

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS - UNICAMP
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS - FEA
DEPARTAMENTO DE PLANEJAMENTO ALIMENTAR E NUTRIÇÃO - DEPAN

**ENSAIO TECNOLÓGICO, BIOQUÍMICO E SENSORIAL DE SOJA E
GUANDU ENLATADOS NO ESTÁDIO VERDE E MATURAÇÃO DE
COLHEITA**

Profa. Maria de Fátima Piccolo Barcelos
Candidata

Profa. Dra. Débora de Queiroz Tavares
Orientadora

Profa. Dra. Maria Aparecida Azevedo Pereira da Silva
Coorientadora

PARECER

Este exemplar corresponde à redação final da tese defendida por MARIA DE FÁTIMA PICCOLO BARCELOS aprovada pela Comissão Julgadora em 04 de março de 1998.

Campinas, 04 de março de 1998.


Profa. Dra. DEBORA Q. TAVARES
Presidente da Banca

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas, Departamento de Planejamento Alimentar e Nutrição para a obtenção do Título de Doutor em Ciência da Nutrição

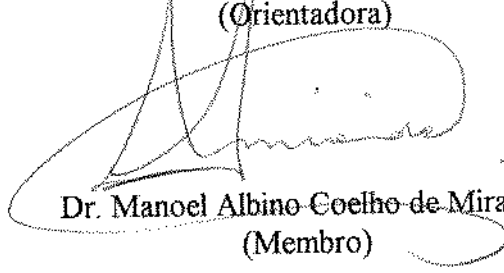
Campinas - SP

1998

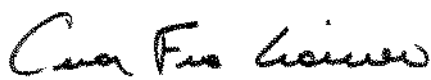
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dra. Débora de Queiroz Tavares
(Orientadora)



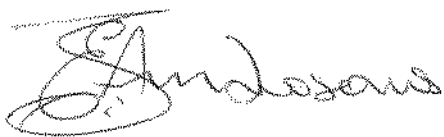
Dr. Manoel Albino Coelho de Miranda
(Membro)



Prof. Dr. César Francisco Ciacco
(Membro)



Prof. Dr. Evódio Ribeiro Vilela
(Membro)



Dr. Edmilson José Ambrosano
(Membro)

Prof. Dra. Semíramis Martins Álvares Domene
(Membro)

Prof. Dra. Célia Maria Landi Franco
(Membro)

Campinas, 04 de março de 1998.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela presença constante em minha vida.

Ao Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras, DCA-UFLA, pela aprovação da minha liberação, bem como ao Departamento de Planejamento Alimentar e Nutrição da Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas, DEPAN-FEA-UNICAMP, pela oportunidade concedida para a realização deste curso.

À Coordenação do Programa Institucional de Capacitação de Docentes, PICD da Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior, CAPES pela concessão dos três anos de bolsa de estudo.

À Profa. Dra. Débora de Queiroz Tavares, pela dedicada orientação deste trabalho, conduzindo de forma dinâmica e objetiva, bem como pelos valiosos ensinamentos.

À Profa. Dra. Maria Aparecida Azevedo Pereira da Silva, pela coorientação e sugestões das análises sensoriais.

Ao Dr. Manoel A. C. Miranda, do Instituto Agrônomo de Campinas, IAC, pela dedicação na condução do plantio e colheita da soja e do guandu, bem como pelas sugestões.

À pesquisadora do FRUTHOTEC do Instituto de Tecnologia de Alimentos, ITAL, Campinas, Sílvia Pimentel Marconi Germer, pelo dedicado trabalho na condução do processo de enlatamento das leguminosas e pelas valiosas sugestões.

Às pesquisadoras do LAFISE, ITAL, Dra. Sônia D. Campos e Dra. Vera P. Ferreira, pela realização de análises físicas e pelas sugestões.

Ao Centro de Química de Proteínas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, USP, na pessoa do Dr. Lewis Joel Greene, pela realização dos aminogramas.

Aos professores do DCA-UFLA Dra. Eliana P. de Carvalho, pelo incentivo à realização do curso e ao Dr. Evódio R. Vilela, pela ajuda técnica e correções deste trabalho.

Às equipes de apoio nas colheitas e no preparo das matérias-primas e às equipes sensoriais, em especial aos técnicos da FEA Yara F. Honório, Francisco Carraro, Eliete C. Leite, Valdeci P. dos Santos; do IAC Ocimara Aparecida Alves; do ITAL Giovane Batista, Adriana A. Mauri, Encarnação B. Juliane, e da UFLA Maria Aparecida Corrêa Lima e Constantina Maria Braga Torres, bem como aos acadêmicos da FEA Gunther Ewald Boss e Letícia Barthmann Moura e à auxiliar de pesquisa do ITAL Mitiê S. Sadahira.

Aos componentes da banca examinadora, pelas sugestões; enfim, agradeço a todos aqueles que direta ou indiretamente auxiliaram neste trabalho.

Aos meus pais Mário e Celeste,

pelo exemplo de vida

Ao meu esposo Adauto,

pelo constante estímulo,

ajudando-me a enfrentar principalmente as horas difíceis

e valioso auxílio técnico

Aos meus filhos, Vladimir e Valéria

por terem entendido e superado tanta ausência,

dedico

SUMÁRIO

RESUMO GERAL	<i>i</i>
GENERAL SUMMARY	<i>ii</i>
INTRODUÇÃO GERAL	1
CAPÍTULO 1	4
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
1.1 O melhoramento genético de soja e guandu no Instituto Agronômico de Campinas, IAC	5
1.2 Abordagens sobre o uso da soja e do guandu verdes na alimentação humana	6
1.3 Fatores que justificam a produção e o consumo de grãos verdes de soja e guandu.....	14
1.4 Medidas objetivas de textura e cor e características sensoriais das leguminosas verdes.....	17
1.5 Enlatamento de leguminosas verdes e maduras.....	19
1.6 Referências Bibliográficas.....	21
CAPÍTULO 2	33
HARVESTING AND CANNING OF GREEN SOYBEANS [<i>Glycine max</i> (L.) Merrill] FOR THE BRAZILIAN MARKET	33
SYNOPSIS	33
1. INTRODUCTION	33
2. MATERIALS AND METHODS	34
2.1 Materials.....	34
2.2 Canning and Sterilization.....	34
2.3 Optimization of Colour and Texture.....	34
3. RESULTS AND DISCUSSION	34
4. REFERENCES	36
CAPÍTULO 3	37
ENSAIO TECNOLÓGICO E SENSORIAL DE SOJA [<i>Glycine max</i> (L.) Merrill] ENLATADA EM ESTÁDIOS VERDE E NO ESTÁDIO DA MATURAÇÃO DE COLHEITA	37
RESUMO	37

SUMMARY.....	38
1. INTRODUÇÃO.....	38
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	40
2.1 Matéria-prima: colheitas, produtividade e hidratação dos grãos de soja.....	40
2.2 Dimensionamento do processamento térmico para o enlatamento dos grãos.....	42
2.3 Peso dos grãos antes e após o enlatamento. Caracterização do líquido de enlatamento e da textura objetiva dos grãos.....	43
2.4 Cor dos grãos de soja pós-enlatamento, absorção de água, perda de sólidos e viscosidade do líquido de enlatamento.....	44
2.5 Análises sensoriais.....	44
2.6 Análises estatísticas.....	46
3. RESULTADOS.....	46
3.1 Matéria-prima: colheitas, produtividade e hidratação dos grãos de soja.....	46
3.2 Dimensionamento do processamento térmico para o enlatamento dos grãos.....	48
3.3 Peso dos grãos antes e após o enlatamento. Caracterização do líquido de enlatamento e da textura dos grãos.....	49
3.4 Cor dos grãos de soja pós enlatamento, absorção de água, perda de sólidos e viscosidade do líquido de enlatamento.....	51
3.5 Análises sensoriais.....	53
4. DISCUSSÃO.....	56
4.1 Matéria-prima: colheitas, produtividade e hidratação dos grãos de soja.....	56
4.2 Dimensionamento do processamento térmico para o enlatamento dos grãos.....	59
4.3 Peso dos grãos antes e após o enlatamento. Caracterização do líquido de enlatamento e da textura dos grãos.....	59
4.4 Cor dos grãos de soja pós-enlatamento, absorção de água, perda de sólidos, viscosidade e cor do líquido de enlatamento.....	61
4.5 Análises sensoriais de aceitabilidade dos grãos de soja pós-enlatamento e da diferença do controle dos produtos enlatados maduros....	62

5. CONCLUSÕES.....	64
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	65
CAPÍTULO 4.....	71
ASPECTOS TECNOLÓGICOS E SENSORIAIS DO GUANDU [<i>Cajanus cajan</i> (L.) Millsp.] ENLATADO EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO.....	71
RESUMO.....	71
SUMMARY.....	71
1. INTRODUÇÃO.....	72
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	73
2.1 Matéria-prima: colheitas, produtividade e hidratação dos grãos de guandu.....	73
2.2 Dimensionamento do processamento térmico para o enlatamento dos grãos de guandu.....	76
2.3 Peso dos grãos antes e após o enlatamento. Caracterização do líquido de enlatamento e da textura objetiva dos grãos.....	77
2.4 Cor dos grãos de guandu pós-enlatamento, absorção de água, perda de sólidos e viscosidade do líquido de enlatamento.....	78
2.5 Análises sensoriais.....	78
2.6 Análises estatísticas.....	79
3. RESULTADOS.....	80
3.1 Matéria-prima: colheitas, produtividade e hidratação dos grãos de guandu.....	80
3.2 Dimensionamento do processamento térmico para o enlatamento dos grãos.....	82
3.3 Pesos dos grãos antes e pós-enlatamento. Caracterização do líquido de enlatamento e da textura dos grãos.....	84
3.4 Cor dos grãos pós-enlatamento, absorção de água, perda de sólidos e viscosidade do líquido de enlatamento.....	86
3.5 Análises sensoriais.....	87
4. DISCUSSÃO.....	90
4.1 Matéria-prima: colheitas, produtividade e hidratação dos grãos de guandu.....	90

4.2 Dimensionamento do processamento térmico para o enlatamento dos grãos.....	91
4.3 Peso dos grãos antes e pós-enlatamento. Caracterização do líquido de enlatamento e da textura dos grãos.....	92
4.4 Cor dos grãos pós-enlatamento, absorção de água, perda de sólidos e viscosidade do líquido de enlatamento.....	94
4.5 Análises sensoriais de aceitabilidade dos grãos de guandu pós-enlatamento.....	95
5. CONCLUSÕES.....	96
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	97
CAPÍTULO 5.....	101
ASPECTOS QUÍMICOS E BIOQUÍMICOS DE LEGUMINOSAS ENLATADAS EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO.....	101
RESUMO.....	101
SUMMARY.....	101
1. INTRODUÇÃO.....	102
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	103
2.1 Matéria-prima e lotes experimentais.....	103
2.2 Análises químicas e bioquímicas.....	107
3. RESULTADOS.....	109
4. DISCUSSÃO.....	118
4.1 Análises químicas e bioquímicas.....	118
5. CONCLUSÕES.....	128
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	130
CONCLUSÕES GERAIS.....	136
ANEXOS.....	139

RESUMO GERAL

O trabalho apresenta dois novos produtos enlatados utilizando o cultivar de soja IAC PL-1 e o guandu IAC Fava Larga, desenvolvidos pela Seção de Leguminosas do Instituto Agrônômico de Campinas (IAC). A hipótese do trabalho é que soja e guandu verdes são matérias-primas altamente qualificáveis para o enlatamento. Para desenvolver esta hipótese foram testados grãos verdes próximos ou no início da maturidade fisiológica. Foram modelados vários ensaios e foram estudadas as variáveis que permitiriam apresentar dois produtos com características tecnológicas adequadas e palatabilidade aceitável.

O material enlatado foi obtido em cinco colheitas de grãos de soja e quatro colheitas de grãos de guandu, sendo que a última colheita coincidiu com a plena maturação do grão, embora antes da secagem. O estudo do processo de enlatamento estabeleceu que a soja seria processada a 121°C em 6-7 minutos e o guandu a 121°C em 5-6 minutos.

Os resultados demonstraram que a soja IAC PL-1, em quatro períodos consecutivos de grãos verdes e o guandu IAC Fava Larga, em três períodos consecutivos conservaram coloração verde adequada e textura plenamente aceitáveis após o enlatamento.

O guandu e a soja liberaram taninos na salmoura do enlatado após o tratamento térmico; a coloração da salmoura evoluiu para tons de marrom com o desenvolvimento do grão. O tratamento térmico eliminou a atividade das lectinas e reduziu 83% da atividade dos inibidores de tripsina nos enlatados. Foram efetuados testes de digestibilidade das proteínas *in vitro* das leguminosas enlatadas para a soja (72 a 82%) e para o guandu (58 a 66%). Os perfis de aminoácidos das leguminosas demonstraram que a síntese de aminoácidos da soja no 64° DAF* havia se estabilizado no grão com exceção da treonina, alanina e cistina. Ao 85° DAF estes três aminoácidos não mais apresentaram diferenças significativas nos grãos enlatados em relação à colheita anterior. A síntese de aminoácidos do guandu estabilizou-se ao 62° DAF, com a exceção do ácido glutâmico e da fenilalanina.

A aceitação dos grãos enlatados foi realizada através de testes de degustação e de aparência, tendo sido bom o desempenho da soja para ambos os itens e regular para o guandu. As colorações dos grãos enlatados foram determinadas em espectrofotômetro e a textura foi determinada em texturômetro e por painel de provadores.

* DAF: dia após a floração.

GENERAL SUMMARY

This work presents two new canned products utilizing the soybean cultivar IAC PL-1 and pigeon pea IAC Fava Larga developed by the Seção de Leguminosas of the Instituto Agrônomo de Campinas (IAC). The work hypothesis is that green soybean and pigeon pea are raw materials highly suitable for canning. To develop this hypothesis grains either, close to or at the beginning of physiological maturity of both species were tested. Several trials were modelled and the variables which made it possible to present two products with appropriate technological characteristics and acceptable palatability.

The canned material was obtained in five grain harvests to soybean and four harvests to pigeon pea were undertaken, being that the last harvest coincided with the full maturation of the grain, although before dissection. The study of the canning process established that soybean would be processed at 121°C for 6-7 minutes and pigeon pea at 121°C for 5-6 minutes.

The results showed that IAC PL-1 soybean under four consecutive periods of green grains and IAC Fava Larga pigeon peas in three consecutive periods kept after canning both suitable green coloration and texture plainly acceptable after canning.

Pigeon pea and soybean under heat treatment released tannins of the brine evolved of the canned product, which was changing its coloration to brown hues to the last maturation stage. The heat treatment removed the lectins activities and reduced 83% of the activity of trypsin inhibitors in the canned products. The *in vitro* protein digestibility tests of canned legumes were performed 72 to 82% to soybeans and was found pigeon peas 58 to 66%. The amino acid seeds profile showed that the synthesis of soybean amino acids at 64th DAF* had already been stabilized in the grain, with exception of threonine, alanine and cystine which were stabilized by 85th DAF. Amino acids synthesis of pigeon pea stabilized at 62nd DAF with the exception of glutamic acid and phenylalanine.

Acceptance of canned grains was performed through taste and aspect tests. The performance of soybean having been good for both items and regular to pigeon pea. The colorations of the canned grains were determined by spectrophotometer and texture was determined: through texturometer and also by taster panel.

* DAF: day after flowering

INTRODUÇÃO GERAL

A produção mundial de soja expande-se a cada ano, bem como a exploração do cultivo do guandu, porém a utilização do grão integral dessas leguminosas tem sido negligenciada na alimentação da população brasileira.

As leguminosas são colhidas geralmente após as sementes terem atingido a maturidade fisiológica, ou seja, no denominado ponto de maturação de colheita. Entretanto, diante da possibilidade de procedimento mecânico, a colheita pode ser antecipada, pois é viável o consumo no estágio verde, mesmo considerando o conteúdo protéico, a maciez de grão, a coloração verde apreciável e o sabor suave.

No oriente consome-se a soja no seu estágio verde (STANDAL, 1963; TANIMURA et alii, 1980; PANIZZI, 1987 e MASUDA et alii, 1988). O prato popular, denominado *edamame*, é obtido da soja imatura, a qual é lavada e cozida a vapor por aproximadamente 40 minutos (STANDAL, 1963 e LIENER, 1978). A resistência ao consumo da soja no estágio verde é devida a dificuldade em retirar o grão da vagem (HALE, 1943; MUNSELL et alii, 1949 e MBUVI & LITCHFIELD, 1994), necessitando tecnologia de debulhamento eficaz.

A prática de consumo do guandu na alimentação humana nos estádios verde e maduro é bem difundida na Índia (ABRAMS & JULIA, 1973; MORTON, 1976 e SALES et alii, 1980) e em países da América Central tais como Panamá, Porto Rico e outros (PARSI-ROS et alii, 1987). Vale salientar que o guandu, no contexto mundial, ocupa o quinto lugar em importância após a soja, o feijão, o grão de bico e a fava (VALLE-GONZÁLEZ & BEALE-COSÍO, 1991).

