o máximo de desenvolvimento do grão (MBUVI; LITCHFIELD, 1995). A soja tipo hortaliça é colhida por volta de 33 a 38 dias após o florescimento dependendo da cor e densidade (enchimento) das vagens. Segundo Chotiyarnwong (1992) o teor de aminoácidos livres diminui com o enchimento das vagens e o teor de açúcar aumenta a partir de 35 dias após o florescimento. Existe, portanto, uma dificuldade na escolha da época mais adequada para a colheita da soja verde, devido à correlação negativa entre a concentração de aminoácidos e sacarose que são responsáveis pelo sabor característico da soja verde. As características organolépticas como a aparência, o sabor, o aroma e a textura após o cozimento podem variar de acordo com o genótipo, horário de colheita e ambiente (MBUVI; LITCHFIELD, 1995). Segundo Masuda (1991) o horário da colheita influencia a qualidade da soja tipo hortaliça. Durante o dia existe um ciclo na composição dos aminoácidos, sendo o máximo ao entardecer, e quando há luminosidade sobre a planta pode ocorrer um aumento no seu teor (KONOVSKY; LUMPKIN; McCLARY, 1994). Portanto é necessária uma padronização da época e do horário de colheita para aproveitar essas duas características e agregar qualidade ao produto (CHIBA, 1991).

Em países como Taiwan e Tailândia a soja tipo hortaliça é colhida logo cedo, entre 2 e 10 horas da manhã, nesses horários mantém-se um maior frescor e sabor (LIU, 2004). O armazenamento da soja tipo hortaliça também é um fator determinante para sua qualidade. A soja tipo hortaliça pertence a um grupo de vegetais com altas taxas de respiração. Depois da colheita, o teor de açúcares e aminoácidos livres decresce rapidamente em altas temperaturas. A mudança de cor das vagens pós-colheita, de verde para amarelo, esta relacionada com a diminuição do teor de ácido ascórbico, açúcares e aminoácidos livres (MASUDA, 1991) e a degradação natural da clorofila (Wiebold, 2009). A 26 °C, o teor de aminoácidos livres decresce rapidamente e a intensidade da coloração verde é reduzida sob condições de baixa umidade, ou seja, o armazenamento sem refrigeração torna as vagens menos verdes. Assim, o armazenamento e refrigeração da soja tipo hortaliça

são muito importantes (CHIBA, 1991).

A maioria da soja tipo hortaliça é comercializada por pequenos produtores que a transportam em caminhões sem refrigeração ou outro tipo de armazenamento que contribui com as alterações das características de qualidade. Uma alternativa para a comercialização da soja tipo hortaliça é o acondicionamento das vagens ou dos grãos em embalagens plásticas. Segundo Tsay e Sheu (1991) a embalagem mais apropriada seria a de polietileno estocada a 0°C, onde se observou menor perda de peso, mudança de cor, diminuição no teor de ácido ascórbico e preservação da textura original.

O branqueamento, que consiste no rápido aquecimento em água fervente é um processo utilizado para inativar as enzimas lipoxigenases, além de minimizar a deterioração da soja tipo hortaliça com manutenção da textura. (KONOVSKY; LUMPKIN; McCLARY, 1994). Tanteeratarm *et al.*, (1989) investigaram a estocagem da soja tipo hortaliça com os grãos previamente desidratados por seis meses e observaram que o teor de inibidor de tripsina, urease, lipídios e proteínas permaneceram constantes, enquanto que os ácidos graxos livres aumentaram ao longo dos seis meses e a atividade de lipoxigenases e intensidade da coloração dos grãos diminuíram durante o período.

A soja tipo hortaliça pode ser comercializada em maços, com o caule e algumas folhas, tipo brócolis, ou em embalagens plásticas, com as vagens ou apenas os grãos verdes (KONOVSKY; LUMPKIN; McCLARY, 1994). Estes dois últimos tipos de produto são apresentados em embalagens plásticas o que caracteriza a soja como hortaliça (MENDONÇA; CARRÃO-PANIZZI, 2003).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 MATÉRIA PRIMA

A cultivar BRS 267 lançada em 2005 para cultivo comercial pela Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias -Centro Nacional de Pesquisa em Soja (Embrapa Soja, Londrina-PR) foi utilizada como matéria prima neste trabalho.

4.2 PLANTIO E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

A cultivar de soja BRS 267 foi plantada no dia 19 de outubro de 2007 no campo experimental da Embrapa Soja, Londrina-Pr, em solo classificado como latossolo distroférico. O delineamento experimental do plantio (Figura 3) foi feito em blocos ao acaso com quatro repetições e as parcelas foram de seis filas com 10 m, sendo as duas filas externas usadas como bordadura.



Figura 3 – Cultivar de soja BRS 267 plantada no segundo semestre de 2007 em quatro parcelas no campo experimental da Embrapa Soja, Londrina-PR.

O período de emergência se iniciou no dia 26 de outubro de com floração em 18 de dezembro de 2007. O estágio de maturação R1 se deu em 24 de dezembro de 2007.

4.3 COLHEITA

A colheita da cultivar de soja BRS 267 no estágio de maturação R6 foi realizada no dia 26 de fevereiro de 2008 (62º dia após a floração) através do corte na altura basal da planta por meio de uma roçadeira costal às 8:00, 12:00 e 18:00 h. Foram cortadas plantas das quatro parcelas para representar as quatro repetições de laboratório. As plantas foram agrupadas em feixes (Figura 4) e encaminhadas a cozinha experimental da Embrapa Soja para retirada das vagens. Parte das plantas colhidas às 8:00 h foram utilizadas para o ensaio de armazenamento (item 4.5) e o restante utilizado no ensaio de horário (item 4.4). A temperatura e umidade relativa do ambiente foram medidas nos três horários de colheita com os termohigrógrafos.



Figura 4 – Feixes de plantas da cultivar de soja BRS 267 em estágio de maturação R6 colhido em 26 de fevereiro de 2008.

4.4 EFEITOS DOS HORÁRIOS DE COLHEITA SOBRE AS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS E FÍSICAS DA SOJA TIPO HORTALIÇA

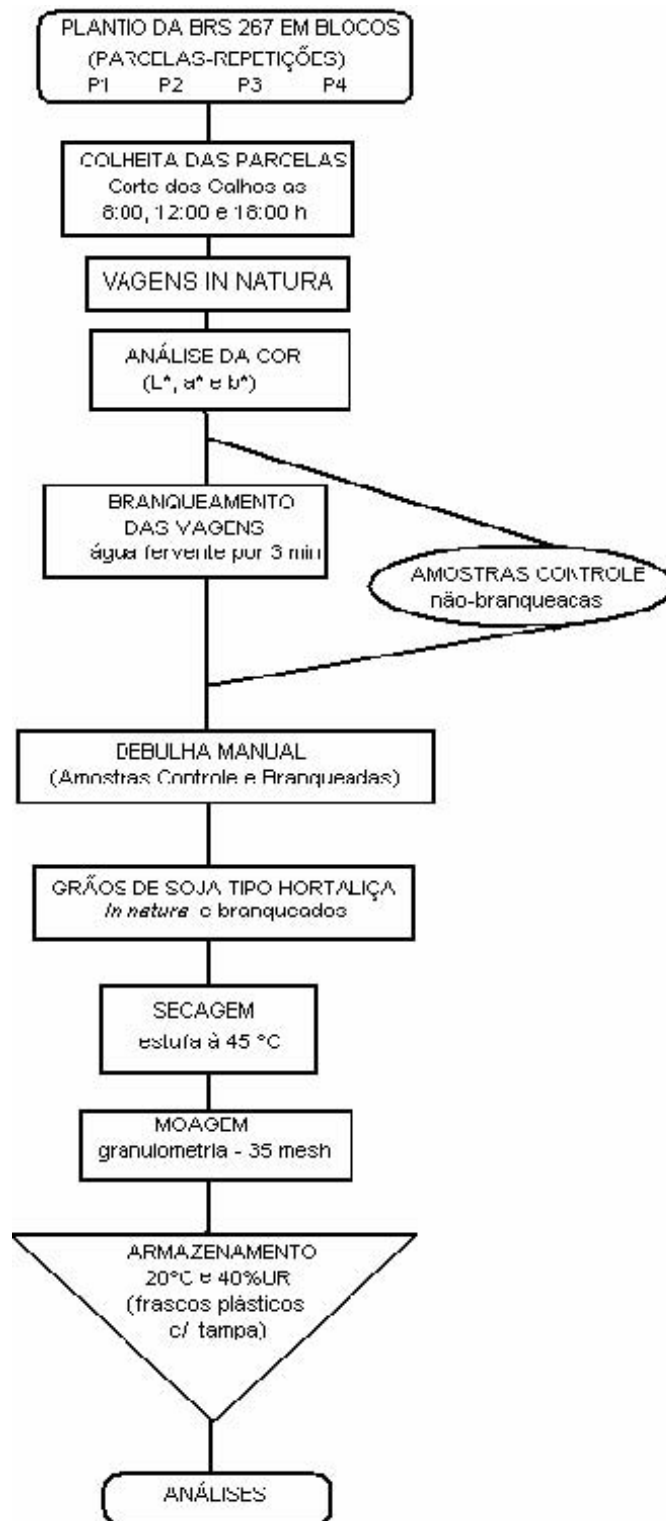
Para avaliar o efeito do horário de colheita sobre as características químicas e físicas da soja tipo hortaliça plantas da cultivar BRS 267 no estágio de maturação R6 , na área útil das parcelas, foram cortados às 8:00 h, 12:00 h, e 18:00 h (Fluxograma 1). Em seguida os feixes foram levados até a cozinha experimental da Embrapa Soja para retirada manual das vagens. Para cada horário foi realizado o branqueamento destas por três minutos em água fervente para facilitar a debulha dos grãos. Para cada horário, foram colhidas amostras de vagens controle que não sofreram processo de branqueamento. As vagens já branqueadas foram debulhadas manualmente para obtenção dos grãos (Figura 5). Posteriormente, os grãos foram secos em estufa (marca FANEM modelo 320 SE) com circulação de ar a 45 °C por quatro dias até a completa secagem. Em seguida, foram moídos em moinho analítico (marca TECNAL modelo TE 631), passados por peneira com 0,5 mm de abertura para obter farinhas com granulometria de 35 mesh, colocados em frascos plásticos com tampas e armazenados a 20 °C e 40 % de umidade relativa até a realização das análises.

Para comparação da soja tipo hortaliça com a soja madura foram usados grãos da BRS 267 em estágio de maturação R8 da mesma semeadura, seguindo o mesmo delineamento de campo para os grãos em R6. Os mesmos foram moídos em moinho analítico (marca TECNAL modelo TE 631), passados por peneira com 0,5 mm de abertura para obter farinhas com granulometria de 35 mesh, colocados em frascos plásticos com tampas e armazenados a 20 °C e 40 % de umidade relativa até a realização das análises.



Figura 5 – Grãos da cultivar de soja BRS 267 colhida em estágio de maturação R6 em 26 de fevereiro de 2008 e branqueados por 3 minutos em água fervente.

Fluxograma1



Fluxograma 1 – Procedimentos e preparo de amostras para avaliação da soja tipo hortaliça colhida em diferentes horários

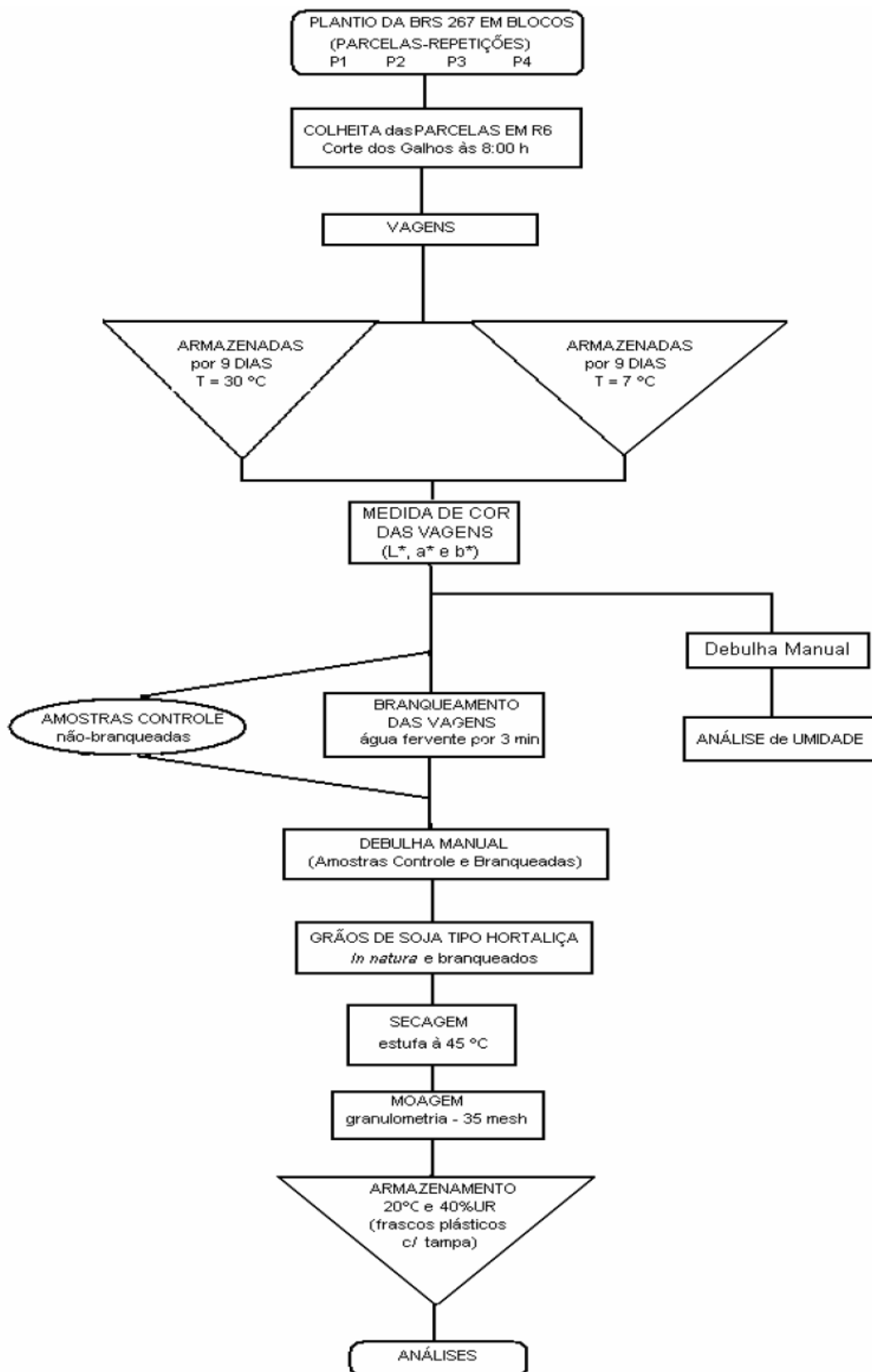
4.5 EFEITO DO TEMPO E TEMPERATURA DE ARMAZENAMENTO SOBRE AS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS E FÍSICAS DA SOJA TIPO HORTALIÇA ARMAZENADA NA FORMA DE VAGENS.