A importância das leguminosas na alimentação humana tem sido analisada extensivamente, registrando aqui, dentre muitos, os trabalhos de ALDERKS em 1949, de KAKADE et alii em 1972; de SIEGEL & FAWCETT, 1976; de BRESSANI et alii, 1977; de FONTES et alii em 1980; TEIXEIRA em 1986, até DESHPANDE em 1992.

Sendo o Brasil grande produtor de soja, e tendo perspectivas de expansão do plantio do guandu, é viável estimular o consumo destas leguminosas no estágio verde e enlatadas, sendo necessário estimular, em ampla escala, o plantio e a comercialização de cultivares com

novas características, inclusive quanto à palatabilidade (PANIZZI, 1987; MIRANDA, 1992 e CAZETTA et alii, 1995). Os objetivos do presente trabalho são:

1. Estabelecer os períodos ótimos da colheita da soja, cultivar IAC PL-1 e do guandu, cultivar IAC Fava Larga no estágio verde para o enlatamento.
2. Avaliar parâmetros físicos dos grãos frescos e verificar o comportamento da penetração de calor no processo de enlatamento das leguminosas e a sua otimização.
3. Determinar os períodos de melhor aceitabilidade de consumo das leguminosas enlatadas nos estádios verdes e no estágio da maturação de colheita.
4. Avaliar parâmetros químicos e bioquímicos das matérias-primas, grãos de soja e de guandu provenientes de várias colheitas, e dos respectivos enlatados.

Esta tese encontra-se dividida em cinco capítulos. O primeiro capítulo consiste na revisão bibliográfica enfocando o melhoramento genético de soja e guandu no Instituto Agrônomo de Campinas, IAC; abordagens sobre o uso da soja e do guandu verdes na alimentação humana; fatores que justificam a produção e o consumo de grãos verdes de soja e guandu; características sensoriais das leguminosas verdes; e enlatamento de leguminosas verdes e na maturação de colheita.

O segundo capítulo foi redigido segundo as normas do Proceedings of the Engineering & Food at ICEF 7, publicado em abril de 1997, Brighton, intitulado "Harvesting and canning of green soybeans [*Glycine max* (L.) Merrill] for the Brazilian market". Neste artigo selecionou-se dentre três temperaturas 116°, 118° e 121°C, utilizadas para o enlatamento da soja cultivar IAC PL-1 colhida no 48° dia após a floração (DAF), a que ofereceria um produto mais adequado, baseado nos parâmetros de textura e cor. Apresentou também a composição química da matéria-prima e grão enlatado em cinco estádios de maturação.

Os demais capítulos estão redigidos sob a forma de *artigos de pesquisa* a serem submetidos à publicação. O terceiro capítulo, dedicado a soja cultivar IAC PL-1, analisa dentre as quatro colheitas no estágio verde, a época adequada para o enlatamento (dimensionando o processamento térmico), através de análises físicas e sensoriais, verificando ainda o comportamento do grão de soja enlatado no ponto de maturação de colheita.

O quarto capítulo estuda o guandu [*Cajanus cajan* (L.) Millsp.], cultivar IAC Fava Larga. Foi selecionada na primeira colheita uma temperatura de processamento, (116° e 121°C) para ser utilizada em todo o estudo e verificou-se à seguir, através de parâmetros físicos e sensoriais, a época mais adequada no estágio verde para o enlatamento do guandu.

O quinto capítulo analisa química e bioquimicamente a soja e o guandu em diferentes estádios de maturação enquanto matéria-prima ou após o enlatamento.

O terceiro, o quarto e o quinto capítulo serão apresentados a revista *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, portanto os respectivos artigos de pesquisa encontram-se redigidos segundo as normas da referida revista.

CAPÍTULO 1

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A safra mundial de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] no ano de 1996/97 apresentou crescimento de 123.620.000 toneladas de 1995/96, para 131.670.000 toneladas. Os EUA respondem por metade da produção, o Brasil por 19%, a China por 12% e a Argentina por 9%, (ALMEIDA, 1996). A produção de soja, que no Brasil pode admitir até três safras, no ano de 1995/1996 foi 23.190.000 toneladas (TROCCOLI, 1997).

O guandu [*Cajanus cajan* (L.) Millsp.] pode fornecer até duas safras anuais ou ser cultivado de forma semi-perene. A produção de grãos pode atingir 800 a 1.500 kg/ha, porém, rendimento de 5.000 kg/ha já foi relatado na Índia (VIEIRA & SALGADO, 1992).

Tanto a soja, quanto o guandu se destacam pela qualidade e quantidade de suas proteínas. Embora apresentem os sulfurados como aminoácidos limitantes, possuem ao contrário dos cereais, lisina em quantidade satisfatória (MTENGA & SUGIYAMA, 1974; GEORGE & LUMEN, 1991 e DESHPANDE, 1992).

Além do relativo baixo teor em aminoácidos sulfurados, a soja e o guandu possuem os mesmos fatores antinutricionais das leguminosas como os inibidores de proteases e lectinas, sendo conhecidos e também avaliados os taninos, saponinas e fitatos; estaquiose, rafinose e verbascose fecham a lista dos compostos característicos e indesejáveis (JAFFÉ, 1973; RACKIS, 1974; LIU & MARKAKIS, 1987; CHANG et alii, 1994 e LIENER, 1994b).

As características antinutricionais do guandu processado foram apresentadas por vários autores (ELIAS et alii 1976; SALUNKHE et alii 1986 e MULIMANI & PARAMJYOTHI 1993); especificamente nos estádios verdes e maduros para o guandu e a soja, TANIMURA et alii (1980), SINGH et alii (1984) e LIU & MARKAKIS (1987) deveriam ser consultados. É interessante destacar que para MORTON (1976), os fatores antinutricionais do guandu estão presentes em menores quantidades em relação à soja.

No Brasil, desde 1980, foram implantados programas de melhoramento de leguminosas com o objetivo de desenvolver cultivares com qualidades nutricionais e sensoriais mais adaptados ao consumo humano (PANIZZI, 1987 e MIRANDA, 1992).

O aprimoramento genético da soja no IAC, demonstrado nos trabalhos de MIRANDA & MIYASAKA (1986), MIRANDA et alii (1989) e MIRANDA (1992), perfazem várias décadas, assim como o aprimoramento de leguminosas alternativas como guandu.

1.1 O melhoramento genético de soja e guandu no Instituto Agronômico de Campinas, IAC

O Instituto Agronômico de Campinas lidera o programa de melhoramento de soja no estado de São Paulo e ao lado da Embrapa contribui amplamente com outros estados. O trabalho de melhoramento de soja no IAC teve início em 1936, com cultivares oriundos dos Estados Unidos e da colônia japonesa radicada no Brasil. O programa, segundo MIRANDA & MIYASAKA (1986) é mantido com os seguintes objetivos:

- Aumento da produtividade dos cultivares
- Resistência à deiscência das vagens
- Melhor arquitetura de planta
- Resistência a insetos, a nematóides e outras doenças características
- Melhoria da qualidade fisiológica das sementes
- Resistência ao alumínio e ao manganês
- Aumento do teor e qualidade do óleo e da proteína
- Melhoramento da qualidade organoléptica dos grãos.

Com referência à qualidade organoléptica dos grãos de soja, o IAC lançou a cultivar IAC-Santa Maria-702, que se caracteriza por menor teor de óleo e maior teor de proteína, coloração preta, casca fina e aderente, destinado enfim ao consumo em grão (MIRANDA, 1992).

Com referência a conteúdos protéicos relativamente altos, sabe-se que a soja comercializada no Brasil apresenta teor protéico por volta de 38-39% e de óleo 21-22%. Nos Estados Unidos a soja apresenta o teor protéico mais elevado e o de óleo mais baixo, 40 e

20% respectivamente. O cultivar IAC PL-1 se destaca em relação ao teor de proteínas chegando a alcançar 44% (MIRANDA 1996, informação pessoal).

Em relação à cultura do guandu, está sendo estudado pelo IAC o cultivar IAC Fava Larga oriundo da seleção massal efetuada em diversos cultivos no período de 1982-1985, do material introduzido na Seção de Leguminosas em 1953. A produtividade média em semeaduras efetuadas no IAC em 1985 e 1987 foi da ordem de 1.927 kg/ha, comparável ao cultivar Kaki com 1.875 kg/ha. O IAC Fava Larga poderá apresentar qualificações para o uso do grão verde ou seco na alimentação humana, conforme MIRANDA et alii (1989).

1.2 Abordagens sobre o uso da soja e do guandu verdes na alimentação humana

A Figura 1 apresenta a evolução fisiológica das sementes segundo CARVALHO & NAKAGAWA (1983), onde se espera que o ciclo evolutivo da semente demonstre modificações peculiares ao cultivar e às condições edafo climáticas. Sobre a figura colocou-se a área em destaque a qual representa o período ideal de colheita do grão no estágio verde ou seja, início maturação, pesos máximos e início de desidratação do grão.

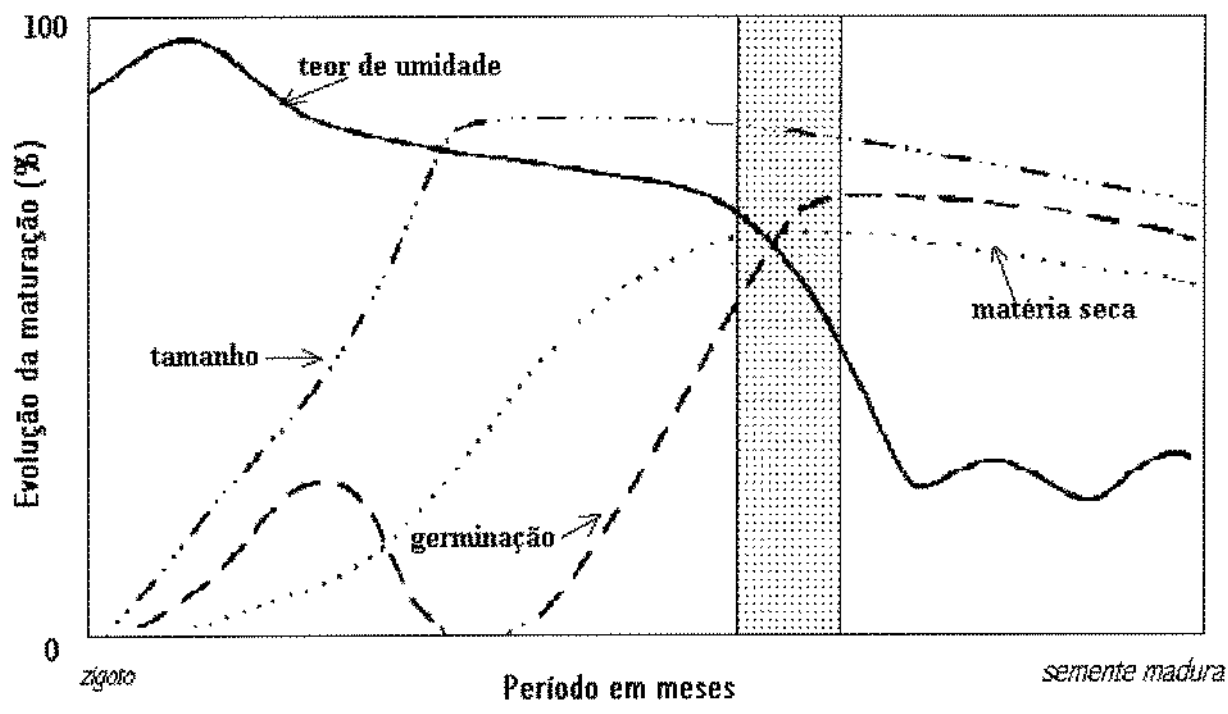


FIGURA 1. Características fisiológicas genéricas das sementes durante o crescimento e maturação (modificado de CARVALHO & NAKAGAWA, 1983).

O acúmulo de matéria seca do cultivar Santa Rosa colhido nos campos de plantio do IAC efetuou entre o 37º dia após o florescimento (DAF) e o 65º DAF, um acúmulo de 90% do futuro peso seco, (SILVA et alii, 1981). FRAGA (1980) em região geográfica não muito distante, Viçosa MG, determinou que a maturidade fisiológica da soja (UFV-1) foi atingida no estágio R 7 da escala de FEHR et alii (1971), (*Tabela 1*).

Considera-se que a semente ao atingir a maturidade fisiológica deixa de receber ou recebe quase nada da planta onde se formou (CROOKSTON & HILL, 1978 e CARVALHO & NAKAGAWA, 1983); o grão será colhido no *ponto de maturação de colheita*, no estágio R 8, (*Tabela 1*), porém, a soja e o guandu poderão ser colhidos em estádios anteriores, tão precoce para soja (86º dia após o plantio) quanto precoce também para o guandu (no 25º a 30º dia após o florescimento) conforme ISLAM & LEA (1979) e SINGH et alii (1984) respectivamente.

Para identificar o estágio de maturação em que se encontra a soja, desde o início da floração até a sua maturação plena, FEHR et alii (1971) propuseram características aplicáveis a todos os genótipos de soja em qualquer ambiente. Os autores consideram o desenvolvimento vegetativo e o reprodutivo separadamente. Esta descrição sumariada dos estádios da planta de soja, encontra-se na *Tabela 1*.

O intervalo, expresso em dias, para mudar de R 1 para R 2 está em torno de sete dias; de R 2 para R 3 dez dias; de R 3 para R 4 nove dias; R 4 para R 5 nove dias; R 5 para R 6 quinze dias; R 6 para R 7 dezoito dias; e finalmente a mudança de R 7 para R 8 levará nove dias, (FEHR & CAVINESS, 1977).

Dos fatores antinutricionais das leguminosas, os principais inibidores de proteases, os inibidores de tripsina, *Kunitz* e *Bowman-Birk*, têm sido amplamente estudados a partir sobretudo dos trabalhos, hoje clássicos, de LIENER & KAKADE, 1969 e WOLF & COWAN, 1971. A presença dos inibidores ativos no organismo de várias espécies animais prejudica-lhes o crescimento, causa-lhes hipertrofia pancreática e síntese de enzimas proteolíticas, aumentando-lhes o requerimento de aminoácidos sulfurados e determinando perdas de nitrogênio endógeno, através das fezes (GERTLER et alii, 1967 e SNYDER & KWON, 1987). As características dos inibidores de tripsina bem como métodos de inativação foram

estudados extensivamente por KUNITZ (1947), KAKADE et alii (1972), LIENER (1994b), citando apenas exemplos de cinco décadas de pesquisas na área.

TABELA 1. Estádios reprodutivos da planta de soja, conforme descrição de FEHR et alii (1971).

Estádio	Descrição
R 1	Uma flor em qualquer nó.
R 2	Flor no nó imediatamente abaixo do nó mais alto com folha desenrolada.
R 3	Legume com 0,5cm de comprimento em qualquer dos quatro nós superiores com folha desenrolada.
R 4	Legume com 2,0cm de comprimento em qualquer dos quatro nós superiores com folha desenrolada.
R 5	Início da formação de sementes (podem ser constatadas ao apalpar o legume com os dedos em qualquer dos quatro nós superiores com folha desenrolada).
R 6	Legume contendo sementes verdes já desenvolvidas em qualquer dos quatro nós superiores com folha desenrolada.
R 7	Legume amarelando; 50% das folhas amarelas; maturação fisiológica.
R 8	95% dos legumes amarelo-palha ou marrom; maturação de colheita.

Quanto aos açúcares, a semente de soja imatura possui açúcares redutores, a exemplo da glicose, mas na soja madura os açúcares redutores desaparecem e se estabelecem predominantemente três açúcares não redutores: sacarose, rafinose e estaquiose, (SNYDER & KWON, 1987). A estaquiose (tetrassacarídeo) e a rafinose (trissacarídeo) formadas pelos açúcares simples frutose, glicose e galactose, agem como compostos responsáveis pela flatulência das pessoas que consomem soja. As moléculas da estaquiose encontram-se unidas de forma a conterem metade de açúcares não redutores, sacarose e rafinose e metade de açúcares redutores galactobiose, melibiose e maninotriose. Quando as séries sacarose-galactosídeos são ingeridas, duas enzimas iniciais são necessárias para hidrolisá-las, a invertase e a α -galactosidase; porém, pelo fato do trato gastrointestinal humano não possuir essa última enzima, esses dois açúcares não são digeridos e absorvidos pelos humanos, mas são utilizados pela flora intestinal causando flatulência (HELLENDORRN, 1973; MITAL & STEINKRAUS,

1975 e SNYDER & KWON, 1987). Seria interessante conhecer a evolução da síntese dos fatores antinutricionais e dos α -galactosídeos na soja e no guandu.

LIU & MARKAKIS (1987), propuseram quantificar o inibidor de tripsina e a presença de açúcares (α -galactosacárides) na soja verde. Tomaram dois estádios verdes de grãos (I e II) e um estádio maduro (III) e trabalharam com dois cultivares de Michigan (Beeson-80 e Pella). Os autores verificaram que com relação ao inibidor de tripsina no estádio I as quantidades de inibidores medidas em unidades de tripsina inibidas, UTI/ mg do peso seco, em ambos cultivares já eram altas 58,7 e 52,6 UTI/mg do peso seco, e no estádio maduro III subiram apenas para 64,3 e 56,6 UTI/mg do peso seco respectivamente. A maceração, presumivelmente, não alterou as quantidades, mas tratamentos térmicos por vapor ou imersão em água/20 minutos inativaram o inibidor de tripsina em qualquer estádio de maturação.

Quanto aos açúcares, LIU & MARKAKIS (1987), encontraram na soja verde uma situação diversa, isto é, os açúcares “indesejáveis”, rafinose e estaquiose apareceram mais tardiamente no grão verde. No estádio II de maturação, a rafinose esteve próxima a de 0,3% do peso seco e no estádio III houve um acréscimo deste açúcar atingindo 0,5 a 0,6%. A estaquiose, repetindo, é tardia também no aparecimento, mas saiu do patamar zero do estádio I para cerca de 3% no estádio III, sendo que o aumento brusco ocorreu perto da maturidade. A maceração eliminou apenas 15% do total da estaquiose. A maceração associada à cocção deixa os grãos com cerca de 1,5 a 1,9% de estaquiose total em relação ao peso seco dos grãos. Quanto à sacarose, esta apareceu cedo na semente de soja, o estádio I teve 4% e o estádio III atingiu 7% do peso total seco.

GODBOLE et alii (1994) demonstraram que os inibidores de protease do guandu aumentavam expressivamente entre o 14º e o 28º DAF, no mesmo período em que o grão acumulava seu maior teor de proteína. KRISHNA (citado por GODBOLE et alii, 1994), confirma esta afirmação colocando que “cerca de 80% da matéria seca e nitrogênio estão acumulados ao 28º DAF”.

SINGH et alii (1984) objetivando conhecer nutricionalmente o guandu antes do estádio de plena maturação fisiológica, desenvolveram estudos onde observaram que sementes verdes com 65% de matéria seca em relação às sementes maduras, apresentavam menores teores de oligossacarídeos causadores de flatulência, menor atividade de inibidor de tripsina, melhor

digestibilidade da proteína *in vitro* e maior teor de aminoácidos sulfurados (metionina e cistina), quando comparados às sementes maduras, tendo concluído portanto que sementes verdes dos genótipos estudados eram nutricionalmente superiores em relação às sementes maduras. Os autores demonstraram que o teor protéico do grão de guandu maduro é inferior ao do grão verde (base seca) e julgaram que o acúmulo final significativo no guandu seria de amido.

As fitohemaglutininas, glicoproteínas vegetais denominadas lectinas, são capazes de aglutinar *in vitro* glóbulos vermelhos do sangue de várias espécies animais e têm comprovado efeito antinutricional inibindo o crescimento animal. É comprovado também que o tratamento térmico adequado elimina suas atividades, (JAFFÉ, 1973; RACKIS, 1974 ANTUNES & SGARBIERI, 1981; LIENER, 1994a) e conforme LIENER (citado em WOLF & COWAN, 1971) sua presença na farinha de soja crua e desengordurada pode atingir 3%.

A lisina é o aminoácido essencial que se encontra em abundância na proteína das leguminosas e o total de aminoácidos sulfurados são os que a limitam, quando comparada a uma proteína padrão. Portanto é indicado na alimentação humana a combinação de leguminosas com os cereais visando equilíbrio da proteína (EVANS & BANDEMER, 1967, WOLF & COWAN, 1971 e DESHPANDE, 1992). Mais especificamente, para a soja, os primeiros aminoácidos limitantes são os sulfurados (SIKKA et alii, 1978 e ISLAM & LEA, 1981) e como segundos limitantes são citados valina e treonina (SIKKA et alii, 1978) ou só a valina (ISLAM & LEA, 1981). Para o guandu os primeiros aminoácidos limitantes são também os sulfurados (SALES et alii, 1980 e CANNIATTI-BRAZACA et alii, 1996) e como segundo limitante o triptofano (SALES et alii, 1980) e a treonina (CANNIATTI-BRAZACA et alii, 1996). Conforme SALUNKHE et alii (1986) a proteína do guandu é deficiente em triptofano, metionina, cistina e é rica em lisina.

Dentre os aminoácidos analisados na soja “Emerald”, colhida em cinco estádios de maturação, no 86°, 90°, 95°, 100° e 105° DAP*, tendo como porcentagens de umidades dos grãos na colheita 74, 71, 69, 66 e 64% respectivamente, constatarem-se que os aminoácidos que apresentaram diferenças significativas ao longo da maturação foram treonina, metionina, lisina e arginina, sendo interessante observar que a metionina apresentou uma elevação

* DAP: dia após o plantio.

significativa no 100° DAP, e logo após queda suave ao 105° DAP, voltando a apresentar-se estatisticamente igual ao valor do 86° DAP. Neste estudo foi verificado que com exceção da valina e do triptofano, as quantidades dos demais aminoácidos foram semelhantes às da proteína referência da FAO/WHO de 1973 (ISLAM & LEA, 1981).

Os aminoácidos de quatro cultivares de guandu foram analisados quando seus grãos se encontravam nos estádios verdes e no ponto de maturação de colheita, ou seja quando a umidade dos grãos era da ordem de 61 e 12,6% respectivamente e foi constatado que em base seca, o guandu verde teve maior quantidade de metionina, cistina, triptofano e treonina em relação ao guandu maduro (SINGH et alii, 1984).

O estudo detalhado de YADAV (1983) demonstrou que o conteúdo de nitrogênio das sementes de guandu aumenta entre o 21° e o 28° DAF; o decréscimo de aminoácidos livres após 28° DAF é acompanhado de acúmulo rápido de proteínas (síntese protéica) até o 42° DAF. YADAV (1983) constatou que a proteína do guandu é pobre em metionina, tirosina e histidina, e esclareceu que o triptofano não foi determinado neste estudo.

A quantidade total de cada aminoácido presente em leguminosas e sua disponibilidade para o organismo são estudadas com frequência, e no caso da proteína de soja, a maioria de seus aminoácidos apresenta entre 65-100% de disponibilidade, (SHELEF & MORTON, 1976). Na biodisponibilidade dos resíduos de metionina e cistina presentes em proteínas são analisados dois fatores: 1°) o grau em que estes aminoácidos podem ser liberados da proteína por ação de proteases e peptidases, e 2°) sob qual estrutura química se apresenta o aminoácido (forma oxidada, forma reduzida, ou qual é seu grau de oxidação). Sulfóxido de metionina, um composto muito instável, pode ser reduzido à metionina, podendo aumentar o grau de biodisponibilidade quando comparado à metionina sulfona, a qual é totalmente oxidada (CHANG et alii, 1985).

A metionina da proteína intacta é particularmente sensível à mudanças causadas pela degradação gerada pelo calor (BENDER & HUSAINI, 1976). A oxidação pelo peróxido de hidrogênio (LIPTON & BODWELL, 1976) e a oxidação por peróxidos lipídicos (TANNENBAUM et alii, 1969) podem também ocorrer. Dentro de condições relativamente suaves a metionina pode ser oxidada a sulfóxido de metionina e essa reação é reversível tanto *in vitro* (SNOW et alii, 1976) quanto *in vivo* (CHANG et alii, 1985), porém, a oxidação do

sulfóxido à sulfona é irreversível *in vivo* e desta feita causará redução da utilização da proteína (SLUMP & SCHREUDER, 1973).

No guandu, dentre 6 cultivares estudados, (CANNIATTI-BRAZACA et alii, 1996) a metionina variou entre 0,84 a 1,05 g/16gN, tendo os autores verificado variação ampla na porcentagem da metionina disponível *in vitro* nestes seis cultivares, a qual foi da ordem de 5,67 a 47%. Talvez estes fatos sejam rotineiros porque em estudo de KAKADE et alii (1972) dentre 26 cultivares de soja, os autores constataram variações de quantidade de metionina entre 1,0 a 1,9g/16gN e quanto à cistina, variações de 1,6 a 3,5g/16gN. Neste estudo não foi avaliada a disponibilidade da metionina. Para trazer o leitor às proteínas de alto emprego industrial esclarece-se que proteínas como a caseína e o isolado de soja possuem 3,01g e 1,30g de metionina/16gN, 0,52g e 1,45g de cistina/16gN, 14,80 e 14,17% de nitrogênio, respectivamente (McDONOUGH et alii, 1989).

Para encerrar os itens sobre composição é necessário um pequeno enfoque sobre os compostos fenólicos ou seja os ácidos fenólicos e derivados, taninos e flavonóides. Os flavonóides são subclassificados dentro de antocianinas, flavonas, flavonóis e substâncias relacionadas (REYES-MORENO & PAREDES-LÓPEZ, 1993). Os taninos hidrolisados e condensados, são os mais comuns nas plantas e são também referidos como procianidinas (catequinas e/ou leucoantocianidinas). Podem ser reduzidos por seleção genética ou pelo processamento, (DESHPANDE et alii, 1986). Os taninos estão presentes mais especificamente no tegumento externo de grãos de leguminosas e possuem a capacidade de formar complexos com as proteínas precipitando-as e reduzindo o valor biológico das mesmas (CHANG et alii, 1994); também contribuem com a adstringência do alimento e participam de reações de escurecimento enzimático, sua coloração varia de incolor até amarelo e pardo.

O conteúdo de taninos no grão de leguminosas varia de 2g/100g de feijão fava à baixos valores como 45mg/100g de soja, (RAO & PRABHAVATHI, 1982) sendo esse baixo conteúdo na soja ignorado em termos de possível significância nutricional (LIENER, 1994b).

IADEROSA et alii (1989) verificaram que após 12 meses de estocagem de seis cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris*, L.) os taninos condensados foram menores do que no início do estudo, e que a variação dos teores de taninos pode ser atribuída a fatores tais como tamanho do grão, coloração, condições de manuseio do material e outros, enfatizando que a

seleção e preparação adequada das amostras podem evitar que os compostos se oxidem ou fiquem disponíveis para a formação de complexos com outros componentes dos grãos, contribuindo para a diminuição na sua concentração.

Sementes do feijão caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp] de coloração mais escura, contém maior quantidade de taninos do que as mais claras, e ao longo da maturação (de imaturo verde, maduro suculento a maduro seco) as sementes escurecem em graus diferenciados enquanto os taninos aumentam em diferentes níveis. O descascamento elimina entorno de 96% dos taninos e o aquecimento da semente em água remove 38-76% dependendo da cultivar e da sua maturidade (CHANG et alii, 1994). Estes dados não foram observados por IADEROZA et alii, (1989), os quais registraram que quanto mais escuros os grãos de feijão (*Phaseolus vulgaris*, L.) menor o conteúdo de taninos condensados e concluíram que as alterações na coloração e no conteúdo de compostos fenólicos que ocorrem nos feijões durante o armazenamento não foram devido a reações enzimáticas, o que faz necessário verificar a natureza e suas interações com outros componentes do grão assim como elucidar a participação da polifenoloxidase neste processo.

Outro trabalho mostrou que o conteúdo de polifenóis decresceu durante o desenvolvimento de sementes de sorgo, sendo atribuído à susceptibilidade de polimerização dos compostos fenólicos presentes na semente, dando origem à polímeros insolúveis de alto peso molecular (CHAVAN et alii, 1979).

A viscosidade e/ou consistência de alimentos pode ser um parâmetro útil na avaliação de desagregação ou despolimerização que pode ocorrer nos estágios iniciais da hidrólise de proteínas, amido e pectina (CAMPOS, 1993). No processamento de alimentos o estudo da viscosidade está voltado para os coeficientes de transferência de calor, perda de carga em tubulações, taxa de evaporação e no controle de qualidade dos produtos alimentícios (GONÇALVES, 1989).

O coeficiente de viscosidade é constante em fluidos newtonianos se caracterizando por apresentarem uma relação linear entre a taxa de deformação e a tensão de cisalhamento. Por outro lado, para os fluidos não newtonianos a relação entre taxa de deformação e tensão de cisalhamento pode não ser constante, não apresentando um valor de viscosidade que os caracterize. Entretanto apresentam uma “viscosidade aparente” que é dependente dos

parâmetros a que estão submetidos, podendo neste caso o coeficiente de viscosidade decrescer quando a velocidade de fluxo aumentar (CHEFTEL, CUQ & LORIEN, 1989; FENNEMA, 1993 e CAMPOS, 1993). A “viscosidade aparente” também recebe o nome de “consistência”, (BARBOSA & PELEG, 1982).

Os fluidos newtonianos apresentam-se como líquidos puros e soluções muito diluídas ou seja, pode-se dizer que são solventes de baixo peso molecular, soluções diluídas de componentes que não interatuam ou ainda dispersões diluídas em solventes de baixo peso molecular; os fluidos não newtonianos apresentam-se como suspensões e emulsões (BARBOSA & PELEG, 1982). Para ISLAM & LEA (1979), a consistência do líquido de enlatamento dos grãos soja “Emerald”, medida pelo consistômetro de Bostwick, variou com o avanço da maturação, sendo que o registro da medida percorrida pelo líquido no aparelho durante 15 segundos variou de 11,9cm para 1,9cm quando os grãos eram colhidos no 86° e 105° DAP respectivamente, tendo paralelamente observado um aumento suave dos sólidos totais no líquido de enlatamento.

Quanto ao branqueamento, PARSI-ROS et alii (1987), testaram o efeito de dois métodos de branqueamento na retenção de nutrientes do guandu fresco para o enlatamento e verificaram que o branqueamento feito a vapor provocou perdas de Na, K e Fe, e a imersão em água provocou perdas de K, Ca e Mg e retenção de Fe.

1.3 Fatores que justificam a produção e o consumo de grãos verdes de soja e guandu

As leguminosas deveriam participar mais da alimentação humana por serem fontes de proteínas menos onerosas, sendo importante salientar a eficiência da soja na produção de proteína por unidade de área bem como o eficiente processo simbiótico com o nitrogênio atmosférico (MIRANDA, 1992).

Com a produtividade da soja sempre crescente no Brasil, é possível agora gerar um produto enlatado de preço reduzido em relação à quantidade de proteína produzida, paralelo aos que já se encontram no mercado.

ISLAM & LEA (1979), trabalhando com a soja “Emerald” em diferentes estádios de maturação, verificaram que o grão no estágio verde possui considerável conteúdo de ácido ascórbico e beta caroteno, os quais variaram quando os grãos se encontravam entre o 86° ao

105° DAP, em 24,7 a 18,2mg de ácido ascórbico/100g de grãos e 1040 para 740µg de beta caroteno/100g respectivamente. Verificaram ainda as perdas que esses nutrientes sofriam quando os grãos eram enlatados, e registraram valores para os referidos estádios de maturação e após o enlatamento de 11,6 para 3,6mg de ácido ascórbico/100g de grãos e 970 para 535µg de beta caroteno /100g de grãos respectivamente, e salientaram que as perdas no enlatamento não foram substanciais. O grão com 90 e 105 dias de maturidade respectivamente apresentou, em base seca: 37,4 e 40,95% de proteína; 17,1 e 16,65% de gordura; 5,6 e 6,0% de fibra; 5,3 e 5,55% de cinzas e 34,5 e 31,0% de extrato não nitrogenado. Os autores concluíram que esta variedade “Emerald” deve ser colhida próximo ao 95° DAP para ser consumida no estágio verde, enfatizando seu alto conteúdo de proteínas, gordura, vitamina A, cálcio, ferro e zinco.

CAMACHO et alii (1981) informaram que sojas imaturas são boas fontes de tiamina e riboflavina e não encontraram diferenças nos conteúdos de vitaminas entre os genótipos estudados em relação ao grau de maturidade das vagens verdes. Os autores verificaram que a quantidade de inibidor de tripsina aumentava com a maturação, sendo ao 85° DAP, a atividade do inibidor apenas 60% em relação a atividade encontrada no grão maduro.

O teor protéico do guandu apresenta-se elevado em relação aos cereais porém, não tão elevado em relação ao da soja. O guandu, ao contrário da soja, apresenta baixo conteúdo de óleo e elevado teor de amido. A composição centesimal do guandu, semente verde (67,4% de umidade) e semente madura (10,1% de umidade) em base seca é a seguinte, respectivamente: proteína 21,47 e 21,35%; lipíde 1,84 e 1,7%; carboidrato 61,96 e 63,74%, fibra 10,74 e 9,01% e cinzas 3,98 e 4,2 % (MORTON, 1976).

Dentre os alimentos de origem vegetal, as leguminosas são as melhores fontes protéicas e seus grãos apresentam variações na composição química em relação aos diferentes estádios de amadurecimento. Para efeito de qualificar a soja e o guandu como alimentos adequados do ponto de vista protéico apresentamos a *Tabela 2* contendo as necessidades humanas diárias de proteínas e de aminoácidos, e as quantidades de aminoácidos essenciais oferecidas pela soja e pelo guandu em diferentes estádios de desenvolvimento.

Os teores protéicos para os cálculos dos aminoácidos contidos em 100g de grãos de soja e de guandu (matéria seca), colocados na *Tabela 2*, foram baseados nos trabalhos de ISLAM & LEA (1981) que apresentam 35,3% e 37,8% de proteínas para a soja cultivar

“Emerald” no 86° e 105° DAP respectivamente e nos trabalhos de SINGH et alii (1984) que apresentam 21,15 e 19,24% de proteínas para o guandu cultivar ICPL-128, nos estádios verde e no ponto de maturação de colheita respectivamente.