Para este ensaio, amostras de vagens obtidas das quatro parcelas colhidas às 8:00 h (Figura 6) foram divididas em duas partes (Fluxograma 2). Uma parte foi armazenada em temperatura ambiente com média de 30 °C em bandejas plásticas abertas e a outra parte foi embalada em sacos plásticos sob refrigeração a 7 °C por 1, 3, 6 e 9 dias. As temperaturas de armazenamento foram medidas com termômetros de mercúrio. Após o término dos períodos de armazenamento, as vagens foram branqueadas em água fervente por 3 minutos e debulhadas manualmente. Os grãos de ambos os armazenamentos foram secos em estufa com circulação de ar (marca FANEM modelo 320 SE) a 45 °C por 4 dias até a completa secagem. Em seguida, foram moídos em moinho analítico (marca TECNAL modelo TE 631), passados por peneira com 0,5 mm de abertura para obter farinhas com granulometria de 35 mesh, colocados em frascos plásticos com tampas e estocados a 20 °C e 40 % de umidade relativa até a realização das análises.



Figura 6 – Vagens *in natura* da cultivar de soja BRS 267 colhida em estágio R6 em 26 de fevereiro de 2008 e armazenadas em temperatura de 30 e 7 °C por 9 dias.

Fluxograma 2



Fluxograma 2 – Procedimento e preparo de amostras para avaliação da soja tipo hortaliça armazenada na forma de vagens em temperatura ambiente e de refrigeração por 9 dias

4.6 PROCEDIMENTOS ANALÍTICOS

4.6.1 Determinação da Composição Centesimal

O teor de proteína, lipídios, umidade e cinzas foram determinados conforme metodologia descrita pelo Instituto Aldofo Lutz (2005). O teor de carboidratos foi determinado pela diferença dos demais componentes. Os resultados foram expressos em $\text{g } 100\text{g}^{-1}$ de amostra em base seca.

4.6.2 Determinação do Teor de Amido

Para a quantificação do teor de amido pelo método da hidrólise enzimática foram utilizados 50 μL de solução comercial de α -amilase (Star Max GT 120), inclusive na prova em branco. As amostras foram colocadas em banho-maria com agitação na temperatura de 90°C por 20 minutos. Decorrido este período, esperou-se abaixar a temperatura para 60°C e foram adicionados 2,5 mL de tampão acetado de sódio 4M, pH 4,8 e 50 μL de solução de amiloglicosidase (Star Max 400). As amostras foram novamente colocadas em banho Maria a 55°C com agitação, onde permaneceram por 2 horas (RICKARD; BEHN, 1987). Em seguida, após o material ser resfriado, o teor de açúcar foi determinado pelo método descrito por Somogy (1945) e Nelson (1944). O cálculo do teor de amido foi feito pela conversão da porcentagem de açúcar determinado pelo fator 0,9 (SOMOGY, 1945). Os dados foram expressos em $\text{g } 100\text{g}^{-1}$ de amostra em base seca.

4.6.3 Extração e Determinação de Açúcares por HPLC

A extração e quantificação dos açúcares glicose, frutose e sacarose e dos oligossacarídeos rafinose e estaquiose foram realizadas segundo Masuda, (1996) com modificações de Mandarino et. al., (2000). Após extração das amostras com etanol 80 %, 100 µL do extrato foi diluído para 2 mL com etanol 8,0 % e filtrado em filtro Milipore com 0,45µm de abertura. 10 µL do filtrado foi injetado para separação e quantificação dos açúcares em cromatógrafo líquido (marca Dionex), equipado com detector amperométrico (modelo ED50). A eluição foi feita em coluna CarboPac PA10 analítica com resina de troca iônica. O tempo total de corrida foi de 40 minutos em sistema isocrático e NaOH 54 mM como eluente com fluxo de 1mL.min⁻¹. Todos os reagentes utilizados desde a extração até quantificação foram de grau HPLC.

A quantificação foi feita 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 g 100g⁻¹ de amostra em base seca.

4.6.4 Extração e Determinação de Ácidos Graxos por Cromatografia Gasosa (CG)

A extração e quantificação dos ácidos graxos foram feitas por cromatografia gasosa (CG) de acordo com metodologia descrita por Abidi, List e Rennick, (1999); Rayford *et al.*, (1994) e Bannon, (1982).

A análise foi realizada em cromatógrafo a gás (marca Hewlett Packard HP, modelo 6890) com auto-injetor de amostras, equipado com coluna capilar de sílica de 30 m de comprimento, 0,32 mm de diâmetro interno e filme com 0,2 µm de espessura (marca Supelco, modelo SP 2340). 1 µL do extrato foi injetado com temperatura do injetor regulada para 250 °C e separadas na coluna com temperatura de 190 °C. Em seguida, foram detectadas com detector FID (Flame Ionization Detector) com temperatura de 300 °C.

A quantificação foi feita por padronização externa. A curva de calibração foi feita com um mix FAME (Fatty Acid Metil Ester, marca Supelco) de concentração conhecida. Os resultados foram expressos em $\text{g } 100\text{g}^{-1}$ de amostra em base seca.

4.6.5 Determinação do teor de minerais

O teor de minerais foi determinado pelo método de incineração seca (mufla a $550\text{ }^{\circ}\text{C}$) segundo metodologia descrita por Miyazawa (1992), após a digestão nitroperclórica e quantificação em espectrofotômetro de emissão atômica (ICP) acoplado ao plasma. Os resultados foram expressos em $\text{g } 100\text{g}^{-1}$ para os macronutrientes e em $\text{mg } 100\text{g}^{-1}$ para os micronutrientes em base seca.

4.6.6 Extração E Determinação De Isoflavonas Por HPLC

A separação e quantificação de isoflavonas foi realizada por cromatografia líquida de alto desempenho (HPLC) segundo Berhow *et al.*, (2002). A extração foi conduzida conforme Carrão-Panizzi *et al.*, (2002). Após extração as amostras foram centrifugadas a $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ em 14.000 rpm por 15 minutos. Os sobrenadantes foram filtrados em filtros Millipore com $0,45\mu\text{m}$ de abertura e $20\ \mu\text{L}$ foram injetados para separação e quantificação de isoflavonas em cromatógrafo (marca Waters) equipado com detector de arranjo de fotodiodos (modelo 996TM) com temperatura controlada de $25\text{ }^{\circ}\text{C}$. A eluição das isoflavonas foi realizada 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, foi atingida a proporção de 20 % do eluente B e 80 % do eluente A e as isoflavonas foram separadas e detectadas a 260 nm. Em 36

min a eluição se torna isocrática com 100 % de metanol (eluyente A), retornando as condições iniciais em 40 min. O tempo total de eluição foi de 60 min e o fluxo do solvente foi de $1\text{mL}\cdot\text{min}^{-1}$. Todos os reagentes utilizados desde a extração até quantificação foram de grau HPLC.

A quantificação foi feita por padronização externa com curvas de calibração de padrões de isoflavonas (marca sigma) de concentrações conhecidas.

Os resultados do teor de isoflavonas foram expressos em $\text{mg } 100\text{g}^{-1}$ de amostra em base seca. As isoflavonas separadas e quantificadas foram os β -glicosídeos daidzina, glicitina e genistina e os conjugados malonil- β -glicosídeos malonildaidzina, malonilglicitina e malonilgenistina e as agliconas daidzeína, gliciteína e genisteína.

4.6.7 Determinação do Teor de Ácido Fítico

O teor de ácido fítico foi determinado conforme metodologia descrita por Latta e Eskin (1980) com modificações de Ellis e Morris (1986). Os resultados foram expressos em $\text{g } 100\text{g}^{-1}$ de amostra em base seca.

4.6.8 Determinação da Atividade de Inibidor de Tripsina

A atividade do inibidor de tripsina foi determinado segundo metodologia descrita por Kakade *et al.* (1974). A atividade foi medida pelo grau de inibição da tripsina na hidrólise de substrato benzoil-DL-arginina-p-nitroanilida hidrocloreto (BAPA). A atividade do inibidor de tripsina foi expressa em $\text{mg } \text{g}^{-1}$ de amostra em base seca.

4.6.9 Determinação de Cor das Vagens

A medida de cor das vagens da soja tipo hortaliça foi realizada por colorimetria de três estímulos. Para as medidas foi utilizado um espectrofotômetro da marca Minolta com iluminante padrão D65, empregando-se um programa para determinação da cor pelo sistema CIE com os valores L^* , a^* e b^* . Para a escala CIE $L^*=100$ indica a cor branca e $L^*=0$ cor preta. Valores positivos de a^* expressam cor vermelha e negativos a cor verde. Valores positivos de b^* expressam cor amarela e negativa a cor azul. Após determinação dos parâmetros de cor foi calculado o índice de deterioração (X) pela fórmula $X=[L(b/|a|)]$ que mede o grau de deterioração das vagens (CHIBA, 1991).

4.7 Planejamento Experimental

Para avaliar o efeito dos diferentes horários de colheita e também o efeito do tempo e do armazenamento da soja tipo hortaliça o delineamento foi feito em blocos ao acaso com quatro repetições. Após a avaliação da normalidade dos resíduos, da homogeneidade de variância dos tratamentos e da aditividade do modelo foram realizadas as análises de variâncias (ANOVA). Para avaliar o efeito dos horários de colheita e das temperaturas de armazenamento foi usado o teste de comparação múltiplas de médias por Tukey ($P \leq 0,05$). Para avaliar o efeito do tempo de armazenamento sobre as características da soja tipo hortaliça foram realizadas análises de regressão. Os parâmetros da regressão linear avaliados foram o parâmetro b que exprime a taxa de mudança na variável dependente por unidades da variável dependente para cada dia de armazenamento. O parâmetro α que é o nível de significância do teste t. O parâmetro R^2 que é o coeficiente de determinação e indica a porcentagem de variação na variável dependente explicada pelo modelo de regressão.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Efeitos dos Horários de Colheita nas Características Físicas e Químicas da Soja Tipo Hortaliça

Na colheita da cultivar de soja BRS 267 no estádio R6 a temperatura e umidade relativa (Figura 7) variaram significativamente ($p < 0,05$) no horário de 12:00 h com temperatura de 33 °C e umidade relativa de 50 %. A temperatura e umidade relativa para as colheitas nos horários de 8:00 e 18:00 h não variaram significativamente ($p < 0,05$). Nestes horários a temperaturas foram de 25 e 27 °C e cerca de 7 °C inferior a 12:00 h. Entretanto, a umidade relativa de 70 % nos horários de 8:00 e 18:00 h foi superior ao horário de 12:00 h com 50 %.

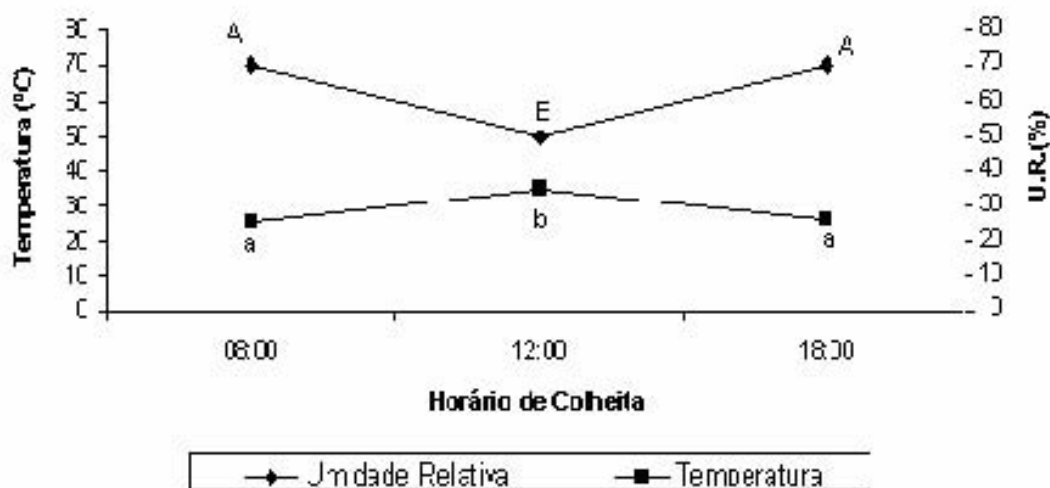


Figura 7 – Temperatura e umidade relativa do ambiente nos diferentes horários de colheita da cultivar de soja BRS 267 em estádio R6.

Médias com letras iguais não diferem entre si ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey.

5.1.1 Composição Centesimal

Os constituintes da composição centesimal em base úmida (Tabela 1) e base seca (Tabela 2) da soja da BRS 267 em estádio R6 não variaram significativamente nos diferentes horários de colheita. A alta temperatura e baixa umidade relativa do ambiente no horário das 12:00 h em relação aos outros horários de colheita não foi suficiente para causar alterações significativas ($p < 0,05$) nos constituintes. Talvez uma exposição mais prolongada a essas condições seja capaz de gerar alguma alteração química e/ou física na soja tipo hortaliça.

Tabela 1. Composição centesimal em base úmida da soja tipo hortaliça da cultivar BRS 267 colhida no estádio R6 em diferentes horários.

Constituintes (g 100g ⁻¹)	Horário de Colheita em R6			
	8:00 h	12:00 h	18:00h	Média
Umidade	65,23a	63,91a	65,91a	65,02
Proteína	12,73a	13,16a	12,64a	12,84
Lipídios	6,68a	7,37a	6,93a	6,99
Cinzas	1,62a	1,69a	1,56a	1,62
Carboidratos	13,74a	13,88a	12,96a	13,52

Médias nas linhas seguidas por letras iguais não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Em variedades Nigerianas de soja tipo hortaliça o teor de umidade variou entre 62,10 a 65,40 g 100g⁻¹ (OBATOLU, 2006) e segundo USDA (2008) o teor médio de umidade da soja tipo hortaliça é de 68,60 g 100g⁻¹ e similares com o obtido neste trabalho. O teor de umidade da soja colhida em estádio R6 é muito importante devido em grande parte ser responsável pela textura. A textura da soja hortaliça foi definida pela dureza do grão e depende de fatores genéticos, época de colheita e tempo de cozimento, no entanto, a dureza dos grãos no estádio R6 não foi um fator crítico para a qualidade do *edamame* (TSOU; HONG, 1991).

Quando comparada com a soja madura observa-se alto teor de umidade da soja tipo hortaliça (Figura 8) e de 65,02 g 100g⁻¹ (Tabela 1), enquanto que na soja madura foi de 6,70 g 100g⁻¹ (Tabela 2).

Tabela 2. Composição centesimal em base seca da cultivar de soja BRS 267 colhida no estádio R6 em diferentes horários e comparação com o estádio R8.

Constituintes (g 100g ⁻¹)	Horário de Colheita em R6			Teor Médio	
	8:00 h	12:00 h	18:00h	R6	R8
Umidade	8,50 ^a	8,33a	8,48a	8,44A	6,70B
Proteína	36,62a	36,46a	37,09a	36,72A	40,27B
Lipídios	19,21a	20,42a	20,33a	19,98A	18,00B
Cinzas	4,67a	4,58a	4,56a	4,60A	6,08B
Carboidratos	31,00a	30,22a	30,36a	30,26A	28,95B

Médias nas linhas seguidas por letras iguais não diferem entre si ao nível de 5 % de significância pelo teste de Tukey.

O teor médio de proteínas em base úmida da cultivar de soja BRS 267 colhida em estádio R6 (Tabela 1) foi similar ao descrito pela USDA (2008) com 12,35 g 100g⁻¹ para a soja tipo hortaliça. Obatolu e Osho (2006) descreveram teor de proteína entre 11,6 e 15,3 g 100g⁻¹ para as cultivares de soja TGX1448-2^E e TGX1485-1D colhidas em estádio R6. Ainda, em base seca, o teor de proteínas da cultivar BRS 267 em estádio R6 foi de 36,72 g 100g⁻¹ e similar ao descrito por Rao, Bhagsari e Mohamed (2002) que descreveram teor de proteínas em base seca para a soja tipo hortaliça entre 33,32 e 38,60 g 100g⁻¹ para as cultivares de soja Tousan-122 e Akiyoshi, respectivamente.

A cultivar BRS 267 no estádio R8 (Figura 8) apresentou teor de proteína em base seca (Tabela 2) de 40,27 g 100g⁻¹, cujo valor é maior em comparação ao estádio R6 com 36,72 g 100g⁻¹ (Tabela 2) e estes resultados indicam que as proteínas ainda não foram totalmente sintetizadas no estádio R6.

Considerando que o uso da soja colhida em estádio R6 é recomendado como tipo hortaliça, observa-se que o teor médio de proteína de 36,72 g 100g⁻¹, foi cerca de 1,30 vezes maior do que o teor de proteína da ervilha fresca que apresentou teor de proteína de 28,72 g 100g⁻¹ (CANNIATTI-BRAZACA, 2006). Entretanto, o teor de proteína do milho verde segundo USDA (2008) foi de 3,22 g 100g⁻¹, ou seja, cerca de 11,40 vezes menor do que a soja hortaliça. Portanto, em

termos do teor de proteínas a soja tipo hortaliça torna-se uma opção de consumo mais vantajosa do que ervilha e milho verde.

Em base úmida, o teor médio de lipídios da soja tipo hortaliça colhida em R6 foi de $6,99 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ (Tabela 1) e próximo ao descrito por USDA (2008) de $6,40 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$. Song; An e Kim (2003) obtiveram teor de lipídios em base seca da soja tipo hortaliça de $13,01 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$, enquanto que Obatolu e Osho (2006) obtiveram teor de $15,3 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ e foi inferior ao da cultivar BRS 267 em estágio R6. Em comparação com a ervilha o teor de lipídios da soja tipo hortaliça foi 22 vezes maior, uma vez que

o teor de lipídios na ervilha foi de apenas $0,90 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ (CANNIATTI-BRAZACA, 2006). Para milho verde o teor de lipídios descrito pela USDA (2008) foi de $1,18 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$, ou seja, 16,78 vezes menor do que a soja hortaliça.

O teor de lipídios em base seca foi de $19,98 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$, cujo teor foi maior do que no estágio R8 com $18,00 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ (Tabela 2). Esse resultado pode ser devido à presença de clorofila que foi extraído com o solvente orgânico junto com os lipídios durante a sua determinação.

O teor de cinzas em base úmida de $1,62 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ (Tabela 1) foi próximo ao descrito pela USDA (2008) com $1,70 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$. O teor de cinzas em base seca da soja tipo foi de $4,60 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ (Tabela 2) e menor do que $6,08 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ da soja colhida em estágio R8.

Em base úmida, o teor de carboidratos totais observados por Song; An e Kim (2003) foi de $12,70 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ e de $11,05 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ pela USDA (2008) e estão próximos ao teor médio estimado nesse trabalho que foi de $13,52 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ (Tabela 1). Obatolu e Osho (2006) obtiveram teor de carboidratos totais inferior e entre $6,30$ e $11,50 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ para cinco cultivares de soja do tipo hortaliça.

Embora, Chiba (1991) e Masuda (1991) tenham relatado que a duração da colheita e o período do dia são importantes para a qualidade do *edamame*, neste trabalho foi observado que os diferentes horários de colheita da soja tipo hortaliça não afetaram os constituintes da composição centesimal nas condições locais de estudo. A cultivar de soja BRS 267 em estágio R6 apresentou

uma composição centesimal em base seca que diferiu significativamente ($p < 0,05$) da soja em estágio R8. Além disso, apresentou vantagens em termos de consumo quando comparadas com ervilhas e milho verde que apresentaram menor teor de lipídios e proteínas.



Figura 8 – Grãos e vagens da cultivar de soja BRS 267 no estágio de maturação R6 e R8.

5.1.2 Teor de Amido e Açúcares Solúveis

O teor de amido e de açúcares da soja tipo hortaliça não variou significativamente ($p < 0,05$) com relação aos horários de colheita (Tabela 3) e, portanto, as respectivas médias foram calculadas. O teor de amido no estágio R6 de $4,85 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ foi superior ao estágio R8 com $0,65 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$. Masuda, (2004) observou teor de amido de 8,32 e 0,07 g/100g em base seca para a soja tipo hortaliça e soja madura, respectivamente. Observa-se que além do amido, a sacarose e a estaquiose na soja tipo hortaliça apresentaram elevado teor com 4,50 e $4,38 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ em base seca, respectivamente. Na cultivar de soja BRS 267 colhida

em estágio R8 o teor destes açúcares foi de 6,50 e 1,79 g 100g⁻¹. O teor de rafinose variou de 1,03 g 100g⁻¹ no estágio R6 para 1,61 g 100g⁻¹ no estágio R8. O teor de glicose e frutose no estágio R6 foi de 0,05 g 100g⁻¹ para ambas, enquanto que no estágio R8 não foi detectado. Contudo observou-se que o teor de açúcares totais no estágio de maturação R6 e R8 (Figura 8) não diferiram entre si ($p < 0,05$) e foi próximo a 10,00 g 100g⁻¹. O teor de amido, glicose, frutose e estaquiose diminuíram com o amadurecimento do grão, enquanto que o teor de sacarose e rafinose aumentaram. O teor de sacarose de 4,50 g 100g⁻¹ foi superior ao descrito por Kumar (2007) que analisou sete cultivares de soja em estágio R6 e obteve um máximo de 2,02 g 100g⁻¹ de sacarose para a cultivar Shilajeet. Este resultado pode ser considerado positivo, uma vez que a sacarose é um componente essencial no quesito qualidade, pois é responsável pelo sabor adocicado da soja nesse estágio de maturação. Song; An e Kim (2003) ao investigar uma cultivar coreana obtiveram teor de rafinose e estaquiose de 0,23 e 0,26 g 100g⁻¹ em base úmida, cujo valor foi menor do que o descrito neste trabalho de 0,39 e 1,67 g 100g⁻¹ em base úmida para ambos oligossacarídeos. Kuo; Vanmiddleswoth e Wolf (1988) determinaram o conteúdo de oligossacarídeos em ervilha e feijão verde e obtiveram teor de rafinose e estaquiose em base úmida de 1,16 e 3,23 g 100g⁻¹ para ervilha e 0,25 e 3,43 g 100g⁻¹ para o feijão verde, respectivamente. Estes resultados em base úmida foram superior a soja tipo hortaliça.

Tabela 3. Teor de amido e açúcares em base seca da cultivar de soja BRS 267 colhida no estádio R6 em diferentes horários e comparação com o estádio R8.

Componentes (g 100g ⁻¹)	Horário de Colheita em R6			Teor Médio	
	8:00 h	12:00 h	18:00 h	R6	R8
Amido	4,84a	4,84a	4,87a	4,85A	0,65B
Glicose	0,05a	0,04a	0,05a	0,05A	**
Frutose	0,05a	0,05a	0,06a	0,05A	**
Sacarose	4,44a	4,62a	4,44a	4,50A	6,50B
Rafinose	1,01a	1,04a	1,04a	1,03A	1,61A
Estaquiose	4,52a	4,14a	4,47a	4,38A	1,79B
Açúcares totais	10,07a	9,89a	10,06a	10,01A	9,90A

Médias nas linhas seguidas por letras iguais não diferem entre si ao nível de 5 % de significância pelo teste de Tukey.

**Componentes não detectados

Assim como para os constituintes da composição centesimal, observa-se que os diferentes horários de colheita não afetaram o teor de amido e açúcares para a soja tipo hortaliça. A diferença no teor dos componentes entre a BRS 267 e outras cultivares observadas por outros pesquisadores pode estar relacionada a outros fatores como, genótipo da planta, clima, solo e condições de crescimento.

5.1.3 Teor de Ácidos Graxos

O teor de ácidos graxos da soja tipo hortaliça não variou significativamente ($p < 0,05$) nos diferentes horários de colheita e, portanto, o teor médio foi calculado (Tabela 4).

Tabela 4. Teor de ácidos graxos em base seca da cultivar de soja BRS 267 colhida no estádio R6 em diferentes horários e comparação com o estádio R8.