TABELA 2. Necessidades diárias de proteínas (g) e de aminoácidos essenciais (mg) estimadas para humanos, e quantidades oferecidas dos mesmos pelo consumo de 100g de grãos de soja colhidos ao 86° e 105° dia após o plantio (DAP) e de 100g de grãos de guandu verdes e no ponto de maturação de colheita.

	Necessidades		Quantidades oferecidas em 100 g de grãos			
	Unidade/kg /dia*		(matéria seca)			
	Crianças de 10 - 12 anos	Adulto	Soja**		Guandu***	
			86° DAP	105° DAP	Verde	Na maturação de colheita
Proteína (g)	1,00 – 0,94	0,75	35,30	37,80	21,15	19,24
Aminoácidos essenciais (mg)						
Histidina	?	8-12	815	907	892	862
Isoleucina	28	10	1.369	1.443	896	621
Leucina	42	14	2.386	2.604	1.582	1.351
Lisina	44	12	1.768	2.022	1.347	1.327
Metionina + Cistina	22	13				
Metionina			402	483	300	250
Cistina			Não analisado	Não analisado	209	173
Fenilalanina + Tirosina	22	14	2.615	2.937	1.717	2.357
Treonina	28	7	1.295	1.485	833	691
Triptofano	3,3	3,5	226	321	192	165
Valina	25	10	1.338	1.402	983	775
TOTAL (aminoácidos essenciais)	<u>214</u>	84	<u>12.214</u>	<u>13.604</u>	8.951	8.572

* RECOMMENDED DIETARY ALLOWANCES, (1989); ** ISLAM & LEA (1981); *** SINGH et alii (1984).
O sublinhado na 1ª coluna não incluiu o aminoácido histidina e os sublinhados das demais colunas não incluíram o aminoácido cistina.

Tomando como base um adulto pesando em média 65 kg, verifica-se que ao consumir em um dia 25g de grãos de soja ou de guandu (matéria seca) em qualquer estágio de desenvolvimento mencionado na *Tabela 2*, isto já representaria um consumo no caso da soja de 56% e 62% e no caso do guandu 41% e 39% respectivamente do que necessitaria do total de aminoácidos essenciais diariamente.

1.4 Medidas objetivas de textura e cor e características sensoriais das leguminosas verdes

Leguminosas verdes e maduras, enlatadas ou não, têm sido avaliadas sensorialmente quanto à aparência, textura, sabor, aroma e grau de aceitação.

Os sabores indesejáveis encontrados em produtos de soja são provenientes da degradação de hidroperóxidos provenientes da oxidação de ácidos graxos para compostos tais como, álcoois, aldeídos, cetonas, hidrocarbonetos e outros. A ação de degradação é efetuada pelas lipoxigenases, que representam um grupo de isoenzimas (L1, L2 e L3), que atuam no grupo 1,4 cis-cis - pentadieno dos ácidos graxos insaturados do óleo de soja. O principal responsável pelo sabor indesejável é o hexanal, produto de decomposição dos hidroperóxidos, segundo os autores GOMES & MOREIRA (1986) e TAVARES et alii (1993).

A Lipoxigenase L1 é a mais estável ao calor. Em programa de melhoramento, tem-se incorporado o mutante -L1 (ausência de lipoxigenase) em outras cultivares, segundo TAVARES et alii (1993).

A variedade de soja "Emerald", no estágio verde, foi enlatada e submetida a testes de aceitação tendo obtido $4,7 \pm 1,8$ pontos, em escala hedônica de 9 pontos. ISLAM & LEA (1979) afirmaram que a principal razão para a baixa aceitação teria sido o processamento rigoroso utilizado para garantir a esterilização do produto (35 minutos à 116°C em lata de 211x210mm e temperatura inicial de 93°C).

Quanto à textura em grãos, define-se por textura a dureza do grão ou grandeza medida como força necessária para produzir uma certa deformação no alimento (CIVILLE & SZCZESNIAK, 1973). No aspecto sensorial, textura seria a reação à força, medida primeiramente por propriedades mecânicas: dureza/firmeza, adesividade, coesividade, gomosidade, elasticidade e viscosidade. Estas características são avaliadas pelo sentido cinestésico dos músculos da mão, dedos, língua, maxilar ou lábios. Percepções táteis descrevem partículas granuladas, arenosas, cristalinas e flocosas. Restam ainda as percepções de umidade e oleosidade conferidas pelos nervos táteis da superfície da mão, lábios e língua (MORI, 1989).

A aparência de um produto é um termo que envolve, cor, brilho, tamanho, formato, e outros (FRANCIS & CLYDESDALE, 1975 e FRANCIS, 1995). A cor e a textura são

atributos de qualidade externos muito importantes em vegetais processados (ABBATEMARCO & RAMASWAMY, 1994), e têm sido estudados extensivamente (HAYAKAWA & TIMBERS, 1977; BARON & PENFIELD, 1993; BARRON et alii, 1995). A maioria dos trabalhos nesta área se concentra na cinética da degradação de cor e no amolecimento térmico de vários vegetais, tais como cenouras, feijões verdes, ervilhas, aspargos e cogumelos processados em autoclaves estáticas (ABBATEMARCO & RAMASWAMY, 1994).

Vegetais verdes brilhantes submetidos ao calor podem assumir uma cor marrom oliva opaca, a qual os consumidores consideram indesejável; este fato é devido a conversão da clorofila à feofitina. A clorofila é menos estável à temperatura de esterilização em relação aos carotenóides. Vegetais tornam-se mais moles e ultrapassam a consistência desejada durante o processamento térmico, principalmente devido ao colapso da estrutura celular e a várias mudanças químicas na matriz dos polissacarídeos da parede celular (GOLD & WECKEL, 1959 e SCHWARTZ & VON ELBE, 1983).

Dentre os fatores que podem alterar a textura, atributo importante para feijões, citam-se tempo de cozimento, tempo e condições de armazenamento, variedades, local e ano de produção (CAMPOS & SARTORI, 1988).

Cultivares verdes de feijões (*Phaseolus vulgaris*) foram avaliados quanto a textura, cor, flavor e aceitação geral. A equipe de provadores teve preferência por texturas macias, escolhendo os feijões fervidos em detrimento aos feijões cozidos à vapor (BARON & PENFIELD, 1993).

Em outro trabalho, uma equipe treinada e um texturômetro foram utilizados para determinar os parâmetros a serem aplicados no enlatamento de feijões brancos utilizando autoclaves com cascadeamento de água. Verificou-se que a textura dos feijões brancos processados à 4 ou 8°C acima da temperatura ótima, pode ser estatisticamente identificada, pela equipe sensorial e pelo texturômetro (LOEY et alii, 1994).

Em considerações sobre retenção de textura e de cor de feijões verdes durante o enlatamento, verificou-se que a textura aumentava significativamente quando a temperatura subia de 110°C para 120°C e a intensidade de amarelo (b) não foi afetada pela temperatura de processamento e velocidade de rotação da autoclave e, como era esperado, a intensidade da

cor verde (-a), teve tendência a decrescer com o aumento da temperatura. O aumento do verde não era acompanhado pelo aumento do amarelo (ABBATEMARCO & RAMASWAMY, 1994).

1.5 Enlatamento de leguminosas verdes e maduras

Leguminosas verdes e maduras enlatadas apresentam sabor e textura suave, aparência bastante agradável e, mais especificamente no enlatamento da leguminosa madura, observa-se redução no gasto de energia quando comparado ao preparo tradicional, pois feijões são cozidos frequentemente por um período de 3 horas à 100°C (QUAST & SILVA, 1977).

No enlatamento de alimentos de baixa acidez, o principal ponto a ser considerado é o processamento térmico, o qual deve ser dimensionado com o objetivo de eliminar a possibilidade de desenvolvimento do *Clostridium botulinum* ou de bactérias esporuladas termófilas. Algumas das variáveis importantes para evitar o subprocessamento são: o binômio tempo-temperatura, temperatura inicial do produto, características da matéria prima e do sistema de esterilização a ser utilizado (ALIMENTOS ENLATADOS, 1990 e TEIXEIRA NETO & JUNQUEIRA, 1995).

O tratamento térmico desnatura enzimas, destrói células e esporos microbianos e poderá também destruir vários nutrientes essenciais, bem como provocar mudanças indesejáveis nas características sensoriais do produto, devendo ser otimizado para minimizar ao máximo as perdas ou transformações indesejáveis (PASCHOALINO et alii, 1994; HENDRICKX et alii, 1995 e VITALI & GERMER, 1995).

Na indústria de alimentos, sob o ponto de vista de saúde pública, a obtenção de resultados confiáveis no processamento térmico depende, entre outros, de ensaios criteriosos para o levantamento de curvas de penetração de calor, e adequada definição do processo, de acessórios e instrumentos de medida corretos, bem como de uma boa distribuição de calor na autoclave (GERMER et alii, 1995).

A curva de penetração de calor é obtida a partir do monitoramento da temperatura do ponto frio do produto, por um sensor de temperatura (termopar) durante o processamento térmico. Com o histórico de temperatura obtido, calcula-se o F_0 que é o valor de esterilização de um produto (expresso em minutos), utilizando o valor $z = 10^\circ\text{C}$ do *Clostridium botulinum*

e a temperatura de referência = 121,1°C (PATASHNIK, 1953). Portanto, para se obter o valor do F_0 calcula-se a taxa letal de cada temperatura em um intervalo de tempo proposto, obtendo em seguida a somatória dessas taxas letais:

$$F_0 = \sum TL \cdot t$$

onde:

$$TL = \text{Taxa Letal} = 10^{\left(\frac{T - T_{\text{referência}}}{z}\right)} \quad \text{sendo:}$$

T = temperatura obtida durante o processo, $T_{\text{referência}} = 121,1^\circ\text{C}$,
 $z = 10^\circ\text{C}$ (do *Clostridium botulinum*) e t (intervalo de registro da temperatura) = 1 minuto.

Sabe-se que o valor z corresponde ao intervalo da temperatura que ocasiona uma variação de 10 vezes no valor D , ou seja, um ciclo logarítmico, sendo por sua vez, o valor D (também denominado razão letal, constante de razão letal ou tempo de redução decimal), correspondente ao tempo, em minutos, a uma determinada temperatura, capaz de causar uma redução em 90% no número de células ou esporos presentes numa suspensão (LEITÃO & JUNQUEIRA, 1995).

No enlatamento de favas (lima beans) foram utilizados 116°C por 35 minutos, temperatura inicial de 60°C, e latas com 307x409mm (LOPEZ, 1975). Quatro anos após registrou-se que soja verde foi enlatada à mesma temperatura e tempo que o ensaio anterior, porém em latas de menor dimensão 211x210mm e temperatura inicial acima (93°C) da citada anteriormente. Neste ensaio da soja, observou-se baixo grau de aceitabilidade do produto (ISLAM & LEA, 1979) e os autores atribuíram este resultado ao tratamento térmico rigoroso que a soja foi submetida, uma vez que faltavam dados sobre a penetração do calor para o enlatamento de soja verde.

Para a otimização de processamentos térmicos de alimentos, visando conservar as características de textura do produto, bem como visando a redução de gastos de energia durante o processo, torna-se importante conhecer o parâmetro C (cozimento), cujo cálculo é semelhante ao de F_0 , usando agora o valor de z , não para o *Clostridium botulinum*, e sim para a reação de amolecimento do produto (QUAST, 1976).

1.6 Referências Bibliográficas

1. ABBATEMARCO, C.; RAMASWAMY, H.S. End-over-end thermal processing of canned vegetables: effect on texture and color. **Food Research International**, Essex, v. 27, n. 4, p. 327-334, 1994.
2. ABRAMS, R.; JULIA, F.J. Effects of planting time, plant population and row spacing on yield and other characteristics of Pigeon peas (*Cajanus cajan* L.). **The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico**, Rio das Piedras, v. 57, n. 4, p. 275-285, 1973.
3. ALDERKS, O.H. The study of 20 varieties of soybeans with respect to quantity and quality of oil, isolated protein, and nutritional value of the meal. **The Journal of the American Oil Chemists' Society**, Chicago, v. 26, p.126-132, Mar., 1949.
4. ALIMENTOS ENLATADOS **Princípios de controle do processo térmico, acidificação e avaliação do fechamento de recipientes**. 4.ed., traduzido por membros do Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas, 1990, 239p.
5. ALMEIDA, F.R.F. Soja-cotações continuam elevadas. **Agroanalysis**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 9, p. 28-31, set., 1996.
6. ANTUNES, P.L.; SGARBIERI, V.C. Propriedades físicas, químicas e nutricionais das proteínas da soja. In: MIYASAKA, S.; MEDINA, J.C. **A soja no Brasil**. Campinas: ITAL, 1981. p. 850-857.
7. BARBOSA, G.V.; PELEG, M. Propiedades de flujo de alimentos líquidos y semilíquidos. **Tecnología de Alimentos**, México, v. 17, n. 2, p. 4-11, 1982.
8. BARON, R.F.; PENFIELD, M.P. Panelist texture preference affect sensory evaluation of green bean cultivars (*Phaseolus vulgaris* L.). **Journal of Food Science**, Chicago, v. 58, n. 1, p. 138-143, 1993.
9. BARRON, J.M.; COTA, A.G.; ANDUAGA, R. Texture evaluation of pinto beans (*Phaseolus vulgaris* var. UI-114) stored under controlled conditions. **Tropical Science**, London, v. 35, n. 4, p. 327-331, 1995.

10. BENDER, A.E.; HUSAINI. Nutritive value of proteins in a canned meat product. **Journal of Food Technology**, London, v. 11, n. 5, p. 499-503, Oct., 1976.
11. BRESSANI, R.; ELIAS, R.G.; MOLINA, M.R. Estudios sobre la digestibilidad de la proteína de varias especies de leguminosas. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, Guatemala, v.27, n. 2, p. 215-231, 1977.
12. CAMACHO, J.L.; BOURGES, R.H.; MORALES, J.; BANAFUNZI, N. Direct consumption of the soybean. **Journal of the American Oil Chemists Society**, Acapulco, v. 58, n. 3, p. 362-366, Mar., 1981.
13. CAMPOS, S.D.; SARTORI, M.R. Methodology for evaluation of texture and cooking time: experience of ITAL. **Advances in Bean Research Chemistry Nutrition Technology** Proceedings of the I Latinamerican and Caribbean Seminar on Recent Advances in Bean Research, São Paulo, p. 278-294, Nov., 1988.
14. CAMPOS, S.D. Reologia e textura no controle de qualidade de alimentos. In: FERREIRA, V.L. P.; MORI, E.E.M. **Seminário sobre qualidade na indústria de alimentos** Campinas, 1993. p. 81-84.
15. CANNIATTI-BRAZACA, S.G.; NOVAES, N.J.; SALGADO, J.M.; MARQUEZ, U.M.L.; MANCINI FILHO, J. Avaliação nutricional do feijão guandu (*Cajanus cajan* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 16, n. 1, p. 36-41, 1996.
16. CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes ciência, tecnologia e produção**. Campinas: Fundação Cargill, 1983. 429 p.
17. CAZETTA, J.O.; KANESIRO, M.A.B.; FALEIROS, R.R. de S.; DURIGAN, J.F. Comparação de aspectos químicos e tecnológicos de grãos verdes e maduros de guandu com os de feijão-comum e ervilha. **Alimentos e Nutrição**, São Paulo, v. 6, p. 39-53, 1995.
18. CHANG, K.C.; KENDRICK J.G.; MARSHALL, H.F.; SATTERLEE, L.D. Effect of partial methionine oxidation on the nutritional quality of soy isolate and casein. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 50, n. 3, p. 849-850, May-June, 1985.

19. CHANG, M.J.; COLLINS, J.L.; BAILEY, J.W.; COFFEY, D.L. Cowpeas tannins related to cultivar, maturity, dehulling and heating. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 59, n. 5, p. 1034-1036, 1994.
20. CHAVAN, J.K.; GHONSIKAR, C.P.; KADAM, S.S.; SALUNKHE, D.K. Protein, tannin and starch changes in developing seeds of low and high tannin cultivars of sorghum. **Journal of Food Biochemistry**, Westport, v. 3, n. 1, p. 13-20, 1979.
21. CHEFTEL, J.C.; CUQ, J.L.; LORIENT, D. **Proteínas alimentarias** Bioquímica-propiedades funcionales valor nutricional-modificaciones químicas; Trad. de Francisco López Capont. Zaragoza: Acribia, S. A., 1989. 346p.
22. CIVILLE, G.V.; SZCZESNIAK, A.S. Guidelines to training a texture profile panel. **Journal Texture Studie**, Westport, v. 4, n. 2, June, p. 204, 1973.
23. CROOKSTON, R.K.; HILL, D.S. A visual indicator of the physiological maturity of soybean seed. **Crop Science**, Madison, v. 18, n. 5, Sept. Oct., p. 867-870, 1978.
24. DESHPANDE, S.S. Food legumes in human nutrition: a personal perspective. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Cleveland, v. 32, n. 4, p. 333-363, 1992.
25. DESHPANDE, S.S.; CHERYAN, M.; SALUNKHE, D.K. Tannin analysis of food products **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Cleveland, v. 24, n. 4, p. 401-449, 1986.
26. ELIAS, L.G.; CRISTALES, F.R.; BRESSANI, R.Y.; MIRANDA, H. Composición química y valor nutritivo de algunas leguminosas de grano. **Turrialba**, v. 26, n. 4, p. 375-380, 1976.
27. EVANS, R.J.; BANDEMER, S.L. Nutritive value of legume seed proteins. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Santa Monica, v.15, n. 3, May. Jun., p. 439-443, 1967.
28. FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E.; BURMOOD, D.T.; PENNINGTON, J.S. Stage of development descriptions for soybeans, *Glycine max* (L.) Merrill. **Crop Science**, Madison, v. 11, n. 6, Nov. Dec., p. 929-931, 1971.

29. FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E. **Stages of soybean development**. Special Report 80. Co-operative Extension Service, Iwoa, 1977, 11p.
30. FENNEMA, O.R. **Química de los alimentos**; Trad. de Bernabé Sanz Pérez e outros. 2. ed. Zaragoza: Acribia, S. A., 1993. 1095p.
31. FONTES, L.G.; FILHO, J.A.; REIS, M.S.; SEDIYAMA T.; SEDIYAMA, C.S. Conteúdo de óleo e proteína bruta nos grãos e correlações com algumas características agronômicas de linhagens e variedades de soja. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 27, n. 149, p. 17-22, 1980.
32. FRAGA, A.C. **Determinação da maturação fisiológica das sementes de soja e de outras características agronômicas da soja, em três épocas de semeadura**. Viçosa, 1980. 47p. Tese (Mestre em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa.
33. FRANCIS, F.J.; CLYDESDALE, F.M. **Food colorimetry: theory and applications**. Westport: AVI, 1975, 477p.
34. FRANCIS, F.J. Quality as influenced by color. **Food Quality and Preference**, Essex, v. 6, n. 3, p. 149-155, 1995.
35. GEORGE, A.A.; LUMEN B.O. A novel methionine- rich protein in soybean seed: identification, amino acid composition, and N-terminal sequence. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Santa Monica, v. 39, n. 1, p. 224-227, 1991.
36. GERMER, S.P.M.; MOURA, S.C.S.R.; LEITÃO, M.F.F.; JUNQUEIRA, V.C.A.; TEIXEIRA NETO, R.O.; GONÇALVES, J.R.; JARDIM, D.C.P.; VITALI, A.A. **Princípios de esterilização de alimentos**. 2.ed. Campinas: ITAL, 1995. 123p. (Manual Técnico, 10).
37. GERTLER, A.; BIRK, Y.; BONDI, A. A comparative study of the nutritional and physiological significance of pure soybean trypsin inhibitor and of ethanol-extracted soybean meals in chicks and rats. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 91, p. 358-370, 1967.

38. GODBOLE S.A.; KRISHNA, T.G.; BHATIA, C.R. Changes in protease inhibitory activity from pigeon pea (*Cajanus cajan* (L.) Millsp) during seed development and germination. **Journal Science Food Agriculture**, London, v. 66, n. 4, p. 497-501, Dec., 1994.
39. GOLD, H.J.; WECKEL, K.G. Degradation of chlorophyll to pheophytin during sterilization of canned green peas by heat. **Food Technology**, Chicago, v. 13, n. 5, May, p.281-286, 1959.
40. GOMES, J.C.; MOREIRA, M.A. Soja sem sabor. **Alimentos & Tecnologia**, São Paulo, v. 2, n. 9, p. 47-48, 1986.
41. GONÇALVES, J.R. Introdução à reologia de alimentos fluidos. In: CAMPOS, S.D.S.; GONÇALVES, J.R.; MORI, E.E.M. ; GASPARETTO, C.A. **Reologia e textura em alimentos**. Campinas: ITAL, 1989. p. 6-11.
42. HALE, J.K. Soybeans in the diet. **Journal of Home Economics**, Washington, v. 35, p. 203-206, 1943.
43. HAYAKAWA, K.; TIMBERS, G.E. Influence of heat treatment on the quality of vegetables: changes in visual green color. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 42, n. 3, p. 778-781, 1977.
44. HELLENDORRN, E.W. Carbohydrate digestibility and flatulence activity of beans. In: JAFFÉ, W.G. **Nutritional aspects of common beans and other legume seeds as animal and human foods** Caracas: AID, 1973. p. 261-271.
45. HENDRICKX, M.; MAESMANS, G.; DE CORDT, S.; NORONHA, J.; LOEY, A.V. Evaluation of the integrated time-temperature effect in thermal processing of foods. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Cleveland, v. 35, n. 3, p. 231-262, 1995.
46. IADEROZA, M.; SALES, A.M.; BALDINI, V.L.S.; SARTORI, M.R.; FERREIRA, V.L. Atividade de polifenoloxidase e alterações da cor e dos teores de taninos condensados em novas cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) durante o armazenamento. **Coletânea da ITAL**, Campinas, v. 19, n. 2, p.154-164, jul. dez., 1989.

47. ISLAM, M.N.; LEA, R.A. Effect of maturity on the nutrient content and the canning quality of Emerald soybean. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 44, n. 1, Jan. Feb., p. 204-207, 212, 1979.
48. ISLAM, M.N.; LEA, R.A. Effect of maturity on the amino acid composition and freezing quality of "Emerald" soybean. **Journal of Food Science**, Chicago, v.46, n. 2, p. 658-659, 663, 1981.
49. JAFFÉ, W.G. Toxic factors in beans. Their practical importance. In: _____
Nutritional aspects of common beans and other legume seeds as animal and human foods Caracas: AID, 1973. p. 199-209.
50. KAKADE, M.L.; SIMONS, N.R.; LIENER, I.E.; LAMBERT, J.W. Biochemical and nutritional assessment of different varieties of soybeans. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Santa Monica, v. 20, n. 1, p. 87-90, 1972.
51. KUNITZ, M. Crystalline soybean trypsin inhibitor. II General properties. **Journal of General Physiology**, Baltimore, v. 30, p. 291-231, 1947.
52. LEITÃO, M.F.F.; JUNQUEIRA, V.C. A. Microbiologia aplicada à esterilização de alimentos In: GERMER, S.P.M.; MOURA, S.C.S.R.; LEITÃO, M.F.F.; JUNQUEIRA, V.C.A.; TEIXEIRA NETO, R.O.; GONÇALVES, J.R.; JARDIM, D.C.P.; VITALI, A.A. **Princípios de esterilização de alimentos**. 2.ed. Campinas: ITAL, 1995. p. 1-22, cap. 1. (Manual Técnico, 10).
53. LIENER, I.E. Effects of processing on antinutritional factors in legumes: The soybean case. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, Guatemala, v. 44, n. 4-S, p. 48-S-54-S, 1994a.
54. LIENER, I.E. Implications of antinutritional components in soybean foods. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Cleveland, v. 34, n. 1, p. 31-67, 1994b.
55. LIENER, I.E. Nutritional value of food protein products. In: SMITH ; CIRCLE
Soybeans: chemistry ; technology, proteins. 2.ed. Westport: AVI Publishing Company, Inc., 1978 chap. 7, v. 1, p. 203-277.

56. LIENER, I.E.; KAKADE, M.L. Protease inhibitors. In: LIENER, I. E. ; KAKADE, M. L. **Toxic constituents of plant foodstuffs**. New York: Academic Press, 1969. Chap. 2, p. 8-53.
57. LIPTON, S.H.; BODWELL, C.E. Specific oxidation of methionine to methionine sulfoxide by dimethyl sulfoxide. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Santa Monica, v. 24, n.1, p. 26-31, Jan. Feb., 1976.
58. LIU, K.; MARKAKIS, P. Effect of maturity and processing on the trypsin inhibitor and oligosaccharides of soybeans. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 52, n. 1, Jan. Feb., p. 222-225, 1987.
59. LOEY, A.V.; FRANSIS, A.; HENDRICKX, M.; MAESMANS, G.; NORONHA, J. de; TOBBACK, P. Optimizing thermal process for canned white beans in water cascading retorts. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 59, n. 4, p. 828-832, July Aug., 1994.
60. LOPEZ, A. **A complete course in canning**. 10.ed.. The Canning Trade, Baltimore, MD, 1975.
61. MASUDA, R.; HASHIZUME K.; KANEKO, K. Effect of holding time before freezing on constituents and flavour of frozen green soybeans (edamame). **Journal of Japanese Society for Food Science and Technology**, Tokyo, v. 35, n. 11, p. 763-770, 1988.
62. MBUVI, S.W.; LITCHFIELD J.B. Mechanical shelling and combine harvesting of green soybeans. **Applied Engineering in Agriculture**, St. Joseph, v. 10, n. 3, p. 351-355, 1994.
63. McDONOUGH, F.E.; BODWELL, C.E.; STAPLES, R.S.; WELLS, P.A. Rat bioassays for methionine availability in 16 food sources. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 39 p. 77-84, 1989.
64. MIRANDA, M.A.C. Cultivares de soja para o estado de São Paulo In: I Simpósio sobre Cultura e Produtividade da Soja. 1991, **Anais**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1992. p. 109-118.

65. MIRANDA, M.A.C.; MIYASAKA, S. Melhoramento da soja no estado de São Paulo. In: **A soja no Brasil Central**. 3.ed. Campinas: Fundação Cargill, 1986. Cap. III, p.75-112.
66. MIRANDA, M.A.C.; WUTKE, E.B.; MARTINS, A.L.M. **Guandu IAC Fava Larga**. Campinas: IAC, 1989. 2p. Folder.
67. MITAL, B.K.; STEINKRAUS, K.H. Utilization of oligosaccharides by lactic acid bacteria during fermentation of soy milk. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 40, n. 1, p. 114-118, 1975.
68. MORI, E.E.M. Reologia e textura do ponto de vista organoléptico. In: CAMPOS, S.D.S.; GONÇALVES, J.R.; MORI, E.E.M.; GASPARETTO, C.A. **Reologia e textura em alimentos**. Campinas, 1989, p. 17-42.
69. MORTON, J.F. The pigeon pea (*Cajanus cajan*), a high protein, tropical bush legume. **Hort Science**, Virginia, v. 11, n. 1, p. 11-19, 1976.
70. MTENGA, L.A.; SUGIYAMA, T. A note on the amino-acid composition of some legume seeds grown in Tanzania. **East African Agricultural and Forestry Journal**, Nairobi, v. 39, n. 3, p. 307-310, 1974.
71. MULIMANI, V.H.; PARAMJYOTHI, S. Effect of heat and UV on trypsin and chymotrypsin inhibitor activities in redgram (*Cajanus cajan*, L.). **Journal of Food Technology**, London, v. 30, n. 1, p. 62-63, 1993.
72. MUNSELL, H.E.; WILLIAMS, L.O.; GUILD, L.P.; TROESCHER, C.B.; NIGHTINGALE, G.; HARRIS, R. S. Composition of food plants of Central America I. Honduras. **Food Research**, Chicago, v. 14, n. 2, p. 144-164, Mar. Apr., 1949.
73. PANIZZI, M.C. "Desenvolvimento de cultivares de soja adaptados para consumo *in natura* e para a indústria de alimentos". IN: IIIº CISOJA, Ciclo de debates sobre perspectivas da soja. I Seminário Brasileiro de Soja na Alimentação, 1987, São Paulo. **Anais**. São Paulo: SAMRIG, 1987. p. 143-147.

74. PARSI-ROS, O.; RODRIGUEZ-SOSA, E.J.; CRUZ-CAY, J.; CINTRÓN-MUÑOZ, M.E.
Processing and the nutritional contents of canned and fresh pigeon peas (*Cajanus cajan* (L.) **The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico**, Rio das Piedras, v. 71, n. 1, p. 33-41, 1987.
75. PASCHOALINO, J.E.; ROSENTAL, A.; BERNHARDT, L.W. **Processamento de hortaliças**. Campinas: ITAL, 1994. 70p. (Manual Técnico, 4).
76. PATASHNIK, M. A Simplified procedure for thermal process evaluation. **Food Technology** Chicago, v. 7, n. 1, p. 1-6, Jan. 1953.
77. QUAIST, D.G. **Cálculo da intensidade de esterilização e de cozimento de alimentos**. Campinas: ITAL, 1976. 59p. (Instruções técnicas, 10).
78. QUAIST, D.G.; SILVA S.D. Temperature dependence of the cooking rate of dry legumes **Journal of Food Science**, Chicago, v. 42, n. 2, p. 370-374, 1977.
79. RACKIS, J.J. Biological and physiological factors in soybeans. **Journal of the American Oil Chemists Society**, Chicago, v. 51, n. 1, p. 161-174, Jan., 1974.
80. RAO, B.S.; PRABHAVATHI, T. Tannin content of foods commonly consumed in India and its influence on ionizable iron. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 33, n. 1, p. 89-96, 1982.
81. RECOMMENDED DIETARY ALLOWANCES. **Subcommittee on the Tenth Edition of the RDAs**, Food and Nutritional Board, Commission on Life Sciences, National Research Council. 10.ed., Washington, 283p. 1989.
82. REYES-MORENO, C.; PAREDES-LÓPEZ, O. Hard-to-cook phenomenon in common beans – a review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Cleveland, v. 33, n. 3, p. 227-286, 1993.
83. SALES, A.M.; BRAGA, N.R.; DRAETTA, I.S.; MORI, E.E.M.; TRAVAGLINI, M.M.E.; PIZZINATTO, A. Feijão - guandu. I Avaliação organoléptica e nutricional para fins de alimentação humana. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 17, n. 2, p. 147-180, abr. jun., 1980.

84. SALUNKHE, D.K.; CHANCELLOR, V.; CHAVAN, J.K; KADAM, S.S. Pigeonpea as an important food source. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Cleveland, v. 23, n. 2, p. 103-145, 1986.
85. SCHWARTZ, S.J.; VON ELBE, J.H. Kinetics of chlorophyll degradation to pyropheophytin in vegetables. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 48, n. 4, p. 1303-1306, July Aug., 1983.
86. SHELEF, L.A.; MORTON, L.R. Soybean protein foods; use and acceptance in institutional feeding. **Food Technology**, Chicago, v. 30, n. 4, p. 44-50, Apr., 1976.
87. SIEGEL, A.; FAWCETT, B. **Food legume processing and utilization**. Ottawa: IDRC, 1976. 88 p.
88. SIKKA, K.C.; GUPTA, A.K.; SINGH, R.; GUPTA, D.P. Comparative nutritive value, amino acid content, chemical composition, and digestibility in vitro of vegetable – and grain – type soybeans **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Santa Monica, v. 26, n. 2, p. 312-316, Mar. Apr., 1978.
89. SILVA, M.T.R.; MORAES, R.M.; TEIXEIRA, J.P.F.; MASCARENHAS, H.A.A. Variação da composição química de grãos de soja “Santa Rosa” durante o seu desenvolvimento. **Bragantia**, Campinas, v. 40, n. 2, p. 11-19, fev., 1981.
90. SINGH, U.; JAIN, K.C.; JAMBUNATHAN, R.; FARIS, D.G. Nutritional quality of vegetable pigeonpeas [*Cajanus cajan* (L.) Millsp.]: Dry matter accumulation, carbohydrates and proteins. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 49, n. 3, p. 799-802, 1984.
91. SLUMP, P.; SCHREUDER, H.A.W. Oxidation of methionine and cystine in foods treated with hydrogen peroxide. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 24, n. 6 p.657-661, 1973.
92. SNOW, J.T.; FINLEY, J.W.; KOHLER, G.O. A kinetic study of the bisulphite reduction of methionine sulfoxide to methionine. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 27, n. 7, p. 649-654, 1976.

93. SNYDER, H.E.; KWON, T.W. **Soybean utilization**. New York: AVI Book, 1987. 346p.
94. STANDAL, B.R. Nutritional value of proteins of oriental soybean foods. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 81, p. 279-285, 1963.
95. TANIMURA, W; KAMOI, I.; OBARA, T. Study on trypsin inhibitor in soybean foods. III. Distribution of trypsin inhibitors in green soybean (edamame) during cultivation. **Journal for Japanese Society of Food Science and Technology**, Tokyo, v. 27, n. 5, p. 245-251, 1980.
96. TANNENBAUM, S.R.; BARTH, H.; LE ROUX, J.P. Loss of methionine in casein during storage with autoxidizing methyl linoleate. **Journal Agricultural Food Chemistry**, Santa Monica, v.17, n. 6, p.1353-1354, 1969.
97. TAVARES, J.T.Q.; TAVARES, D.Q.; MIRANDA, M.A.C. Enzymic analysis of soya beans lacking lipoxigenases. **Journal Science Food Agriculture**, London, v. 62, n. 2, p. 207-208, 1993.
98. TEIXEIRA, J.P.F. Espécies leguminosas como fontes alternativas de proteína vegetal para alimentação. **O Agrônômico**, Campinas, v. 38, n. 3, p. 257-264, 1986.
99. TEIXEIRA NETO, R.O.; JUNQUEIRA, V.C.A. Sistema de análise de perigos e pontos críticos de controle aplicado à indústria de alimentos termicamente processados embalados hermeticamente e estáveis em temperatura ambiente In: GERMER, S.P.M.; MOURA, S.C.S.R.; LEITÃO, M.F.F.; JUNQUEIRA, V.C.A.; TEIXEIRA NETO, R.O.; GONÇALVES, J.R.; JARDIM, D.C.P.; VITALI, A.A. **Princípios de esterilização de alimentos**. 2.ed. Campinas: ITAL, 1995. Cap. 2, p. 23-33. (Manual Técnico, n.10).
100. TROCCOLI, I.R. Oferta e demanda. **Agroanalysis**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 1, p 34-35, jan., 1997.