Ácidos graxos (g 100g ⁻¹)	Horário de Colheita em R6			Teor Médio	
	8:00 h	12:00 h	18:00 h	R6	R8
Palmítico	1,80a	1,69a	1,76a	1,75A	1,58A
Estearico	0,52a	0,51a	0,53a	0,52A	0,58B
Oleico	3,07a	2,95a	3,03a	3,02A	3,75B
Linoleico	8,44a	8,02a	8,18a	8,21A	8,75A
Linolênico	0,05a	0,05a	0,05a	1,30A	1,15B
Araquídico	1,38a	1,20a	1,31a	0,05A	0,05A
Ácidos graxos totais	15,27a	14,48a	14,86a	14,85A	16,13B

Médias nas linhas seguidas por letras iguais não diferem entre si ao nível de 5 % de significância pelo teste de Tukey.

Em base seca, o teor total de ácidos graxos da soja no estádio R8 foi maior do que no estádio R6 e o maior teor foi o ácido linoleico que não diferiu significativamente ($p < 0,05$) em ambos os estádios de maturação.

Segundo USDA (2008) a soja tipo hortaliça possui teor de ácidos graxos de 14,83 g 100g⁻¹ em base seca, e os resultados deste trabalho foi similar e de 14,87 g/100g. Comparando o teor de lipídios totais em base seca (Tabela 2) e ácidos graxos totais (Tabela 4) observa-se uma diferença de 5 %, provavelmente devido o método de extração e quantificação que extrai a clorofila junto com os lipídios durante o processo de destilação. Além disso, outro fator que deve ser considerado é a presença de alguns ácidos graxos, que não foram identificados, como por exemplo, o araquidônico.

A ervilha e o milho verde, segundo USDA (2008), possuem teor total de ácidos graxos de 0,52 e 4,03 g 100g⁻¹ em base seca, respectivamente e cerca de 29 e 4 vezes menor do que a soja tipo hortaliça. Portanto, a soja tipo hortaliça torna-se um produto diferenciado em termos de ácidos graxos, quando comparado com ervilhas ou milho verde.

Os diferentes horários de colheita também não afetaram o teor de ácidos graxos da soja tipo hortaliça. A cultivar de soja BRS 267 diferenciou de outras cultivares observadas por outros pesquisadores, que também pode estar relacionado

a alguns fatores como, genótipo da planta, clima, diferenças de solo e condições de crescimento. O teor de ácidos graxos da soja madura (estádio R8) foi superior a soja hortalíça, e indica que esses componentes ainda não estão totalmente formados no estágio de maturação R6.

5.1.4 Teor de Minerais

O teor de minerais da soja tipo hortalíça colhida nos diferentes horários não diferiram entre si ($p < 0,05$) e, portanto, as médias foram calculadas (Tabela 5). Dentre os macronutrientes, o que apresentou maior teor foi o potássio com $1,86 \text{ g}/100\text{g}$ seguido do fósforo com $0,62 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ e o menor teor foi de magnésio com $0,24 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$. O teor de cálcio e enxofre foi próximo e de $0,33$ e $0,31 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$, respectivamente. O micronutriente que apresentou maior teor foi o ferro com $7,41 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ seguido do zinco e manganês com $4,27$ e $3,16 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$, respectivamente e o menor teor foi do cobre com $1,17 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$.

O teor de potássio, fósforo, magnésio, zinco no estágio de maturação R8 e R6, não diferiu significativamente ($p < 0,05$) (Tabela 5). No entanto houve variação significativa ($p < 0,05$) no teor de ferro, que aumentou cerca de 3 vezes do estágio de maturação R6 para R8.

Para USDA (2008) e Song; An e Kim (2003) o teor de potássio da soja do tipo hortalíça em base seca foi de $1,74$ e $1,66 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$, respectivamente, e foi inferior ao descrito neste estudo que foi de $1,86 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ (Tabela 5). O teor de cobre foi menor do que $0,36 \text{ mg}/100\text{g}$ conforme descrito pela USDA (2008).

Tabela 5. Teor de minerais em base seca da cultivar de soja BRS 267 colhida no estádio R6 em diferentes horários e comparação com o estádio R8.

Macronutrientes (g 100g ⁻¹)	Horário de Colheita em R6			Teor Médio	
	8:00 h	12:00 h	18:00 h	R6	R8
Potássio	1,87a	1,86a	1,84a	1,86A	1,83A
Fósforo	0,62a	0,60a	0,63a	0,62A	0,65A
Cálcio	0,32a	0,31a	0,35a	0,33A	0,23B
Magnésio	0,24a	0,24a	0,25a	0,24A	0,22A
Enxofre	0,31a	0,31a	0,32a	0,31A	0,16B
Micronutrientes (mg 100g ⁻¹)					
Ferro	7,31a	7,89a	7,02a	7,41A	21,15B
Zinco	4,14a	4,28a	4,39a	4,27A	4,47A
Manganês	3,06a	3,16a	3,25a	3,16A	3,80B
Cobre	1,08a	1,23a	1,19a	1,17A	1,31B

Médias nas linhas seguidas por letras iguais não diferem entre si ao nível de 5 % de significância pelo teste de Tukey.

Em base seca, o teor de macro e micronutrientes de ervilhas (CANNIATTIBRAZACA, 2006) foi diferente da soja tipo hortaliça e o teor de macronutrientes do milho verde, como potássio, fósforo, cálcio e magnésio, foi inferior (USDA, 2008) a soja tipo hortaliça no estádio R6 (Tabela 5).

5.1.5 Teor de Isoflavonas

Os teor de isoflavonas e seus componentes não variaram com os horários da colheita e as respectivas médias foram calculadas (Tabela 6). Observa-se que a isoflavona encontrada em maior quantidade na soja em estádio R6 foi à malonildaidizina com 65,13 mg 100g⁻¹ seguida da malonil-genistina (59,80 mg 100g⁻¹). Segundo Mandarino *et al.*, (1999) a forma malonil-daidizina esta presente em quantidades significantes durante todo o período de maturação do grão. Já as formas agliconas (daidzeína, gliciteína e genisteína) que possuem ação biológica

foram encontradas em quantidades de 5 a 8 vezes inferior ao estágio R8. O teor de isoflavonas totais da soja tipo hortalíça colhida em estágio de maturação R6 foi de $186,94 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ e inferior a soja colhida no estágio R8 com $270,27 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ (Tabela 6). Com o amadurecimento do grão todas as agliconas e a malonil-genistina tiveram um aumento significativo com o amadurecimento do grão, enquanto que as formas malonil-daidzina e malonil-glicitina não tiveram variação significativa ($p < 0,05$).

Tabela 6. Teor de isoflavonas em base seca da cultivar de soja BRS 267 colhida no estágio R6 em diferentes horários e comparação com o estágio R8.

Isoflavonas ($\text{mg } 100\text{g}^{-1}$)	Horário de colheita em R6			Teor Médio	
	8:00 h	12:00 h	18:00 h	R6	R8
Daidzina	13,91a	14,00a	13,15a	13,65A	39,33B
Glicitina	4,50a	4,36a	4,84a	4,57A	10,53B
Genistina	13,71a	14,40a	14,52a	14,21A	47,63B
Malonil-Daidzina	66,00a	65,16a	64,22a	65,13A	66,03A
Malonil- Glicitina	29,01a	28,21a	28,81a	28,68A	29,26A
Malonil-Genistina	60,00a	59,77a	59,64a	59,80A	71,72B
Daidzeína	0,32a	0,31a	0,31a	0,31A	1,78B
Gliciteína	0,28a	0,27a	0,28a	0,28A	1,52B
Genisteína	0,28a	0,29a	0,28a	0,28A	2,49B
Isoflavonas totais	188,01a	186,77a	186,05a	186,94A	270,27B

Médias nas linhas seguidas por letras iguais não diferem entre si ao nível de 5 % de significância pelo teste de Tukey.

5.1.6 Teor de Ácido Fítico

O teor médio de ácido fítico em base seca da cultivar de soja BRS 267 em estágio R6 foi de $1,86 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$, enquanto que no estágio R8 apresentou teor de ácido fítico em base seca de $2,61 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ (Figura 9), cuja variação foi significativa ($p < 0,05$) com o amadurecimento do grão. O teor de ácido fítico no

estádio R6 de doze cultivares de soja usada para a produção de soja tipo hortaliça foi entre $0,24 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ e $1,39 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ em base seca (RAO *et al.*, 2002) e estes resultados foram menor do que os obtidos neste trabalho. O teor de ácido fítico em ervilha segundo Canniatti-brazaca (2006) foi de $0,30 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ em base seca, valor menor do que para a soja tipo hortaliça que foi de $1,86 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$. Segundo Rao *et al.*, (2002) o teor médio de fitato descrito em algumas variedades de soja tipo hortaliça foi de $1,26 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ em base seca e menor do que na soja madura. De acordo com Liu (1986) o conteúdo de fitato em grãos de uma cultivar de soja aumentou de $0,84 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ para $1,36 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ em base seca durante a maturação do grão.

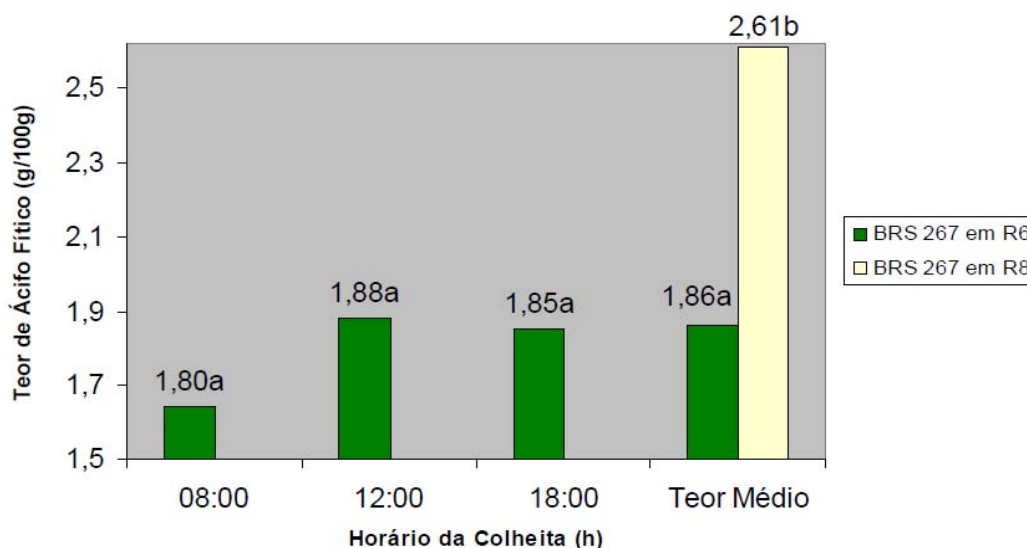


Figura 9 – Teor de ácido fítico em g 100g em base seca da cultivar de soja BRS 267 colhida em diferentes horários no estádio R6 e comparação com o estádio R8.

Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

5.1.7 Atividade de Inibição do Inibidor de Tripsina

A atividade de inibição do inibidor de tripsina (IT) não variou significativamente ($p < 0,05$) com o horário da colheita e, portanto, as respectivas médias foram calculadas (Figura 10). A atividade de inibidor de tripsina da cultivar de

soja BRS 267 in natura colhida em estádio R8 não diferiu da soja em R6. Obatolu e Osho (2006), observaram atividades de inibidor de tripsina de 19,70 e 23,80 mg g⁻¹ em base seca para as variedades de soja tipo hortaliça TGX923-2 e TGX1440-1, respectivamente, cujas atividades foram similares a cultivar BRS 267 no estádio R6 e R8.

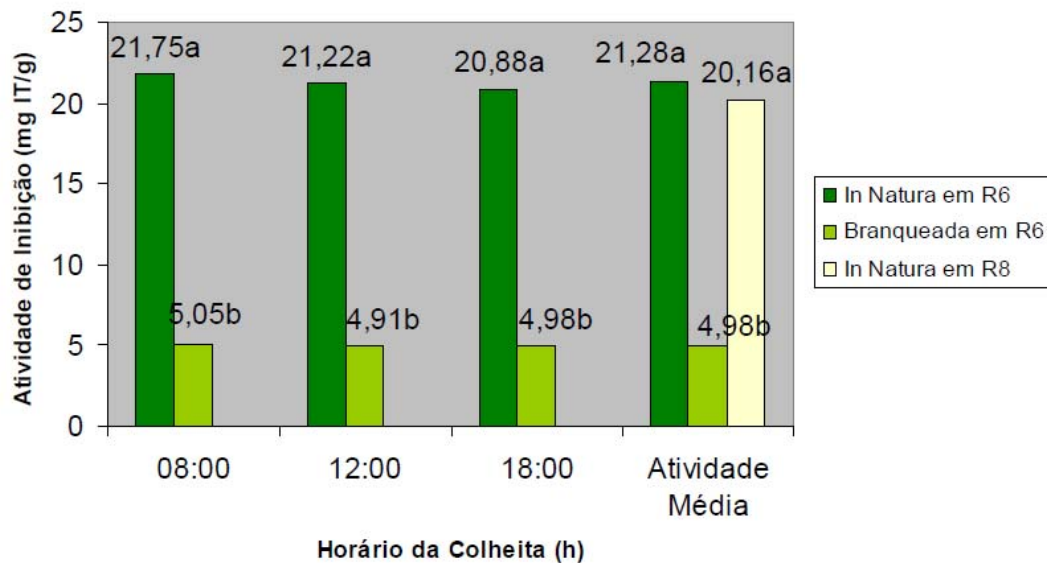


Figura 10 – Atividade de inibição em MG IT g da cultivar de BRS 267 colhida em estádio R6 em diferentes horários e comparação com o estádio R8.

Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si ao nível de 5 % pelo teste de Tukey

O processo de branqueamento das vagens por 3 minutos em água reduziu a atividade do inibidor de tripsina dos grãos de 21,28 para 4,98 mg g⁻¹ (Figura 10), ou seja, uma redução da atividade inicial de 75,6 %. A atividade de inibidor de tripsina de 21,28 mg g⁻¹ na soja tipo hortaliça não deve ser preocupante, uma vez que o consumo envolve tratamento térmico prévio. Além disso, a atividade residual de inibidores de tripsina de 25 % da atividade inicial não afeta o valor nutricional do produto de soja (SNYDER; KWON, 1987).

5.1.8 Cor das Vagens

A cor das vagens da cultivar de soja BRS 267 colhida em estágio R6 definida com base nos parâmetros L^* , a^* e b^* não variou significativamente ($p < 0,05$) com o horário de colheita para nenhum dos parâmetros avaliados e as médias foram calculadas (Tabela 7). Os valores dos parâmetros L^* , a^* e b^* foram de 19,34, -7,51 e 20,17, respectivamente. Como L^* varia de 0 a 100, ou seja, de preto a branco, respectivamente, nota-se que as vagens da cultivar de soja BRS 267 tiveram uma tendência de luminosidade para um tom escuro. Os valores negativos de a^* indicam que as vagens apresentaram coloração esverdeada, uma vez que quanto mais negativo esse valor mais intensa é a coloração verde. Porém, o valor b^* de 20,17, indica uma tendência ao amarelo, que deve-se possivelmente a algumas vagens que antecipam o amadurecimento. O controle da uniformidade da cor das vagens é bastante difícil, uma vez que a colheita não é feita apenas pela avaliação desse fator, mas de outros, como por exemplo, o enchimento completo das vagens e grãos. A cor das vagens é uma das características de qualidade da soja do tipo hortaliça que mais se evidencia (CARRÃO-PANIZZI, 2006). Portanto, o controle no campo e medidas desses parâmetros são de grande importância para a manutenção das características de qualidade da soja do tipo hortaliça.

Tabela 7. Cor das vagens da cultivar de soja BRS 267 colhida no estágio R6 em diferentes horários.

Parâmetros de Cor	Horário da colheita em R6			
	8:00 h	12:00 h	18:00 h	Média
L^*	18,77a	19,97a	19,17a	19,30
a^*	-7,93a	-7,23a	-7,38a	-7,51
b^*	19,90a	20,23a	20,38a	20,17

Médias nas linhas seguidas por letras iguais não diferem entre si ao nível de 5 % de significância pelo teste de Tukey.

Escala do sistema Lab Hunter: $L=0$ preto até $L=100$ branco; $+a$ =vermelho até $-a$ =verde; $+b$ =amarelo até $-b$ =azul

5.2 EFEITOS DO TEMPO E TEMPERATURA DE ARMAZENAMENTO NAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS E FÍSICAS DA SOJA TIPO HORTALIÇA COLHIDA EM R6 E ARMAZENADA NA FORMA DE VAGENS.

5.2.1 Composição Centesimal

O teor de umidade dos grãos da cultivar BRS 267 colhida em R6 (Tabela 8) não variou significativamente ($p < 0,05$) até o 3º dia de armazenamento e foram de 63,32 e 63,33 g 100g⁻¹ para as temperaturas de 30 e 7 °C, respectivamente. No 6º e 9º dia de armazenamento nota-se que a variação do teor de umidade foi significativa ($p < 0,05$) entre às temperaturas. No entanto, no 9º dia a diferença entre o armazenamento a temperatura de 30 e de 7 °C foi maior que no 6º dia e de 10,14 e 2,08 g 100g⁻¹, respectivamente.

Tabela 8. Teor de umidade (g 100g⁻¹) dos grãos de soja da BRS 267 colhida em estádio R6 e armazenada na forma de vagens a 30 e 7 °C por 9 dias.

Tempo de armazenamento (dias)	Temperatura de armazenamento	
	30 °C	7 °C
0	65,05A	65,05A
1	64,11A	64,70A
3	63,32A	63,33A
6	61,23B	63,31A
9	51,99B	62,13A
Regressão Linear (parâmetros)		
b	- 1,319	-0,304
α_b	<0,0001	<0,0001
R ² (%)	84,70	90,78
C.V. (%)	0,96	

Médias seguidas de mesmas letras na linha não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Considerando os parâmetros da regressão linear b e α_b (Tabela 8) observa-se uma variação linear, negativa e significativa ($\alpha_b < 0,05$) entre o teor de umidade e o tempo de armazenamento da soja do tipo hortaliça, com taxas de 1,319

e 0,340 unidades de perda de umidade por dia de armazenamento nas temperaturas de 30 e 7 °C, respectivamente. O coeficiente de determinação (R^2) de 84,70 e 90,78 % indica que a variação no teor de umidade foi ajustada adequadamente ao tempo de armazenamento a 30 e 7 °C, respectivamente. Além disso, o baixo coeficiente de variação (CV=0,96 %) confirma a baixa variação dos dados experimentais obtidos.

O teor de proteína dos grãos da cultivar de soja BRS 267 colhida em R6 e armazenada na forma de vagens a 30 e 7 °C por 9 dias, não variou significativamente ($p < 0,05$) com as temperaturas de armazenamento até o 3º dia (Tabela 9). No entanto, no 6º e 9º dia de armazenamento observa-se que o teor de proteína diferiu significativamente ($p < 0,05$) com relação as temperaturas de armazenamento a 30 e 7 °C, cujo teor foi de 39,24 e 36,99 g 100g⁻¹ no 6º dia e de 39,27 e 36,22 g 100g⁻¹ no 9º dia.

Tabela 9. Teor de proteína (g 100g⁻¹) em base seca dos grãos de soja da BRS 267 colhida em estádio R6 e armazenados na forma de vagens a 30 e 7 °C por 9 dias.

Tempo de armazenamento (dias)	Temperatura de armazenamento	
	30 °C	7 °C
0	38,84A	38,84A
1	38,43A	39,03A
3	38,54A	37,82A
6	39,24A	36,99B
9	39,27A	36,22B
Regressão Linear (parâmetros)		
b	0,082	-0,318
α_b	<0,0648	<0,0001
R^2 (%)	61,68	96,19
C.V. (%)	1,64	

Médias seguidas de mesmas letras na linha não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Com base no parâmetro b (Tabela 9), observa-se que houve uma variação linear positiva entre a temperatura de 30 °C e os períodos de armazenamento, ou seja, houve um acréscimo com taxa de 0,082 unidades no teor proteína para cada dia de armazenamento, contudo, esse acréscimo não foi significativo, pois ab foi de 0,0648. O mesmo não ocorreu com o armazenamento à temperatura de 7 °C, pois houve uma diminuição linear e significativa ($ab < 0,05$), com taxa de diminuição de 0,318 unidades de teor proteína por dia de armazenamento. O R^2 indica que ocorreu apenas 61,68 % de variações no teor de proteína associadas ao tempo de armazenamento na temperatura de 30 °C. Entretanto, para o armazenamento em temperatura de 7 °C o R^2 foi maior e de 96,19 %. O coeficiente de variação para o teor de proteína foi de 1,64 % e indica uma baixa variação dos dados experimentais obtidos.

O teor de lipídios dos grãos de soja da cultivar BRS 267 colhida em R6 e armazenada na forma de vagens não diferiu significativamente ($p < 0,05$) entre as temperaturas de armazenamento de 30 e 7 °C por 9 dias (Tabela 10).

Tabela 10. Teor de lipídios ($\text{g } 100\text{g}^{-1}$) em base seca dos grãos de soja da BRS 267 colhida no estágio R6 e armazenados na forma de vagens a 30 e 7 °C por 9 dias.

Tempo de armazenamento (dias)	Temperatura de armazenamento	
	30 °C	7 °C
0	19,18A	19,18A
1	18,73A	18,79A
3	18,89A	18,07A
6	18,29A	18,17A
9	18,02A	18,21A
<u>Regressão linear (parâmetros)</u>		
b	-0,119	-0,097
α_b	<0,0050	<0,0199
R^2 (%)	88,82	55,24
CV (%)	3,10	

Médias seguidas de mesmas letras na linha não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Os parâmetros da regressão linear (Tabela 10), apresentam uma variação linear, significativa ($\alpha_b < 0,05$) e negativa de 0,119 e 0,097 e indica uma redução do teor de lipídios da soja tipo hortaliça armazenada na forma de vagens a 30 e 7 °C por 9 dias. O coeficiente de determinação (R^2) para o armazenamento a temperatura de 30 °C indica que 88,82 % das variações no teor de lipídios foi atribuída ao tempo de armazenamento. Porém na temperatura de 7 °C apenas 55,24 % das variações no teor de lipídios foram associadas ao tempo de armazenamento. Na figura 10 observa-se que no 3 ° dia de armazenamento a temperatura de 7 °C houve uma redução no teor de lipídios, cujo fato pode ser justificado pelo baixo coeficiente de determinação. O coeficiente de variação foi baixo e de 3,10 % e indicou uma baixa variação dos dados experimentais obtidos.

O teor de cinzas dos grãos de soja da BRS 267 colhida em R6 e armazenadas na forma de vagens não variou significativamente ($p < 0,05$) com as temperaturas de armazenamento até o 6º dia (Tabela 11).

Tabela 11. Teor de cinzas ($\text{g } 100\text{g}^{-1}$) em base seca dos grãos de soja da BRS 267 colhida no estádio R6 e armazenados na forma de vagens a 30 e 7 °C por 9 dias.

Tempo de armazenamento (dias)	Temperatura de armazenamento	
	30 °C	7 °C
0	5,57A	5,57A
1	5,73A	5,70A
3	5,70A	5,58A
6	5,86A	5,72A
9	6,03A	5,31B
Regressão linear (parâmetros)		
b	0,045	-0,025
α_b	<0,0023	<0,0629
R^2 (%)	92,14	34,06
CV (%)	3,50	

Médias seguidas de mesmas letras na linha não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Porém, no 9º dia houve variação significativa ($p < 0,05$) entre as temperaturas de armazenamento a 30 e 7 °C, com teor de 6,03 e 5,31 g 100g⁻¹, respectivamente.

Considerando os parâmetros da regressão linear (Tabela 11) observa-se uma variação significativa ($\alpha < 0,05$) entre o teor de cinzas e o tempo de armazenamento para a temperatura de 30 °C. A variação foi positiva, ou seja, houve aumento no teor de cinzas durante os 9 dias com taxa média de 0,045 unidades por dia de armazenamento. No entanto, para o armazenamento a temperatura de 7 °C o efeito do tempo não foi significativo ($\alpha < 0,05$). Pode ser observado que houve uma diminuição no teor de cinzas com o tempo de armazenamento, porém a variação não seguiu um padrão totalmente linear, conforme confirmado pelo baixo coeficiente de determinação, ou seja, apenas 34,06 % das variação no teor de cinzas foram atribuídas ao tempo de armazenamento em temperatura de 7 °C. No entanto, o elevado coeficiente de determinação ($R^2 = 92,14 \%$) a 30 °C indica que o modelo ajustou-se adequadamente aos dados experimentais.

O teor de carboidratos totais (Tabela 12) dos grãos de soja da cultivar BRS 267 colhida em estádio R6 armazenada na forma de vagens não variou significativamente ($p < 0,05$) até o 1º dia de armazenamento em ambas as temperaturas. Porém, a partir do 3º dia houve diferenças significativas ($p < 0,05$) no teor de carboidratos totais entre as temperaturas de armazenamento.

O parâmetro da regressão linear (Tabela 12) mostra que não houve variação significativa ($\alpha < 0,05$) no teor de carboidratos durante o tempo de armazenamento à 30 °C e o R^2 foi de apenas 3,19 % e indica que este modelo não se ajustou adequadamente aos dados experimentais e possivelmente houve influência de outros fatores além do tempo de armazenamento. Para o armazenamento a temperatura de 7 °C observa-se uma variação significativa ($\alpha < 0,05$) no teor de carboidratos totais e com taxa média de 0,452 unidades de aumento linear e significativo durante os 9 dias de armazenamento. O R^2 de 88,95 % indica que a variação no teor de carboidratos totais foi ajustada ao tempo de armazenamento em temperatura de 7 °C.

Tabela 12. Teor de carboidratos totais ($\text{g } 100\text{g}^{-1}$) em base seca dos grãos de soja da BRS 267 colhida no estágio R6 e armazenados na forma de vagens a 30 e 7 °C por 9 dias.

Tempo de armazenamento (dias)	Temperatura de armazenamento	
	30 °C	7 °C
0	28,39A	28,39A
1	29,16A	28,68A
3	28,84B	30,96A
6	28,77B	30,88A
9	28,57B	32,66A
<u>Regressão linear (parâmetros)</u>		
b	-0,014	0,452
α_b	<0,8332	<0,0001
R^2 (%)	3,19	89,00
CV (%)	3,33	

Médias seguidas de mesmas letras na linha não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

5.2.2 Teor de Amido

O teor de amido dos grãos de soja da cultivar BRS 267 colhida em R6 e armazenada na forma de vagens variou significativamente ($p < 0,05$) a partir do 1º dia entre as temperaturas de armazenamento (Tabela 13). No 1º dia de armazenamento observa-se uma diminuição de 0,52 % no teor de amido a temperatura de 30 °C em comparação a temperatura de 7 °C, no 3º dia a diferença aumenta para 1,71 % e no 9º dia a diferença diminui para 1,29 %.