101. VALLE-GONZALEZ, R.; BEALE-COSÍO, A. Lack of response of pigeon pea (*Cajanus cajan* L. Huth) to N and K fertilizer on a mollisol of Puerto Rico's southern coastal plains. **The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico**, Rio das Piedras, v. 75, n. 1, p. 89-92, 1991.
102. VIEIRA, R.F.; SALGADO, L.T. A cultura do guandu. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 16, n. 174, p. 52-60, 1992.
103. VITALI, A.A.; GERMER, S. P. M. Otimização da esterilização de alimentos. In: GERMER, S.P.M.; MOURA, S.C.S.R.; LEITÃO, M.F.F.; JUNQUEIRA, V.C.A.; TEIXEIRA NETO, R.O.; GONÇALVES, J.R.; JARDIM, D.C.P.; VITALI, A.A. **Princípios de esterilização de alimentos**. 2.ed. Campinas: ITAL, p. 75-85, 1995. (Manual Técnico, 10).
104. WOLF, W.J.; COWAN, J.C. Soybeans as a food source. **Critical Reviews in Food Technology**, Palo Alto, v. 2, p. 81-158, Apr. 1971.
105. YADAV, P. Amino acid composition of developing pigeon pea (*Cajanus cajan*) seeds. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Santa Monica, v. 31, n. 6, p. 1360-1362, 1983.

CAPÍTULO 2

HARVESTING AND CANNING OF GREEN SOYBEANS [*Glycine max* (L.) Merrill] FOR THE BRAZILIAN MARKET

SYNOPSIS

A new soybean cultivar (IAC PL-1) which offers high levels of protein and palatability was developed. The pods of the 1995/1996 crop were harvested 48, 55, 61, 64, and 85 days after flowering, and the beans shelled and canned. The best colour retention and texture were obtained after 4-5 minutes of sterilization at 121°C. The lipid and protein contents varied from 16 and 40% to 20 and 44% for the first and last harvests, respectively. The increase in dry matter was continuous, and harvest up to the eighty-fifth day after flowering is perfectly acceptable to obtain the maximum quantity of biomass while retaining an acceptable colour and texture.

1. INTRODUCTION

There has recently been a world-wide effort to supply green soybeans as a staple food, but this product is basically unknown by the Brazilian consumer (1,2). Although the Brazilian agroindustry produces large quantities of soybeans, these are processed and consumed almost exclusively as oil and protein supplements. The population rarely consumes the whole beans, and the young green beans are basically unavailable on the market. The high oil content of many cultivars lends a rather strong and unpleasant taste to the fresh product, but the development of a new cultivar (IAC PL-1) with higher protein levels (and consequently a lower oil content) presents a better palatability and has raised expectations. Since fresh soybeans are unknown in the traditional diet, an attempt is being made to introduce them as part of a more "modern" diet. Brazilians tend to experiment with new products when introduced in cans or other "modern" types of packaging, and it is hoped that once accustomed to the canned product, the consumer will be willing to try the fresh version.

2. MATERIAL AND METHODS

2.1 Material

An experimental area of the Agronomic Institute of Campinas (IAC) measuring 500m² was planted with IAC PL-1 in ten rows on 7 November, 1995, with the first pesticide application occurring seventy days after planting. Five sequential harvests were made in order to obtain samples of the beans in different phases of development, from the earliest to mature, primarily yellow, beans. The first harvest took place on day 48 after flowering (DAF), followed by harvests on days 55, 61, 64 and 85 DAF. The total dry matter, as well as protein and lipid contents of each harvest, were determined for the soybeans.

2.2 Canning and Sterilization

The fresh beans, still in the pods, were blanched in water at 90°C for 2 minutes prior to manual shelling. Samples of 180g of beans were put into cylindrical metal cans of 350 ml capacity which were then filled with boiling 1.5% brine and immediately sealed and sterilized. The thermal process in the autoclave was monitored by thermocouples located at the slowest heating point of the cans, approximately a third of the height from the base (3).

2.3 Optimization of Colour and Texture

Three temperatures (116, 118 and 121°C) were used for sterilizing the first lot to determine the most appropriate temperature for maintaining the colour and texture of the beans. Colour was determined by spectrophotometry of the reflection of light from a well-packed layer of thermally-processed beans (Lab Hunter System). The firmness of the canned beans was measured with a TAXT-2 texturometer provided with a 40° conical probe at 1 mm/sec penetration to 2 mm depth. Texture was also evaluated by a panel of 12 judges (4).

3. RESULTS AND DISCUSSION

The Brazilian rejection of dried soybeans encouraged attempts to harvest the crop as soon as possible; however, harvest should take place only after the dry mass has increased to an acceptable economic level. The present study shows that harvest can take place any time up to 85 DAF, since the biomass has increased to 84%, while the beans are still tender and the colour is still acceptable (Figure 1); lipids and proteins also continued to be synthesized until this time (Table 1).

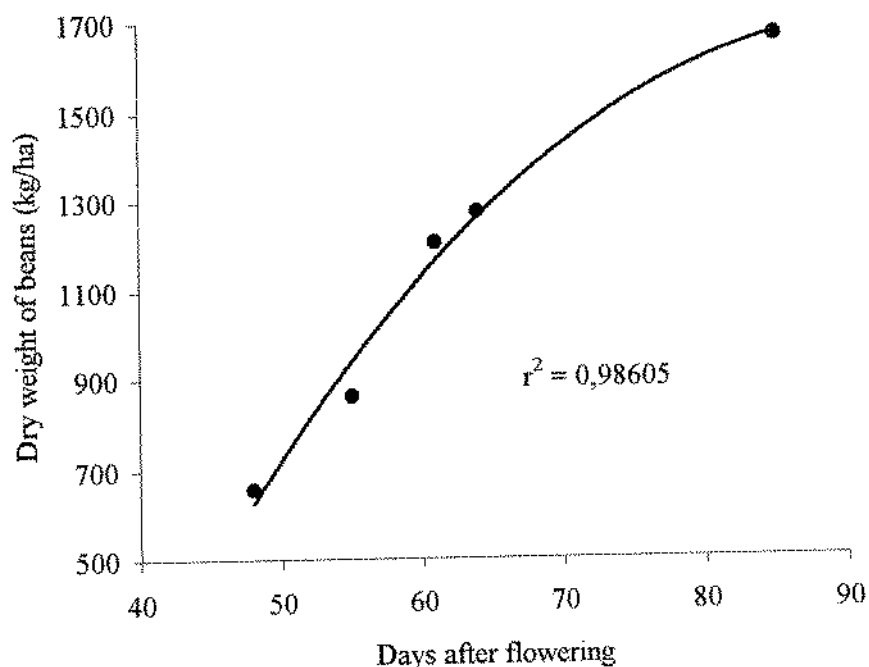


Figure 1. Dry weight of soybeans at the five periods of harvest.

Table 1. Composition of fresh and canned soybeans for the five harvests

Days after Flowering	Fresh soybeans (%)			Canned soybeans (%)		
	Moisture ¹	Lipids ²	Proteins ³	Moisture ¹	Lipids ²	Proteins ³
48	74	16	40	79	21	38
55	70	17	40	75	23	37
61	66	18	42	72	24	39
64	63	18	42	71	24	40
85	16	20	44	67	24	44

¹Moisture measured by dry weight determination (5)

²Dry basis; lipids determined by Bligh & Dyer method (6)

³Dry basis; proteins determined by semimicro Kjeldahl test (5)

Since there was no sudden loss of firmness at higher temperatures when processing the initial harvest, and since the samples demonstrated the best colour and luminosity after treatment at 121°C, further harvests were processed at this temperature (Table 2).

Table 2. Color and firmness of soybeans dehulled 48 DAF and processed at different temperatures along with corresponding scores from sensory evaluation. The luminosity (L) was preserved throughout the thermal process, but a greener colour (a) was achieved at 121°C. The level of yellow (b) did not conceal the green colour.

Thermal Process (°C)	Colour Hunter units			Texture score	
	L	a	b	Texturometer	Sensory
116	41.53 ^a	0.05 ^b	20.35 ^a	40.5 ^a	3.6 ^a
118	42.41 ^a	0.25 ^b	20.66 ^a	38.5 ^a	6.6 ^b
121	42.51 ^a	-1.15 ^a	20.79 ^a	37.4 ^a	5.2 ^{ab}

^{ab} Statistical significance of the averages

*Scores from zero (too tough) to 10 (too soft), with 5 = perfect texture

The present study suggests that, under these experimental conditions harvesting 85 days after flowering and treating for 4-5 minutes at 121°C the resultant product was attractive in colour, texture and palatability and should find acceptance in Brazil.

4. REFERENCES

1. DESHPANDE, S. S. Food legumes in human nutrition: a personal perspective, Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 1992, 32 (4):333-363.
2. PANIZZI, M. C. Desenvolvimento de cultivares de soja adaptadas para consumo *in natura* e para a indústria de alimentos III CISOJA. Ciclo de debates sobre perspectivas da soja, SP, 1987, 143-147.
3. PRINCÍPIOS DE ESTERILIZAÇÃO DE ALIMENTOS. Manual Técnico nº 10, 1995, Gonçalves J. R. ed Campinas, 123pp.
4. STONE, H. & SIDEL, J. L. Sensory evaluation practices, 1985, Academic Press Inc., 311pp.
5. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official methods of analysis. 1975, 12 ed Horwitz, W. ed. Washington, 1094pp.
6. BLIGH, E. G. & DYER, W. J. A. Rapid method of total lipid extraction and purification. Canadian Journal of Biochemistry Physiology, 37:911-917, 1959.

CAPÍTULO 3

ENSAIO TECNOLÓGICO E SENSORIAL DE SOJA [*Glycine max* (L.) Merrill] ENLATADA EM ESTÁDIOS VERDES E NO ESTÁDIO DA MATURAÇÃO DE COLHEITA

RESUMO

Foi estudada a viabilidade de consumo do cultivar de soja IAC PL-1 enlatado como grão verde e sua melhor época de colheita para enlatamento. Para tanto procederam-se cinco colheitas a partir do 48º dia após a floração (DAF) até a extinção da coloração verde. O processamento iniciou-se pelo branqueamento das vagens, debulha e enlatamento. Aos cinco lotes obtidos adicionou-se um sexto lote para estudar o efeito do armazenamento. Para qualificar os seis lotes de grãos enlatados foram efetuadas medidas de peso, cor, textura e características do líquido de enlatamento. Foram realizados estudos das propriedades sensoriais dos grãos enlatados para dimensionar a aceitação pela degustação e aparência. O enlatamento foi otimizado para 121°C com tempo de esterilização no entorno de 4 minutos. A maturidade fisiológica dos grãos ocorreu entre o 61º ao 64º DAF. O processo térmico conservou a cor verde dos grãos enlatados e não induziu perda expressiva da massa dos grãos; a textura firme dos grãos aumentou com a maturação. Os provadores demonstraram boa aceitação dos produtos e não ocorreu preferência em relação aos estádios de maturação. O trabalho conclui que grãos verdes de soja IAC PL-1 proporcionam enlatados com boas características técnicas e gustativas. Foi observado que grãos colhidos no ponto convencional de maturação, armazenados e enlatados obtiveram boa aceitação gustativa, concluindo-se que o cultivar IAC PL-1 é também adequado para o consumo enlatado após o armazenamento.

Palavras-chave: soja enlatada, estádios de maturação, avaliação sensorial, processamento térmico.

SUMMARY

TECHNOLOGICAL AND SENSORIAL ASSAY OF SOYBEAN [*Glycine max* (L.) Merrill] CANNED AT GREEN STAGES AND AT HARVEST MATURATION STAGE. It was investigated the consumption possibility of the soybean cultivar IAC PL-1 canned as green grain and its best harvest time for canning. Five harvests were processed from the 48th day after flowering (DAF) until extinction of the green coloration. The canning procedure started by pod bleaching, dehulling and canning. To the five lots obtained, a sixth lot was added to study the effect of storage. To qualify the six lots of canned grains, measures of weight, color, texture were done, as well as characteristics of canning liquid. Studies of the sensorial properties of canned grains to dimensionate both acceptance and aspect was performed. Canning was optimized to 121°C with sterilization time around four minutes. Grains physiological maturity took place between 61st to 64th DAF. The heat process conserved the green color of canned grains and did not induce significant loss of the mass of grains; the firm texture of grains increased with maturation. The tasters showed good acceptance of the products and there was no preference concerning the maturation stages. The work concluded that green grains of soybean IAC PL-1 provide canned products with very good technical and taste characteristics. It was found that grains harvested at the conventional maturation point stored and canned obtained good taste acceptance, following that the cultivar IAC PL-1 is also suitable to consumption canned after storage.

Key words: canned soybean, maturation stages, sensorial properties, heat processing

1 — INTRODUÇÃO

O Brasil é o segundo maior produtor mundial de soja, com uma produção em 1995/96 de 23.190.000 toneladas de soja em grão (TROCCOLI, 1997) vindo após aos EUA.

Leguminosas, mais especificamente a soja [*Glycine max* (L.) Merrill], são colhidas geralmente quando seus grãos atingem o conteúdo máximo de matéria seca, após terem atingido a maturidade fisiológica por algum tempo, devido principalmente as facilidades de colheita e de armazenamento dos grãos. Entretanto, antecipando a colheita, ainda no estágio verde, as leguminosas podem ser consumidas na alimentação humana, podendo apresentar considerada aceitabilidade, devido ao paladar suave, textura macia e coloração verde atraente

(RASMUSSEN, 1978; BOURGES, CAMACHO & BANAFUNZI, 1981; MASUDA, HASHIZUME & KANEKO, 1988 e MBUVI & LITCHFIELD, 1994).

A proteína de leguminosas colhidas no início da maturidade fisiológica, estágio verde, equipara-se à dos grãos no estágio de maturação de colheita em quantidade e qualidade. São ainda fontes de minerais, principalmente cálcio, fósforo e ferro. Devido ao frescor característico, os grãos verdes de leguminosas contêm quantidades satisfatórias de vitaminas, dentre elas: vitaminas A, C, tiamina e riboflavina, (SINCLAIR, VETTEL & DAVIS, 1977 e PANIZZI, 1987). Assim como para o uso dos grãos maduros, os verdes também necessitam de calor adequado para a eliminação da maioria dos fatores antinutricionais, antes de serem consumidos (LIU & MARKAKIS, 1987).

O enlatamento do grão fresco é uma forma de preservação da coloração verde característica e garante o consumo em qualquer época do ano, principalmente na entressafra (SIEGEL & FAWCETT, 1976 e ISLAM & LEA, 1979). O processamento térmico que proporcionar uma intensidade satisfatória de esterilização terá como objetivo conservar as características nutricionais e sensoriais do produto (GUPTE & FRANCIS, 1964; SIEGEL & FAWCETT, 1976; QUAST & SILVA, 1977; ABBATEMARCO & RAMASWAMY, 1994 e GERMER *et al*, 1995).

As propriedades sensoriais e o comportamento do consumidor são às vezes responsáveis pela geração de idéias para a criação de novos produtos industriais alimentícios (SIDEL & STONE, 1993 e CONNER *et al*, 1994). Atributos tais como sabor, textura, cor e dimensão de grãos, podem ser elementos desejáveis em um novo produto deste tipo (CAMPOS & SARTORI, 1988).

Frente a disponibilidade e à viabilidade do consumo de leguminosas ainda no estágio verde e no ponto de maturação de colheita, o presente trabalho teve como objetivos: estabelecer para a soja IAC PL-1 a época ideal de colheita e enlatamento no estágio verde, mediante estimativa da produção de massa/área de plantio, tamanho e peso de grãos e características físicas dos grãos verdes enlatados; determinar o tempo ideal de esterilização (F_0) com conservação de cor e textura adequadas; determinar várias características físicas dos produtos enlatados verdes e enlatados após a extinção da cor verde; apresentar os perfis de

aceitação de todos os produtos enlatados, mediante análise sensorial e estabelecer as diferenças associando-as com o armazenamento e a presença ou ausência de maceração no grão maduro.

2 – MATERIAL E MÉTODOS

2.1 *Matéria-prima: colheitas, produtividade e hidratação dos grãos de soja*

Os dados climatológicos da época de cultivo da soja, novembro de 1995 a abril de 1996 tiveram as seguintes médias: pluviométrica 6,2mm; temperaturas máxima e mínima diária, 29,4°C e 19,0°C e total diário de insolação de 6,8 horas. Foram utilizados grãos de soja cultivar IAC PL-1, provenientes do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), SP. A soja foi plantada em 700m² (100 x 7m), sendo estruturada em 14 linhas, cada linha com 0,5m de largura. Foram considerados 500m² internos para colheita e desprezaram-se as bordas. O plantio ocorreu em 7/11/95; o ponto médio do florescimento foi em 24/01/96. As colheitas ocorreram em cinco épocas, sendo quatro colheitas no estágio verde ao 48°, 55°, 61°, 64° dia após a floração (DAF), nas respectivas datas de 12, 19, 25 e 28/03/96 e a última colheita, após a extinção da cor verde, no 85°DAF em 18/04/96 (cronograma de plantio e colheita da soja - ANEXO 2 a).