Os parâmetros da regressão linear b e α_b (Tabela 13) apresentam uma variação linear (R^2), significativa ($\alpha_b < 0,05$) e negativa (b) entre o teor de amido e o tempo de armazenamento para ambas temperaturas. Houve diminuição no teor de amido com taxas de 0,415 e 0,241 unidade para cada dia de armazenamento nas temperaturas de 30 e 7°C, respectivamente. A diminuição no teor amido para o armazenamento a temperatura de 30 ° foi, aproximadamente, duas vezes maior do

que a temperatura de 7 °C. O coeficiente de determinação (R^2) de 94,27 e 79,50 % indica que a variação no teor de amido foi ajustada adequadamente ao tempo de armazenamento a 30 e 7 °C, respectivamente. O coeficiente de variação de 5,34 % foi relativamente baixo e confirma a baixa variabilidade dos dados apresentados.

O amido é um constituinte importante para a doçura da soja tipo hortaliça, pois é transformado em maltose quando aquecido e se mostrou estável por 6 dias quando armazenado em temperatura de 7 C.

Tabela 13. Teor de amido ($\text{g } 100\text{g}^{-1}$) em base seca dos grãos de soja da BRS 267 colhida no estádio R6 e armazenados na forma de vagens a 30 e 7 °C por 9 dias.

Tempo de armazenamento (dias)	Temperatura de armazenamento	
	30 °C	7 °C
0	4,66A	4,66A
1	3,73B	4,25A
3	2,56B	4,27A
6	1,43B	4,00A
9	0,83B	2,12A
Regressão linear (parâmetros)		
b	-0,415	-0,241
α_b	<0,0001	<0,0001
R^2 (%)	94,20	79,52
CV (%)	5,34	

Médias seguidas de mesmas letras na linha não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

5.2.3 Teor de Sacarose

O teor de sacarose variou significativamente ($p < 0,05$) entre temperaturas a partir do 1º dia de armazenamento (Tabela 14).

Tabela 14. Teor de sacarose ($\text{g } 100\text{g}^{-1}$) em base seca dos grãos de soja da BRS 267 colhida no estágio R6 e armazenados na forma de vagens a 30 e 7 °C por 9 dias.

Tempo de armazenamento (dias)	Temperatura de armazenamento	
	30 °C	7 °C
0	4,52A	4,52A
1	3,55B	4,22A
3	3,27B	4,16A
6	3,02B	4,09A
9	3,01B	4,30A
Regressão linear (parâmetros)		
b	-0,136	-0,018
α_b	<0,0001	<0,1265
R^2 (%)	65,00	15,40
CV (%)	4,15	

Médias seguidas de mesmas letras na linha não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Com base nos parâmetros da regressão linear (Tabela 14) para o efeito do tempo sobre o teor de sacarose observa-se uma variação linear significativa ($\alpha_b < 0,05$) e negativa, ou seja, ocorreu diminuição do teor de sacarose com taxa de 0,136 unidades para cada dia de armazenamento em temperatura de 30 °C. O R^2 mostra que 65,00 % das variações no teor de sacarose foram atribuídas ao tempo de armazenamento e indica um ajuste razoável do modelo aos dados obtidos. Porém, as variações no teor de sacarose para o armazenamento em temperatura de 7 °C não foram significativas ($\alpha_b < 0,05$), uma vez que o seu α_b foi de 0,1265. Nesta temperatura o ponto que corresponde ao teor de sacarose no 9º dia possivelmente colaborou com o R^2 de 15,40 %, e indicou que a variação no teor de não se ajustou adequadamente ao tempo de armazenamento a temperatura de 7 °C, embora o coeficiente de variação tenha sido relativamente baixo (4,15 %).

5.2.4 Atividade de Inibidor de Tripsina

A atividade de inibidor de tripsina dos grãos de soja da cultivar BRS 267 colhida em R6 e armazenada na forma de vagem variou significativamente ($p < 0,05$) entre as temperaturas de armazenamento apenas no 9º dia de armazenamento (Tabela 15). No 1º, 3º e 6º dia a atividade de inibidor de tripsina foi similar em ambas as temperaturas.

Tabela 15. Atividade de inibição (mg IT g^{-1}) em base seca dos grãos de soja da BRS 267 colhida no estágio R6 e armazenados na forma de vagens a 30 e 7 °C por nove dias.

Tempo de armazenamento (dias)	Temperatura de armazenamento	
	30 °C	7 °C
0	21,65A	21,65A
1	21,54A	21,81A
3	20,24A	21,18A
6	19,85A	20,36A
9	20,43A	17,77B
Regressão linear (parâmetros)		
b	-0,178	-0,407
α_b	<0,0006	<0,0001
R^2 (%)	58,80	88,01
CV (%)	3,22	

Médias seguidas de mesmas letras na linha não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Considerando os parâmetros da regressão, nota-se que para ambas as temperaturas houve correlação linear e significativa com o tempo de armazenamento. O parâmetro b indica que a atividade de inibidor de tripsina diminui com o tempo de armazenamento para ambas as temperaturas com taxa média de 0,176 e 0,407 unidades para cada dia de armazenamento nas temperaturas de 30 e 7 °C, respectivamente. O coeficiente de determinação (R^2) de 87,96 % indica que a

variação na atividade de inibidor de tripsina foi ajustada adequadamente ao tempo de armazenamento para a temperatura de 7 °C. Já para o armazenamento a temperatura de 30 °C o R^2 de 54,46 %, ou seja, apenas metade das variações na atividade de inibidor de tripsina foi explicada pelo tempo de armazenamento nesta temperatura.

5.2.5 Cor das Vagens

O parâmetro L^* de cor das vagens *in natura* da BRS 267 colhida em R6 variou significativamente ($p < 0,05$) entre as temperaturas de armazenamento a partir do 3º dia, onde o valor de L^* foi de 26,5 e 21,9 para as temperaturas de 30 e 7 °C, respectivamente (Tabela 16).

Tabela 16. Determinação do parâmetro L^* de cor das vagens *in natura* da cultivar de soja BRS 267 colhida no estádio R6 e armazenadas em temperatura de a 30 e 7 °C por nove dias.

Tempo de armazenamento (dias)	Temperatura de armazenamento	
	30 °C	7 °C
0	19,7A	19,7A
1	19,5A	19,6A
3	26,5A	21,9B
6	31,3A	22,9B
9	35,9A	23,8B
Regressão linear (parâmetros)		
b	1,902	0,491
α_b	<0,0001	<0,0001
R^2 (%)	97,30	91,86
CV (%)	3,54	

Médias seguidas de mesmas letras na linha não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

No 6º dia de armazenamento a diferença se torna ainda maior com valores de 31,3 e 22,9 e no 9º dia os valores foram de 35,9 e 23,8 para as temperaturas de 30 e 7 °C, respectivamente. Ocorreu maior clareamento das vagens a 30 °C, ou seja, o parâmetro L* teve maior valor para as vagens armazenadas na temperatura de 30 °C.

O parâmetro α_b da regressão linear (Tabela 16) mostra que o efeito do tempo foi significativo para ambas as temperaturas. A 30 °C houve aumento em L* há uma taxa de 1,902 unidades para cada dia de armazenamento, ou seja, as vagens tenderam a um clareamento ao passar dos dias. Essa variação foi atribuída ao tempo de armazenamento conforme mostrado pelo parâmetro R^2 em 97,30 % das vezes. Para o armazenamento a temperatura de 7 °C o aumento no parâmetro L* também foi linear, ou seja, houve um clareamento nas vagens armazenadas nessa temperatura, porém com taxa de 0,491 unidades de L* por dia de armazenamento.

O parâmetro a^* de cor para as vagens da BRS 267 colhida em R6 variou significativamente ($p < 0,05$) a partir do 1º dia de armazenamento entre as duas temperaturas (Tabela 17).

Tabela 17. Determinação do parâmetro a^* de cor das vagens *in natura* da cultivar de soja BRS 267 colhida no estádio R6 e armazenadas em temperatura de 30 e 7 °C por nove dias.

Tempo de armazenamento (dias)	Temperatura de armazenamento	
	30 °C	7 °C
0	- 7,9A	- 7,9A
1	- 4,5B	- 7,5A
3	- 4,2B	- 5,4A
6	- 1,4B	- 4,9A
9	- 1,0B	- 4,9A
Regressão linear (parâmetros)		
b	0,688	0,348
α_b	<0,0001	<0,0001
R^2 (%)	83,50	77,53
CV (%)	3,26	

Médias seguidas de mesmas letras na linha não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

A variação foi maior para as vagens armazenadas a temperatura de 30 °C. No primeiro dia de armazenamento já pode ser observado uma diferença significativa ($p < 0,05$) no parâmetro a^* com valores de -4,5 e -7,5 para temperaturas de 30 e 7°C, respectivamente e essa diferença permanece até o 9º dia com valores de a^* de -1,0 e -4,9. A análise de regressão linear confirma que as variações nos valores de a^* em relação ao tempo de armazenamento foram significativos ($ab < 0,05$) e que 83,50 e 77,53 % das variações em a^* foi atribuída ao tempo de armazenamento, para as temperaturas de 30 e 7 °C, respectivamente. Assim, foi observado que as vagens armazenadas em ambas as temperaturas tiveram uma diminuição da coloração verde. No entanto, para o armazenamento a temperatura de 30 °C a perda de coloração verde foi maior durante os 9 dias.

Tabela 18. Determinação do parâmetro b^* de cor das vagens *in natura* da cultivar de soja BRS 267 colhida no estádio R6 e armazenadas em temperatura de 30 e 7 °C por 9 dias.

Tempo de armazenamento (dias)	Temperatura de armazenamento	
	30 °C	7 °C
0	20,2A	20,2A
1	19,8A	20,3A
3	22,3A	19,1B
6	27,3A	20,7B
9	30,8A	24,7B
Regressão linear (parâmetros)		
b	1,280	0,457
α_b	<0,0001	<0,0001
R^2 (%)	97,64	61,00
CV (%)	2,43	

Médias seguidas de mesmas letras na linha não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

O parâmetro b^* de cor (Tabela 18) das vagens *in natura* da BRS 267 colhida em R6 variou significativamente ($p < 0,05$) entre as temperaturas de armazenamento a partir do 3º dia de armazenamento com valores de 22,3 e 19,1 para as temperaturas de 30 e 7 °, respectivamente, essa variação permanece até o 9º dia, onde os valores de b^* foram de 30,8 e 24,7 a 30 e 7 °C, respectivamente.

Considerando os parâmetros a^* e b^* (Tabela 18) observa-se uma regressão linear significativa ($p < 0,05$) e positiva, ou seja, houve aumento significativo do parâmetro b^* de cor em relação aos tempos de armazenamento em ambas as temperaturas e com taxas de 1,280 e 0,457 unidade de b^* para cada dia de armazenamento a temperatura de 30 e 7 °C, respectivamente. O R^2 de 97,64 indicou que a variação nos valores de b^* foi mais adequada ao tempo de armazenamentos em temperatura de 30 °C do que a 7 °C, onde o R^2 foi de 61,00%.

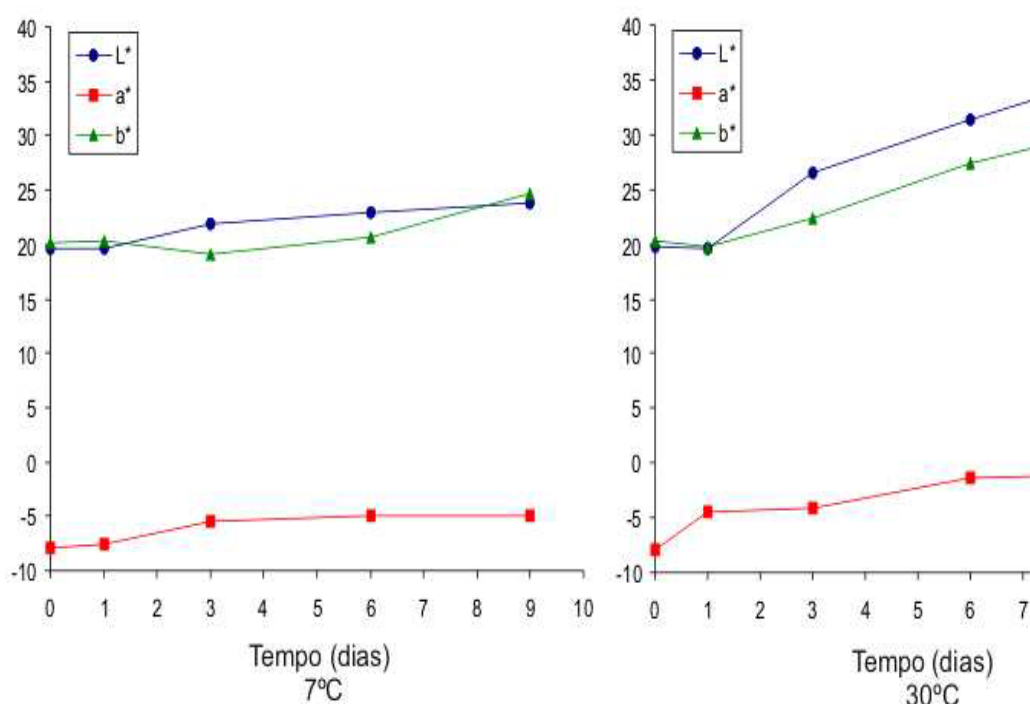


Figura 11 – Efeito do tempo e temperatura de armazenamento sobre os parâmetros de cor* das vagens da cultivar de soja BRS 267 colhida em estádio R6.

Escala do sistema CIE: L=0 preto até L=100 branco; +a=vermelho até -a=verde; +b=amarelo até -b=azul e $X=L \cdot (b^/|a^*|)$

Com base no parâmetro X observa-se que o armazenamento a temperatura de 7 °C foi mais eficaz para a preservação da coloração inicial do que o armazenamento a temperatura de 30 °C (Figura 12). A cor ideal das vagens de soja para serem usadas como tipo hortaliça deve possuir coloração verde escura segundo Masuda, (1991) & Tsou, (1990) e a degradação da mesma reflete diminuição no frescor e no teor de ácido ascórbico. Na figura 13 é mostrado a

deterioração das vagens de soja tipo hortaliça até 9 dias de armazenamento nas temperaturas de 30 e 7 °C e fica claro que na refrigeração (7 °C) houve maior conservação das vagens, ou seja, preservação da cor. Essa conservação também fica clara em relação ao teor de umidade, lipídios, cinzas, amido e sacarose que tiveram seu teor constante, ou variação não significativa no armazenamento a 7 °C, além de se ter obtido maior redução da atividade de inibidor de tripsina.

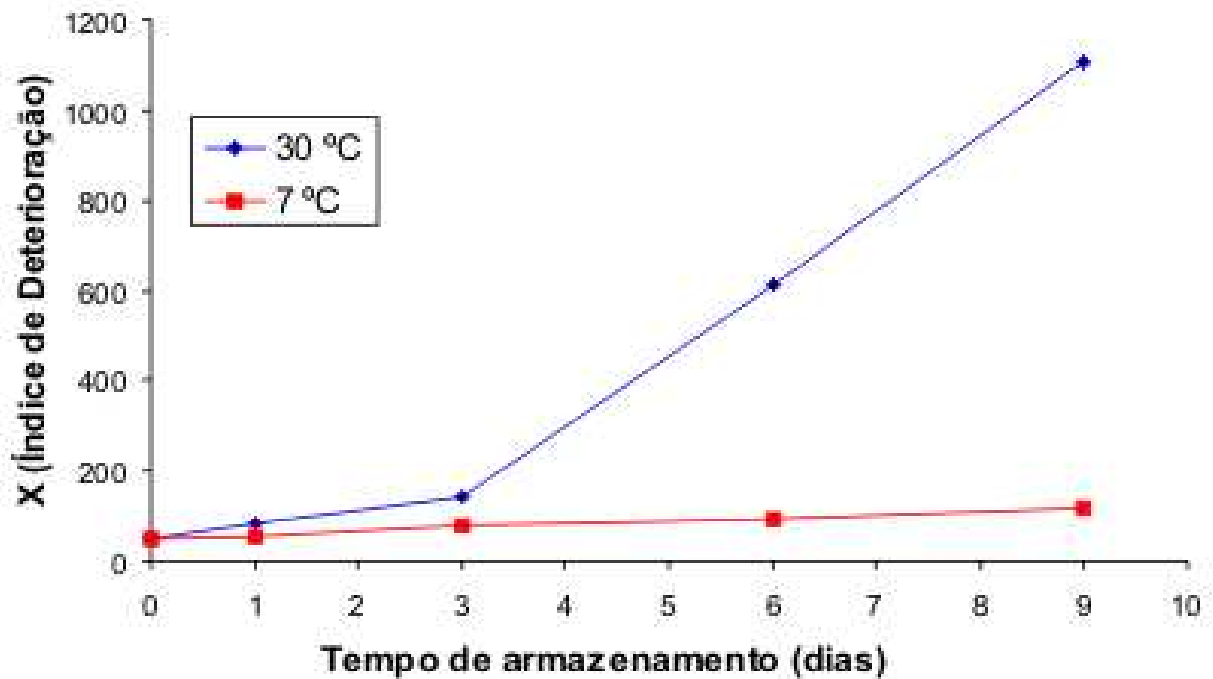


Figura 12 – Deterioração das vagens* da cultivar de soja BRS 267 colhida em estádio R6 e armazenadas a temperatura de 30 e 7 °C por nove dias.

* $X = L \cdot (b^t / a^t)$ -Aumento no valor de X significa deterioração da vagem.



Figura 13 – Vagens da cultivar de soja BRS 267 colhida em estágio R6 no 9º dia de armazenamento a temperatura de 30 °C e 7 °C, respectivamente .

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A colheita nos horários de 8:00, 12:00 e 18:00 h da cultivar de soja BRS 267 no estádio R6 ou do tipo hortaliça não influenciaram na composição centesimal, no teor de amido e açúcares solúveis, ácidos graxos, minerais, isoflavonas, ácido fítico e atividade dos inibidores de tripsina, bem como os parâmetros de cor L^* , a^* e b^* das vagens, mesmo com variação significativa ($p < 0,05$) da temperatura e umidade relativa do ambiente.

A cultivar de soja BRS 267 colhida no estádio R6 em comparação ao estádio R8, apresentou maior teor de carboidratos totais, amido, ácido araquídico, cálcio e enxofre; e similar teor para açúcares solúveis totais, ácido palmítico, esteárico, oleico e linoleico e atividade de inibidor de tripsina; e menor teor de proteínas, lipídios, cinzas, ácidos graxos, ferro, isoflavonas e ácido fítico.

O teor de umidade não diferiu significativamente ($p < 0,05$) quando as vagens de soja da BRS 267 colhida no estádio R6 foram armazenadas até 3 dias à 30 e 7 °C, porém no 6º e 9º dias ambas temperaturas influenciaram significativamente ($p < 0,05$). O tempo de armazenamento apresentou efeito significativo ($p < 0,05$) à 30°C e 7°C, com taxas de diminuição linear de 1,319 e 0,304 unidades de umidade por dia, respectivamente.

O teor de proteína da cultivar de soja BRS 267 colhida no estádio R6 e armazenadas a 30 e 7 °C não variou significativamente ($p < 0,05$) até o 3º dia, porém no 6º e 9º dias ocorreram diferenças significativas ($p < 0,05$). O tempo de armazenamento apresentou efeito significativo ($p < 0,05$) a 7 °C, com taxas de diminuição linear de 0,318 unidades de proteínas por dia.

O teor de lipídios não diferiu significativamente ($p < 0,05$) quando as vagens de soja BRS 267 colhida no estádio R6 do tipo hortaliça foram armazenadas até 9 dias à 30°C e 7°C. A taxa de diminuição linear de 0,119 e 0,097 unidades de lipídios por dia de armazenamento foi significativa ($p < 0,05$) nas duas temperaturas.

O teor de cinzas não diferiu significativamente ($p < 0,05$) quando as vagens de soja BRS 267 colhida no estádio R6 do tipo hortaliça foram armazenadas até 6 dias a 30°C e 7°C. A taxa de aumento linear de 0,045 unidades de cinzas por dia de armazenamento somente foi significativa ($p < 0,05$) em temperatura de 30°C.

O teor de carboidratos diferiu significativamente ($p < 0,05$) a partir do

3º dia de armazenamento em temperatura de 30 e 7 °C. O tempo de armazenamento apresentou efeito significativo e linear somente a 7°C, com taxa de aumento de 0,452 unidades de carboidrato pro dia.

A atividade de inibidor de tripsina não diferiu significativamente ($p < 0,05$) quando as vagens de soja BRS 267 colhida no estádio R6 do tipo hortaliça foram armazenadas até 6 dias à 30°C e 7°C. Com relação ao efeito do tempo de armazenamento houve diminuição linear de 0,407 unidades de atividade de inibidor de tripsina por dia de armazenamento em temperatura de 7°C e de 0,178 para a temperatura de 30 C. Essa diminuição foi significativa para ambas as temperaturas de armazenamento.

O teor de amido diferiu significativamente ($p < 0,05$) a partir do 1 dia de armazenamento a 30 e 7°C. O efeito do tempo de armazenamento foi linear e significativo ($p < 0,05$) com uma taxa de diminuição de 0,415 e 0,241 unidades de amido por dia nas temperaturas de 30°C e 7°C, respectivamente.

O teor de sacarose diferiu significativamente ($p < 0,05$) a partir do 1 dia de armazenamento à 30°C e 7°C. O efeito do tempo de armazenamento foi linear e significativo ($p < 0,05$) com uma taxa de diminuição de 0,136 unidades de sacarose por dia na temperatura de 30°C.

O parâmetro de cor L^* não diferiu significativamente ($p < 0,05$) quando as vagens de soja BRS 267 colhida no estádio R6 do tipo hortaliça foram armazenadas até 1 dia à 30°C e 7°C, porém diferiu a partir do 3º até 9º dia de armazenamento. Com relação ao efeito do tempo de armazenamento ocorreu um aumento linear e significativo ($p < 0,05$) com taxa de 1,902 e 0,491 unidades de cor L^* por dia nas temperaturas de 30°C e 7°C, respectivamente.

O parâmetro de cor a^* diferiu significativamente ($p < 0,05$) quando as vagens de soja BRS 267 colhida no estádio R6 do tipo hortaliça foram armazenadas até 9 dias, porém diferiu a partir do 3º até 9º dia de armazenamento à 30°C e 7°C. O tempo de armazenamento influenciou o parâmetro a^* de forma linear e significativa ($p < 0,05$) com taxas de aumento de 1,280 e 0,457 unidades de cor a^* por dia nas temperaturas de 30°C e 7°C, respectivamente.

O parâmetro de cor b^* não diferiu significativamente ($p < 0,05$) quando as vagens de soja BRS 267 colhida no estádio R6 foram armazenadas até 1 dia à 30°C e 7°C. O tempo de armazenamento influenciou o parâmetro b^* de forma linear e significativa ($p < 0,05$) com taxas de aumento linear de 0,688 e 0,348

unidades de cor b^* por dia nas temperaturas de 30°C e 7°C, respectivamente.

Conforme medida de deterioração das vagens *in natura* de soja BRS 267 colhida no estádio R6 do tipo hortaliça, o armazenamento foi mais eficaz quando armazenadas até 6 dias e em temperatura de 7°C.

CONCLUSÕES

Os diferentes horários de colheita não influenciaram os constituintes químicos e físicos da soja tipo hortaliça da cultivar BRS 267 nas condições locais de plantio e colheita.

A soja tipo hortaliça BRS 267 colhida no estágio R6 em comparação ao estágio R8 apresentou menor teor de proteína, cinzas, sacarose, rafinose, ácido esteárico, oleico, linolênico, isoflavonas, ferro, manganês, cobre e ácido fítico, no entanto, o teor de ácido palmítico, linoleico, potássio, fósforo, magnésio, zinco e atividade de inibidor de tripsina foi similar. O teor de carboidratos totais, amido, glicose, frutose, estaquiose, ácido araquídico, cálcio e enxofre foi maior no estágio R6.

O armazenamento a 7 °C durante 6 dias foi o mais eficiente na conservação da soja tipo hortaliça da cultivar BRS 267, principalmente pela manutenção do teor de amido e da cor das vagens que com 9 dias de armazenamento diminuiu.

REFERÊNCIAS

ABIDI, S. L.; LIST, G. R.; RENNICK, K. A. Effect of genetic modification on the distribution of minor constituents in canola oil. **Journal of American Oil Chemistry Society**, v. 76, n. 4, p. 463 – 467, 1999.

BANNON, C. D.; BREEN, G. J.; CRASKE, J. D.; HAI, N. T.; HARPER, N. L.; CZONYIC, C. **Journal of Chromatography**, v. 247, p. 71, 1982.

BERHOW, M. A.; CANTRELL, C. L.; DUVAL, S. M.; DOBBINS, T. A.; MAYNES, J.; VAUGHN, S. F. Analysis and quantitative determination of group B Saponinas in processed soybean products. **Phytochemical Analysis**, v. 13, p. 343-348, 2002.

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.

BERNARD, L. R., Breeding vegetable soybean in the midwest. In: SECOND INTERNATIONAL VEGETABLE SOYBEAN CONFERENCE, 2001, Tacoma. **Proceedings...** Pullman: Washington State University, 2001, p. 21.

BURBANO, C.; MUZQUIZ, M.; OSAGIE, A.; AYET, G.; CUADRADO, C. Determination of phytate and lowerinositol phosphates in spanish legumes by HPLC methodology. **Food Chemistry**, Barking, v. 52, n. 3, p. 321-325, 1995.

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

_____. Melhoramento genético da soja para a obtenção de cultivares mais adequadas ao consume humano. **Revista Brasileira de Nutrição Clínica**, v. 15, n. 2, p. 330-340, 2000.

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

CANNIATTI-BRAZACA, S. G. Valor Nutricional de Produtos de Ervilha em Comparação com a Ervilha Fresca. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 4, p. 766-771, 2006.