Para cada colheita de soja realizou-se quatro repetições. Delimitaram-se aleatoriamente vinte canteiros homogêneos medindo cada um 15m². A época da 1ª colheita correspondeu ao estágio R 6 e a última ao estágio R 8 estabelecidos por FEHR *et al* (1971). Foram realizadas duas pulverizações na plantação da soja, sendo a primeira no início do florescimento (no 70º dia após o plantio) e a segunda 17 dias após a primeira aplicação. O fluxograma a seguir (*Figura 1*) esclarece as etapas dos procedimentos que elaboraram seis lotes distintos de enlatados.

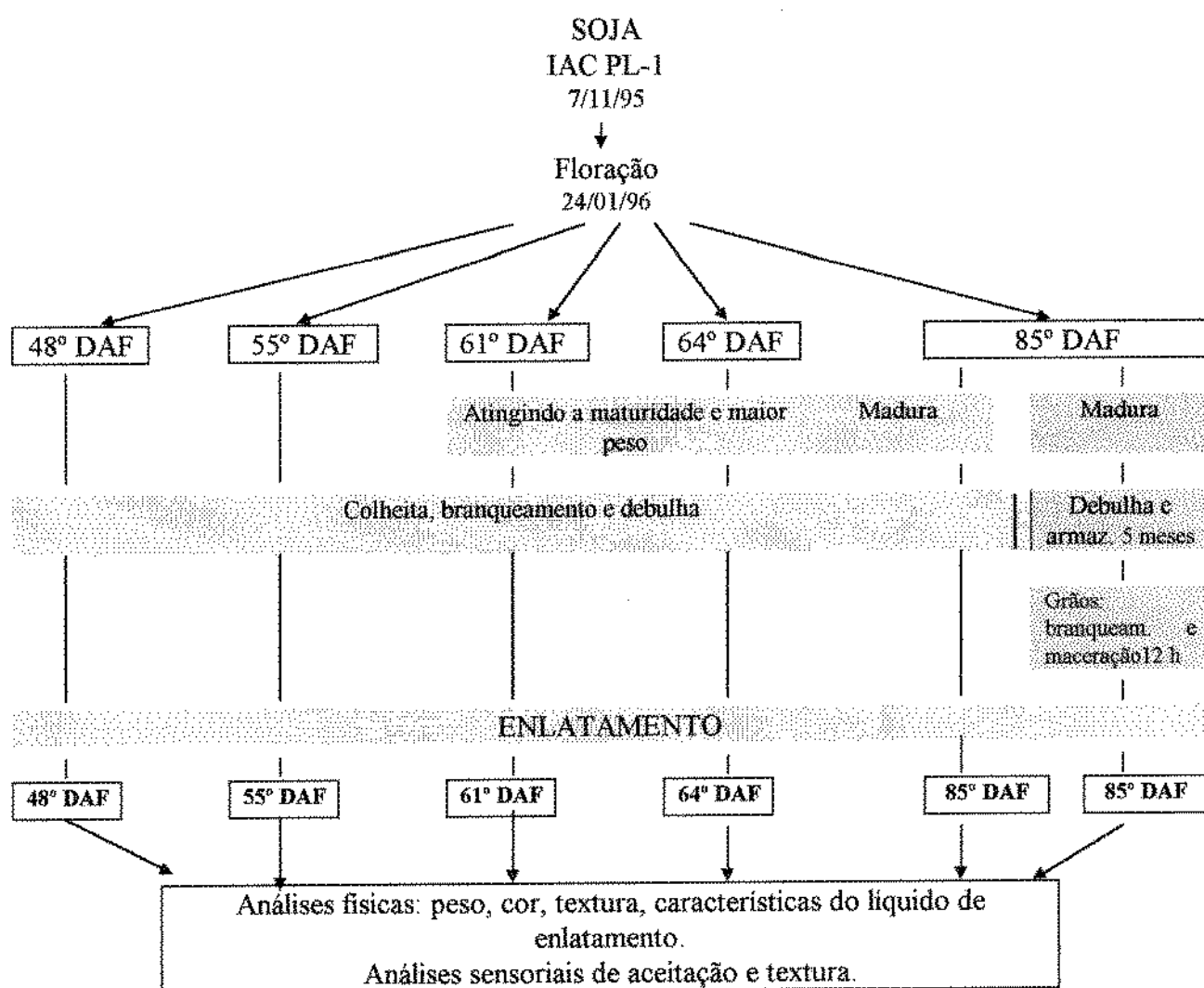


FIGURA 1. Fluxograma dos procedimentos gerais realizados com a soja em diferentes épocas de colheitas, estabelecidas em dia após a floração, DAF, e das análises realizadas.

A produtividade foi avaliada para cada época de colheita. Calculou-se a produção dos grãos frescos imediatamente após o corte das plantas de cada um dos lotes (quatro repetições por colheita) de área conhecida (15m^2) quando todas as vagens foram colhidas e pesadas. Em seguida pesou-se, em triplicata, cerca de 1 Kg de vagens de cada canteiro ou repetição e debulhou-se cuidadosa e manualmente as vagens. Os grãos foram pesados, e efetuados os cálculos de produção/área, assim como o rendimento do peso do grão fresco em relação ao da vagem (%).

O peso médio de 100 grãos frescos foi obtido, através de oito pesagens. Mediram-se (em mm) os comprimentos, larguras e espessuras dos grãos frescos, através de quinze amostras por canteiro.

A umidade determinada nos grãos crus, macerados e enlatados, foi obtida pela matéria seca, quando submetida ao aquecimento (105°C), até peso constante, (AOAC, 1990).

A hidratação dos grãos maduros foi efetuada segundo os padrões usuais KADER (1995), salvo a introdução do branqueamento antes da hidratação.

2. 2 Dimensionamento do processamento térmico para o enlatamento dos grãos

A soja foi enlatada na planta piloto do Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL) de Campinas, SP. O enlatamento de cada lote (época de colheita) ocorreu no dia subsequente ao da colheita. Foram utilizadas embalagens metálicas, latas de três peças, corpo, tampa e fundo, eletro-soldadas, com 73mm de diâmetro x 95mm de altura (capacidade 350ml), possuindo o corpo confeccionado em folha cromada, estando a solda interna protegida com verniz epóxi.¹

A autoclave foi do tipo vertical fixa, vapor saturado foi utilizado como meio de aquecimento sem sobrepressão. A instrumentação de controle e o desenho da autoclave se encontravam de acordo com as normas do *Food and Drug Administration* (FDA).

As etapas de enlatamento da soja verde e madura, foram as seguintes: colheita, branqueamento das vagens (imersão das vagens em água à 90-95°C por 2 minutos, e resfriamento), debulha manual, lavagem e drenagem dos grãos, enchimento (180g de grãos e salmoura fervente de NaCl à 1,5%), exaustão, recravação, processamento térmico e resfriamento.

Um último lote de grãos de soja maduro e armazenado por 5 meses em câmara (à 25°C e 50-60% de umidade relativa do ar) foi branqueado e a seguir macerado por 12 horas, recebendo a mesma sequência de procedimentos para o enlatamento.

Foi efetuado o levantamento da curva de penetração de calor e o cálculo do valor da intensidade de esterilização, F_0 (em minutos). Para cada enlatamento, referente à cada época de colheita, foram obtidas as curvas de penetração de calor pelo monitoramento do ponto frio da lata, localizado a 1/3 da altura desta, por um sistema de aquisição de dados composto por: termopar de baquelite cobre-constantan, aquisitor de dados com conversor analógico digital de 16 Bits. Cinco latas eram monitoradas e dois termopares colocados na autoclave mediam a

¹ As latas foram gentilmente cedidas pela Metalúrgica Matarazzo, S. A., SP.

temperatura do meio. Os seguintes dados foram registrados: temperatura inicial do produto, temperatura dos pontos frios da lata e da autoclave em intervalos de 1 minuto. O cálculo do F_0 da embalagem cuja temperatura subia mais lentamente, foi realizado concomitantemente ao processamento. O aquecimento foi interrompido quando o F_0 de aquecimento calculado era aproximadamente 3 minutos.

Para o enlatamento da primeira colheita foram realizadas três temperaturas de ensaio: 116, 118 e 121°C. Baseado na textura e na cor dos grãos, selecionou-se a temperatura de 121°C, para os processamentos das demais colheitas. O tempo F_0 foi calculado pelo método de PATASHNIK (1953).

$$F_0 = \sum TL \cdot t$$

onde:

$$TL = \text{Taxa Letal} = 10^{\left(\frac{T - T_{\text{referencia}}}{z}\right)} \quad \text{sendo:}$$

T = temperatura obtida durante o processo; $T_{\text{referencia}} = 121,1^\circ\text{C}$; $z = 10^\circ\text{C}$ (do *C. botulinum*) e t (intervalo de registro da temperatura) = 1 minuto.

O tempo de cozimento, C (ou seja valor de F relativo ao cozimento), foi calculado segundo o método citado em QUAST (1976), admitindo como parâmetro cinético de cozimento um z igual a 20°C e uma temperatura de referência igual a 100°C (QUAST & SILVA, 1977). O método empregado foi de PATASHNIK (1953).

2.3 Peso dos grãos antes e após o enlatamento. Caracterização do líquido de enlatamento e da textura objetiva dos grãos

O peso dos grãos drenados e da salmoura foi efetuado para todos os lotes de produtos enlatados. O vácuo foi medido através de um vacuômetro e expresso em polegadas de Hg. Para conhecer o espaço livre, mediu-se a distância entre a superfície do líquido de enlatamento até o topo da flange da lata. O pH do líquido dos enlatados foi medido com potenciômetro. A turbidez do líquido de enlatamento foi medida indiretamente, em transmitância, à 550 nm em espectrofotômetro digital (*Micronal B 342 II*) e as leituras foram

feitas em triplicatas. Os taninos no grão e no líquido de enlatamento foram avaliados pelo método de Folin-Dennis AOAC, (1990).

A textura objetiva dos grãos foi obtida através do Texturômetro TAXT-2, utilizando cone acrílico de 40° o qual movimentava-se às velocidades de 1mm/segundo e 2mm/segundo de penetração conforme KRAMER & SZCZESNIAK (1973). As leituras foram feitas em quinze repetições.

2.4 Cor dos grãos de soja pós-enlatamento, absorção de água, perda de sólidos e viscosidade do líquido de enlatamento

A cor foi determinada em triplicatas no espectrofotômetro (COMCOR 1500 Plus), utilizando o iluminante C, sistema Lab Hunter, ângulo de observação de 10°, leitura por reflexão e abertura normal (configuração DREOL), onde os parâmetros de leitura foram: luminosidade (L), vermelho (+a), verde (-a), amarelo (+b), e azul (-b), conforme FRANCIS & CLYDESDALE (1975). Os grãos foram selecionados e colocados em cubeta de 83mm de diâmetro e 53mm de altura, com fundo de quartzo, sendo acomodados, observando o nivelamento e redução de espaço intersticial.

A intensidade de absorção do líquido de enlatamento pelos grãos (%) e a perda de sólidos totais (%) foram obtidas indiretamente calculando o peso seco e o teor de água (g) antes e após o enlatamento.

A viscosidade do líquido de enlatamento dos vários lotes foi determinada por viscosímetro (Brookfield) à temperatura ambiente (25°C). As leituras foram feitas em triplicatas e expressas em Centipoise (cP). Utilizou-se 20ml de salmoura em 20 segundos de rotação/leitura.

2.5 Análises sensoriais

O Teste de Aceitação dos produtos em função de suas características sensoriais percebidas através da *degustação* e avaliação da *aparência* foi efetuado através de Escala Hedônica estruturada em 9 pontos (*ANEXO 3 b e c*), utilizando-se uma equipe não treinada de 30 provadores, consumidores potenciais de leguminosas (STONE & SIDEL, 1985).

O delineamento experimental utilizado para a degustação dos grãos enlatados foi o de blocos completos casualizados, com relação aos provadores, os quais avaliaram todas as amostras. As amostras foram avaliadas de forma monádica, ou seja o provador recebia para a avaliação uma amostra de cada vez, avaliando-as em cabines individuais, iluminadas com luz vermelha. As amostras foram avaliadas à temperatura ambiente (25°C), e em quantidade de 6 a 8 grãos (± 2 a 3g), colocados em recipientes de coloração escura, identificados por códigos numéricos de três dígitos. Os provadores avaliaram as amostras em três sessões individuais, sendo as amostras alocadas em cada sessão, de forma completamente aleatorizada. Para o teste de aparência dos grãos, as amostras foram apresentadas simultaneamente, fora da cabine, com iluminação branca, em recipientes de coloração branca e identificados em códigos de três dígitos. O delineamento experimental utilizado para o teste de aparência foi o de blocos completos. Para complementar o teste de aceitação dos produtos solicitou-se aos 30 provadores comentários sobre os atributos apreciados e os não apreciados, os quais foram tabulados e graficados.

Conforme apresentado na *Figura 1*, as sojas no estágio de maturação de colheita constituíram 2 subgrupos: o primeiro foi colhido, branqueado na vagem, debulhado e enlatado; o segundo foi colhido e após debulha foi armazenado durante 5 meses em câmara específica. Antes do enlatamento, estes grãos foram branqueados e macerados em água por 12 horas.

Um segundo teste sensorial, intitulado Teste de Diferença do Controle, foi conduzido para verificar se havia diferença sensorial entre os tratamentos recebidos pela soja madura, após a extinção da cor verde. Neste estudo o delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos, com duas repetições. A degustação e a aparência foram realizadas seguindo-se os mesmos procedimentos utilizados nos testes precedentes. As fichas de avaliação utilizadas encontram-se no *ANEXO 3 f e g*.

A amostra de grãos enlatados sem maceração logo após a colheita foi utilizada como padrão. A ordem de avaliação de cada amostra foi aleatorizada para cada provador e os resultados analisados segundo a análise de variância, aplicando-se o teste de Dunnett (SHIROSE, 1979).

Um terceiro teste sensorial, foi realizado para se avaliar a firmeza da soja enlatada em cada estágio de maturação. Os provadores que compuseram a equipe sensorial foram

previamente selecionados em função do poder discriminativo para perceber diferenças em amostras de soja apresentando diferentes graus de dureza. Desta forma, 14 provadores realizaram uma série de testes de Comparação Pareada, onde duas amostras de soja mostrando diferentes graus de dureza foram apresentadas aos provadores e estes, após degustá-las, deveriam indicar na ficha (*ANEXO 3 d*) a amostra mais firme. Provadores apresentando uma porcentagem de acertos igual ou superior a 80% foram selecionados para compor a equipe sensorial.

Treze provadores foram selecionados e em seguida treinados com amostras que exemplificavam os extremos de escala de maciez, obtidas no texturômetro TAXT-2. Finalmente, após o treinamento, os provadores avaliaram a maciez de soja enlatada em cada estágio de maturação, utilizando uma escala não estruturada de 9 cm ancorada nos extremos esquerdo e direito nos respectivos termos “pouca firmeza” e “muita firmeza” (*ANEXO 3 e*). Foram avaliadas cinco amostras de soja e o modelo foi o de blocos incompletos (COCHRAN & COX, 1966).

2.6 Análises estatísticas

Os delineamento inteiramente casualizado foi utilizado e os resultados foram analisados pela análise de variância e teste de Tukey ($p < 0,05$). Foi realizada regressão ou correlação quando necessário conforme PIMENTEL GOMES (1990), utilizando-se o pacote estatístico “SAS”.

3 – RESULTADOS

3.1 Matéria-prima: colheitas, produtividade e hidratação dos grãos de soja

A *Tabela 1* apresenta os valores médios da produção de grãos frescos (kg/ha) e o rendimento de peso do grão em relação à vagem inteira (%) das cinco colheitas de soja efetuadas. Apresenta ainda o peso de 100 grãos (g) (frescos e matéria seca), com suas dimensões, quais sejam, comprimento, largura, espessura (mm) e umidade (%).

TABELA 1. Características da soja IAC PL-1 em cinco colheitas.

DAF*	Produção grãos frescos Kg/ha	Rendimento: peso do grão em relação à vagem inteira (%)	Peso de 100 grãos		Dimensão dos grãos			Umidade (%)
			Frescos	Matéria Seca	Comprimento	Largura	Espessura	
			(g)	(g)	(mm)	(mm)	(mm)	
48°	2.495	39	27	7,07 ^d	11,5	7,6	4,7	74
55°	2.870	46	33	10,05 ^c	12,8	8,1	4,9	70
61°	3.505	50	37	12,86 ^b	13,4	8,3	5,4	66
64°	3.487	51	42	15,34 ^a	13,4	8,5	5,5	63
85°	1.995	66	20	16,37 ^a	9,1	7,4	5,3	16

*Dia após a floração

Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si ao nível de significância de 0,05 (Tukey).