CHIBA, Y. Postharvest processing, marketing and quality degradation of vegetable soybean in Japan. In: WORKSHOP (ON) VEGETABLE SOYBEAN. 1991, Kenting. **Research needs for production and quality improvement: Proceedings...** Taiwan: Asian Vegetable Research and Development Center, 1991. p. 108-112. (Publication n. 91-346).

CHOTIYARNWONG, P.; CHOTIYARNWONG, A., Postharvest Management of Vegetable Soybean. In: VEGETABLE SOYBEAN PRODUCTION. 1991, Chiang Mai, Thailand. **Proceedings of a Training Course.** Taipei: Asian Vegetable Research and Development Center, 1992. p. 24-26. (Publication n° 92-369).

CHRISTIE, W. W. **Gas chromatography and lipids: a practical guide.**, Ayr, Scotland: **The Oil Press, 1989.**

ELLIS, R.; MORRIS, R. Appropriate resin selection for rapid phytate analysis by ion-exchange chromatography. **Cereal Chemistry.** v. 63, p. 58-59, 1986.

EMPSON, K. L.; LABUZA, T. P.; GRAF, E. Phytic acid as a food antioxidant. **Journal of Food Science,** Chicago, v. 56, n. 2, p. 560-563, 1991.

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

FIGARELLA, C.; NEGRI, G. A.; GUY, O. The two human trypsinogens. Inhibition spectra of the two human trypsin derived from their purified zymogens. **Europe Journal Biochemistry,** v. 53, p. 63-457, 1975.

GOLBITZ, P.; JORDAN, J. Soyfoods: Market and Products. In: RIAZ, M. N. (Ed.). **Soy applications in food.** Boca Raton: CRC Press, 2006. p. 10-11.

GRAF, E. Applications of phitic acid. **Journal American Oil Chemistry Society.**, Champaign, v. 60, n. 11, p. 1861-1867, 1983.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos.** 4. ed. Brasília: Ed. MS, 2005.

JOHNSON, D.; WANG, S.; SUZUKI, A. Edamame: a vegetable soybean for colorado. In: JANICK, J. (Ed.). **Perspectives on new crops and new uses.** Alexandria, VA: ASHS Press, 1999. p.385-387.

KAKADE, M.; RACKIS, J. J.; McGHEE, J. E.; PUSKI, G. Determination of Trypsin inhibitor activity of soy products: a collaborative analysis of an improved procedure. **Cereal Chemistry**, v. 51, p. 376-383, May/June 1974.

KENNEDY, A. R. Chemopreventive agents: protease inhibitors. **Pharmacology and Therapeutics**, v. 78, p. 167-209, 1998.

KITAMURA, K. Recent edamame production information and research advances in Japan. In: SECOND INTERNATIONAL VEGETABLE SOYBEAN CONFERENCE, 2001, Tacoma. **Proceedings...** Pullman: Washington State University, 2001. CD-ROM.

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

KUMAR, V.; RANI, A.; CHAURAN, G. S. A Comparative study of Oligosaccharides in Immature and Mature Seeds of Soybean Genotypes. **Journal Food Science and Technology**, v. 44, n. 1, p. 49-51, 2007.

LATTA, M.; ESKIN, M. A simple and rapid method for phytate determination. **Journal Agriculture Food Chemistry**, v. 28, p. 313-315, 1980.

LIERNER, I. E. Factors affecting the nutritional quality of soya products. **Journal American Oil Chemistry Society**, Champaign, v. 58, n. 3, p. 406-415, 1981.

_____. Symposium on anti-nutritional factors. The nutritional significance of plant proteases inhibitors. **Proceedings Nutritional Society**, v. 38, p. 13-109, 1979.

LIN, C. C. Frozen edamame: global market conditions. In: SECOND INTERNATIONAL VEGETABLE SOYBEAN CONFERENCE, 2001, Tacoma, Washington. **Proceedings...** Pullman: Washington State University, 2001. p. 93-96.

LIU, K. **Effects of processing and maturity on certain antinutritional factors in Soybeans**. 1986. M.S. Thesis – Michigan State University, East Lansing, Michigan.

_____. Soybeans as functional foods and ingredients. In: **Vegetable soybean as a functional food**. Champaign, Illinois: AOCS Press, 2004. p.209-236

LIU, K.; MARKAKIS, P. Effect of maturity and processing on the trypsin inhibitor and oligosaccharides of Soybeans. **Journal Food Science**, v. 52, n. 1, p. 222-225, 1987.

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 Technology, 2000. p. 77-78.

MANDARINO J. M. G.; CARRÃO-PANIZZI, M. C.; CRANCIANINOV, W. S. Teor de isoflavonas em cultivares de soja da Embrapa Soja. **Documento**, n. 31, p. 294-296, 1999.

MASUDA, R. Quality requeriment and improvement of vegetable soybean. In: In: **WORKSHOP (ON) VEGETABLE SOYBEAN**. 1991, Kenting. **Research needs for production and quality improvement: Proceedings...** Taiwan: Asian Vegetable Research and Development Center, 1991. p. 92-102. (Publication n. 91-346).

_____. The strategy for sweetness increase of vegetable soybean: maltose, another sugar in boiled seeds. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 7.; INTERNATIONAL SOYBEAN PROCESSING AND UTILIZATION CONFERENCE, 4.; BRAZILIAN CONGRESS, 3., 2004, Foz do Iguaçu. **Proceedings...** Londrina: Embrapa Soja, 2004. p. 839-844. (Documentos, 228)

MBUVI, S. W.; LITCHFIELD, J. B. Green soybeans as vegetable: comparing green soybeans with green peas and lima beans, and maximized harvest time determinations using mathematical modeling. **Journal of Vegetable Crop Production**, v.1, p. 1-99, 1995.

MENDONÇA, J. L.; CARRÃO-PANIZZI, M. C. **Soja verde**: uma nova opção de consumo. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2003. p. 8. (Comunicado Técnico, 20).

MENTREDDY, S. R.; MOHAMED, A. I.; JOSHEE, N.; YADAV, A. K. Edamame: A nutritious vegetable crop. In: JANICK, J.; WHIPKEY, A. (Ed.). **Trends in new crops and new uses**. Alexandria: ASHS Press, 002. p. 432-438.

MESSINA, M. Phytate's potencial role in reducing colon-cancer risk. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 54, n. 3/4, p. 762, 1991.

MESSINA, M.; MESSINA, V.; SETCHELL, K. **The simple soybean and your health.** New York: Avery, 1994. p. 260.

MIYAZAWA, M.; PAVAN, M. A.; BLOCH, M.; F.; M. **Análise química de tecido vegetal.** Londrina: IAPAR, nov. 1992. (Circular, 74).

MUNOZ, A. E.; HOLT, E. C.; WEAVER, R. W. Yield and quality of soybean hay as influenced by stage of growth and plant density. **Agronomy Journal**, Madison, v. 75, n. 1, p. 147-149, 1983.

NAKANO, H. Vegetable soybean area, production, demand, supply, domestic and foreign trade in Japan. In: WORKSHOP (ON) VEGETABLE SOYBEAN. 1991, Kenting. **Research needs for production and quality improvement: Proceedings...** Taiwan: Asian Vegetable Research and Development Center, 1991. p. 8-16. (Publication n. 91-346).

NAKAYAMA, M. **Technical report of new sweetener.** Daiichi International Co., 1987. p. 151-166.

NELSON, N. A. Photometric adaptation of the Somogy method for the determination of glucose. **The Journal of Biological Chemistr**, n. 156, p. 375-380, 1944.

OBATOLU, V.; OSHO, S. M. Chemical and physical characteristics of five Nigerian varieties of fresh green immature soybean (*Glicine max* (L) *Merril*). **British Food Journal**, v. 108, n. 6, p. 440-450, 2006.

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

RAYFORD, W. E.; THOMAS, D. I.; ELAM, L. M.; WALKER, S. M. Analytical Chemical Support Soybean Uniform Test Analysis, USDA, **Agriculture Research Service**, Midwest Area, NCAUR, Peoria, p. 17-26, 1994.

RICKARD, J. E., BEHN, K. R. Evaluation of acid and enzyme hydrolytic methods for determination of cassava starch. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 41, p. 373 -379, 1987.

RUBEL, A.; RINNE, R. W.; CANVIN, D. T. Protein, oil and fatty acids in developing soybeans seeds, **Crop Science**, v. 12: p. 739-741, 1972.

SANDBERG, A. S.; CARLSSON, N. G.; SVANBERG, U. Effects of inositol tri-, tetra-, penta-, and hexaphosphates on in vitro estimation of iron availability. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 54, n. 1, p. 159-161, 186, 1989.

SHANMUNGASUNDARAM, S., Global extension and diversification of fresh and frozen vegetable soybean. In: SECOND INTERNATIONAL VEGETABLE SOYBEAN CONFERENCE 2001, Tacoma. **Proceedings...** Pullman: Washington State University, WA, 2001. p. 161-165.

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

SHURTLEFF, W.; LUMPKIN, T. A. Chronology of green vegetable soybeans and vegetable-type soybeans. In: SECOND INTERNATIONAL VEGETABLE SOYBEAN CONFERENCE, 2001, Tacoma. **Proceedings...** Pullman: Washington State University, 2001. p. 97-103.

SNYDER, H. E.; KWON, T. W. **Soybean utilization**. New York: AVI BOOK, 1987.

SOMOGY, M. Determination of blood sugar. **The Journal Biological Chemistry**. n. 160, p. 69-73, 1945.

SONG, Y. S.; NA, G.H.; KIM, C. J. Color, texture, nutrient, and sensory values of vegetable soybeans [*Glycine Max* (L.) Merril] as affected by Blanching. **Food Chemistry**, v. 83: p. 69-74, 2003.

SOUZA, C. M. M. C. A. **Mecanismos fisiológicos e bioquímicos de regulação da biossíntese de ácido fítico em grão de dois genótipos de feijoeiro (*Phaseolus Vulgaris* L.)**. 2003. Tese (Doutorado) – Universidade São Paulo, Piracicaba.

TANTEERATARM, K.; WEI, L. S.; STEINBERG, M. P. Effects of soybean maturity on storage stability and processing quality. **Journal of Food Science**, v. 54, n. 3, p. 593597, 1989.

TSAY, J. S.; LAI, S. H.; TSAI, C. L. Present and potencial cropping systems for vegetable soybean in Taiwan. In: WORKSHOP (ON) VEGETABLE SOYBEAN. 1991, Kenting. **Research needs for production and quality improvement: Proceedings...** Taiwan: Asian Vegetable Research and Development Center, 1991. p. 65-72. (Publication n. 91-346).

TSAY, L. SHEU, S. Studies on effects of cold storage and precooling on the quality of vegetable soybean. In: WORKSHOP (ON) VEGETABLE SOYBEAN. 1991, Kenting. **Research needs for production and quality improvement: Proceedings...** Taiwan: Asian Vegetable Research and Development Center, 1991. p. 113-119. (Publication n. 91-346).

TSOU, S. C. S.; HONG, T. L., Application of NTRS for quality evaluation of soybean and vegetable soybean. In: SYMPOSIUM ON IMPROVING NUTRITION THROUGH SOYBEAN, 1990, Jiin, China. **Proceedings...** Jiin, 1990.

TSOU, S.; HONG, T.; SHANMUNGASUNDARAM, S. Research on vegetable soybean quality in Taiwan. In: WORKSHOP (ON) VEGETABLE SOYBEAN. 1991, Kenting. **Research needs for production and quality improvement: Proceedings...** Taiwan: Asian Vegetable Research and Development Center, 1991. p. 103-107. (Publication n. 91-346).

USDA (Department of agriculture of the United States). **National Nutrient Database for Standard Reference Release 21, 2008.** Disponível em: <<http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/search/>> Acesso em: 15 abr. 2009.

ZHOU, J. R., ERDMAN, J. W. Phytic acid in health and disease. **CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v. 35, n. 6, p. 495-508, 1995.

WARE, J. H.; WAN, X. S.; NEWBERN, P.; KENNEDY, A. R. Bowman-Birk inhibitor concentrate reduces colon inflammation in mice whit dextran sulfate sodium-induced ulcerative colitis. **Digestive Diseases and Sciences**, v. 44, p. 986-990, 1999.

WIEBOLD, B. Soybean plants killed before maturity possess grain that remains green. Disponível em: <<http://www.psu.missouri.edu/soyx/green.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2009.

YAO, J. J.; WEI, L. S.; STEINBERG M. P. Effect of Maturity on Chemical Composition and Storage Stability of Soybeans. **Journal Oil Chemist Society**. v. 60, n. 7, p. 1245-1249, 1983.

YAZDI, B.; RINNE, R. W.; STEIF, R. D. Components of developing soybean seeds: oil, proteína, sugars, starch, organic acids and amino acids. **Agronomy Journal**, v. 69, p. 481-486, 1977.

YEH, C. C.; HARTMAN, G. L.; TALEKAR, N. S. Plant protection technology for vegetable soybean. In: In: WORKSHOP (ON) VEGETABLE SOYBEAN. 1991, Kenting. **Research needs for production and quality improvement: roceedings...** Taiwan: Asian Vegetable Research and Development Center, 1991. p. 85-91. (Publication n. 91-346).