Para verificar a relação entre DAF e produtividade expressa em kg/ha foi realizada a análise de regressão e o resultado está apresentado na *Figura 2*.

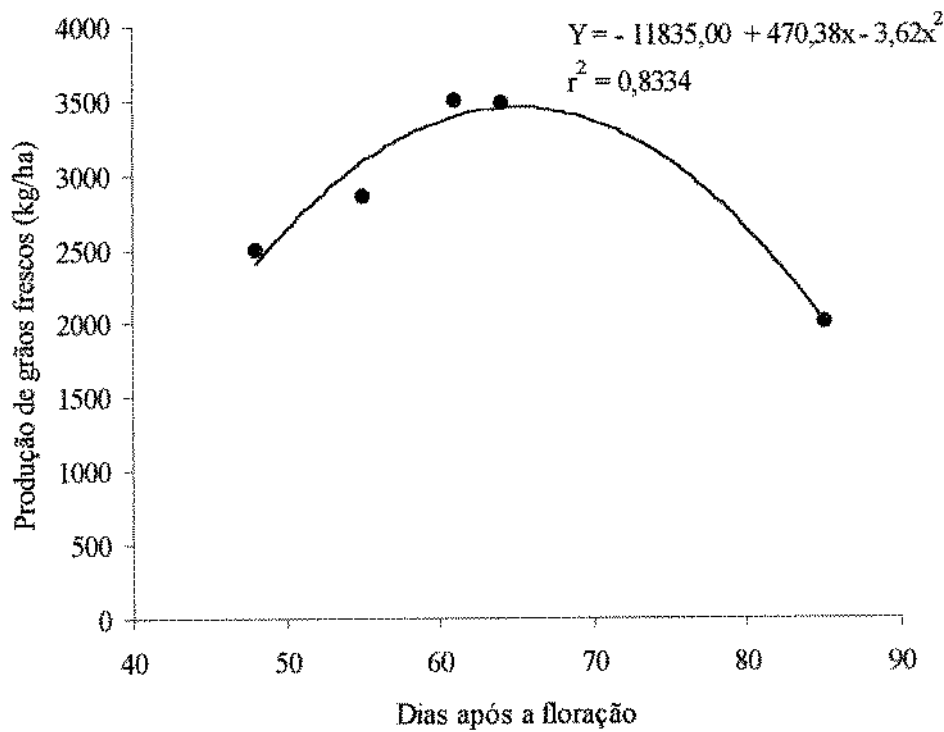


FIGURA 2. Relação entre dias após a floração e produtividade dos grãos de soja frescos (kg/ha).

A hidratação dos grãos maduros colhidos no 85° DAF e armazenados durante 5 meses não demonstrou ocorrência de grãos impermeáveis à água e a curva de hidratação efetuada após o branqueamento é apresentada na *Figura 3*.

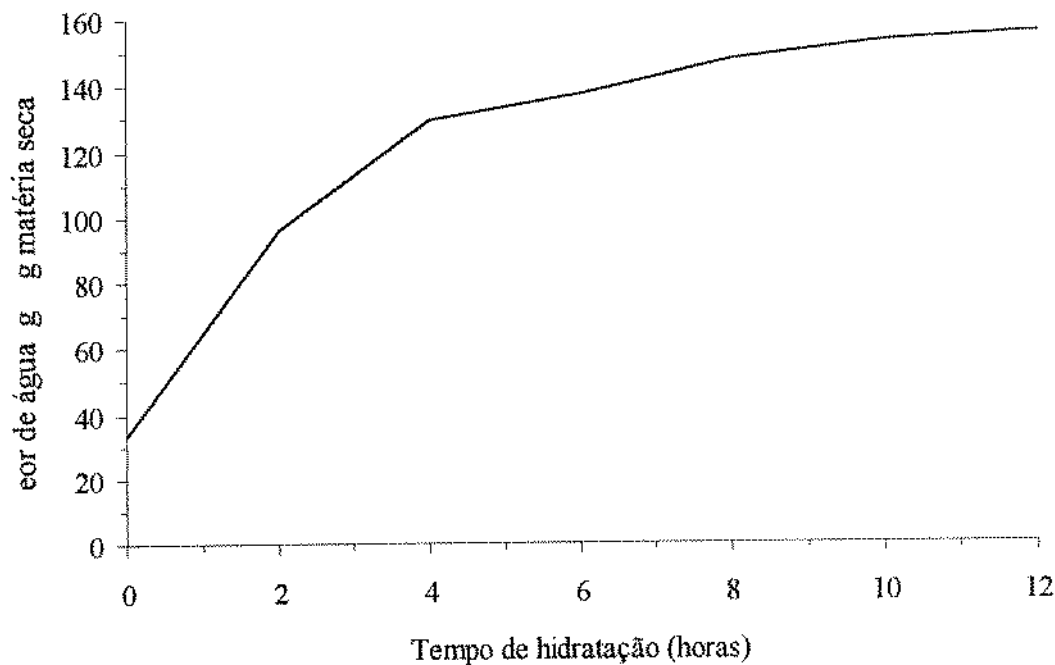


FIGURA 3. Hidratação dos grãos de soja maduros à temperatura de 25°C.

3.2 Dimensionamento do processamento térmico para o enlatamento dos grãos

A *Tabela 2* apresenta os valores da temperatura inicial do produto, temperatura de processo, tempo de aquecimento e intervalo de F_0 (tempo de esterilização) e C (tempo de cozimento), obtidos no processamento de seis lotes de soja.

TABELA 2. Condições operacionais dos processamentos térmicos no enlatamento da soja.

DAF*	Temperatura inicial do produto (°C)	Temperatura de processo (°C)	Tempo de processo*** (minutos)	Intervalo de F ₀ (minutos)	Intervalo de C. cozimento (minutos)
48°	74,3 - 78,1	121	6	3,3 - 3,4	60 - 66
55°	78,6 - 79,9	121	6	4,7 - 5,3	70 - 74
61°	80,3 - 84,4	121	6	4,1 - 4,2	57
64°	79,7 - 80,6	121	6	3,9 - 4,4	59 - 64
85°	77,8 - 77,9	121	6	4,7 - 5,2	74
85°**	68,9 - 69,2	121	7	4,1 - 4,8	63

* Dia após a floração. **grãos armazenados por 5 meses e macerados.

*** Tempo cronometrado do instante do atingimento da temperatura do processo até o início do resfriamento.

3.3 Peso dos grãos antes e após o enlatamento. Caracterização do líquido de enlatamento e da textura dos grãos

TABELA 3. Valores médios dos parâmetros físicos dos enlatados de soja após período médio de 6 meses de armazenamento, obtidos em cinco colheitas.

DAF*	Peso inicial dos grãos (g)	Peso bruto (g)	Vácuo pol. Hg	Espaço livre (mm)	Peso drenado (g)	Peso da salm. (g)	Peso líquido (g)	Peso drenado (%)	Taninos grãos enlatados mg/100g (matér. seca)	Líquido de enlatamento			
										pH	Transmitância à 550 nm	Cor	Taninos mg/100ml
48°	180,01	385,30	18,33	11,67	195,07	137,00	332,07	58,74 ^c	257	6,08	60	Esverd.	46,20
55°	180,14	388,20	19,67	11,00	209,17	127,03	336,20	62,25 ^{ab}	216	6,08	57	Esverd.	49,00
61°	180,00	391,60	19,67	11,00	204,70	135,40	340,10	60,19 ^{bc}	209	6,06	59	Ama/esv	46,20
64°	180,00	388,17	20,33	11,67	210,40	125,23	335,63	62,69 ^a	198	6,07	56	Ama/esv	52,08
85°**	180,00	373,70	16,00	16,67	192,80	127,83	320,63	60,13 ^{bc}	253	6,32	41	Ama/esv	56,28

*Dia após a floração. **Grãos macerados por 12 horas.

Médias nas colunas seguidas por letras iguais não diferem entre si ao nível de significância de 0,05 (Tukey).

A *Figura 4* apresenta a aparência do grão de soja enlatado, proveniente das cinco colheitas e a *Figura 5* a aparência dos grãos crus no 85° DAF, armazenados por cinco meses, macerados pós-branqueamento e enlatados.

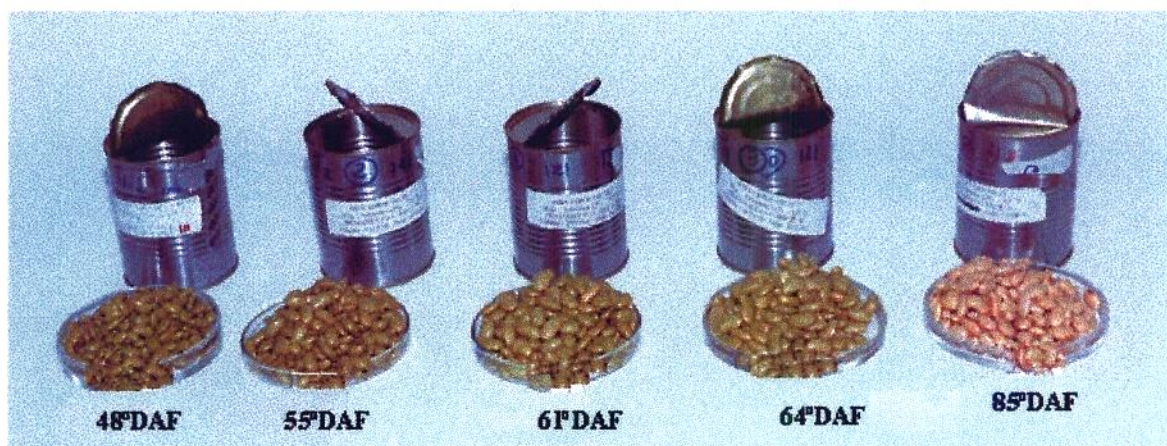


FIGURA 4. Aparência do grão de soja de cinco épocas diferentes de colheitas após o enlatamento.

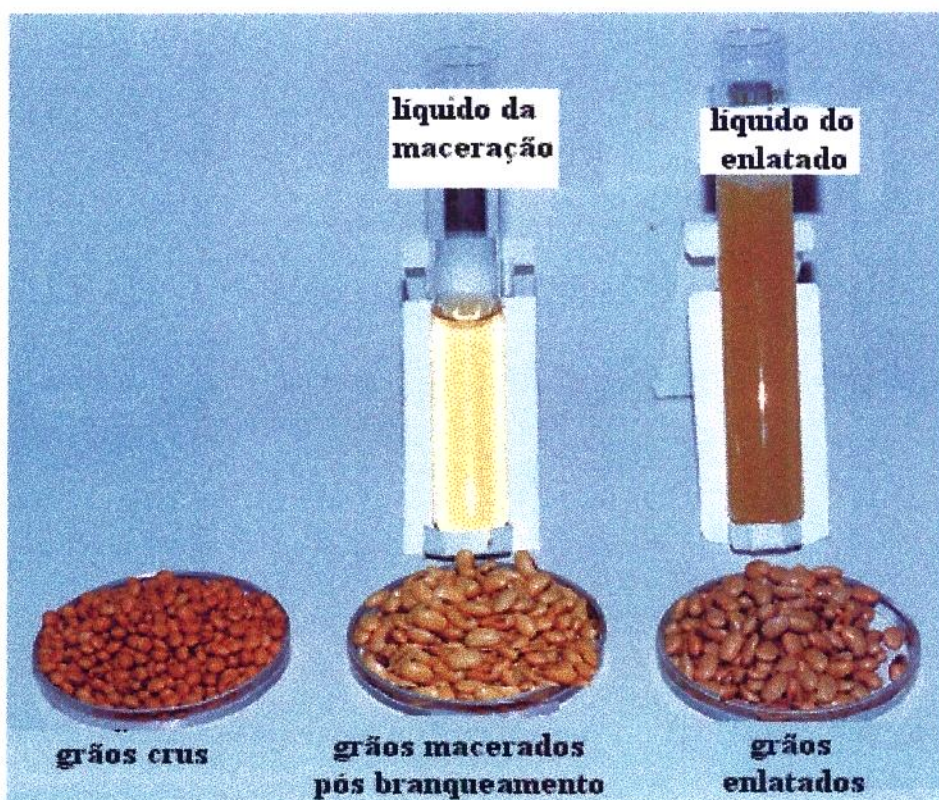


FIGURA 5. Grãos de soja maduros colhidos no 85º DAF, armazenados por cinco meses e enlatados após o branqueamento e maceração por 12 horas.

TABELA 4. Texturas objetivas e subjetivas de sojas enlatadas em diferentes dias após a floração.

DAF*	Textura	
	Texturômetro (g)**	Sensorial (notas)***
48°	42,20 ^c	3,50 ^e
55°	32,25 ^d	3,51 ^c
61°	56,51 ^b	5,29 ^b
64°	55,83 ^b	5,63 ^b
85°	75,87 ^a	7,03 ^a

*Dia após a floração. **Força medida no Texturômetro TAXT-2. *** (0 = pouca firmeza, 9 = muita firmeza)

Sublinhado = Grãos macerados por 12 horas.

Médias nas colunas seguidas por letras iguais não diferem entre si ao nível de significância de 0,05 (Tukey).

3.4 Cor dos grãos de soja pós-enlatamento, absorção de água, perda de sólidos e viscosidade do líquido de enlatamento

A *Tabela 5* apresenta a cor, pelo sistema Lab Hunter, dos produtos enlatados e a *Figura 6* evidencia a coloração dos líquidos de enlatamento. A *Tabela 6* apresenta o percentual de absorção de água e a perda de sólidos pelos grãos após o enlatamento. As viscosidades dos líquidos de enlatamento estão apresentadas na *Figura 7*.

TABELA 5. Cor dos grãos de soja enlatados, medida pelo sistema Lab Hunter, abertos após 6 meses de armazenamento.

DAF*	Unidades Hunter		
	Luminosidade (L)	vermelho (a)	amarelo (b)
48°	44,41 ^{bc}	2,26 ^b	21,48 ^{ab}
55°	42,95 ^c	2,29 ^b	20,27 ^b
61°	46,76 ^b	2,56 ^b	22,03 ^{ab}
64°	47,66 ^b	2,86 ^b	22,05 ^{ab}
85°**	54,48 ^a	5,97 ^a	21,00 ^b

*Dia após a floração. **Grãos macerados por 12 horas.

Médias nas colunas seguidas por letras iguais não diferem entre si ao nível de significância de 0,05 (Tukey).

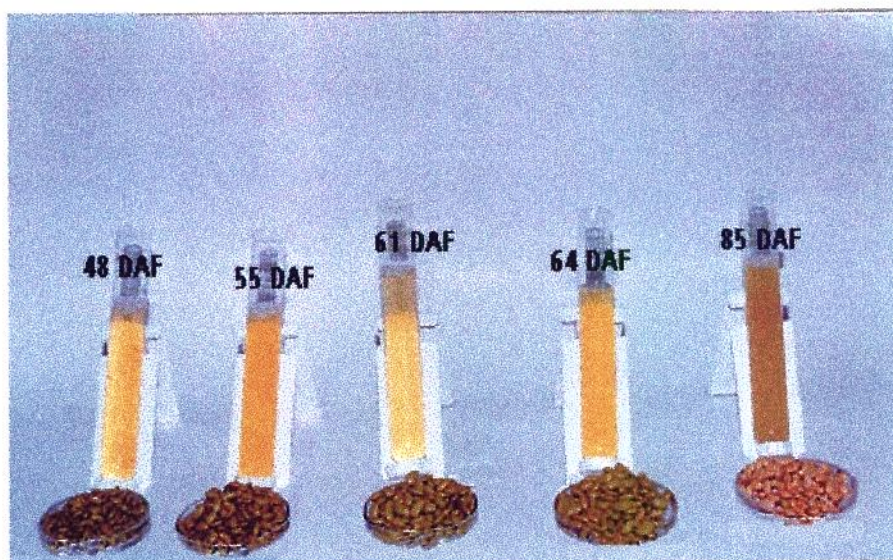


FIGURA 6. Intensidade da coloração do líquido de enlatamento da soja nos diferentes estádios de maturação.

TABELA 6. Absorção do líquido de enlatamento e perda de sólidos totais pelos grãos enlatados, verificados após seis meses de armazenamento do produto.

DAF*	GRÃO FRESCO		GRÃO ENLATADO			
	Peso (g)**	Umidade (%)	Peso (g)	Umidade (%)	Absorção De água (%)	Perda Sólidos (%)
48°	180,01	73,71	195,07	78,57	43,46 ^c	11,66 ^a
55°	180,14	69,96	209,17	75,01	57,05 ^a	3,40 ^c
61°	180,00	65,64	204,70	71,88	46,87 ^{bc}	6,94 ^b
64°	180,00	63,48	210,40	70,91	53,13 ^{ab}	6,89 ^b
85°	<u>180,00</u>	62,51	192,80	67,34	25,65 ^d	6,68 ^b

*Dia após a floração. **O enchimento das latas foi padronizado para 180g de grãos frescos.

Sublinhado = peso dos grãos maduros e macerados por 12 horas.

Médias nas colunas seguidas por letras iguais não diferem entre si ao nível de significância de 0,05 (Tukey).

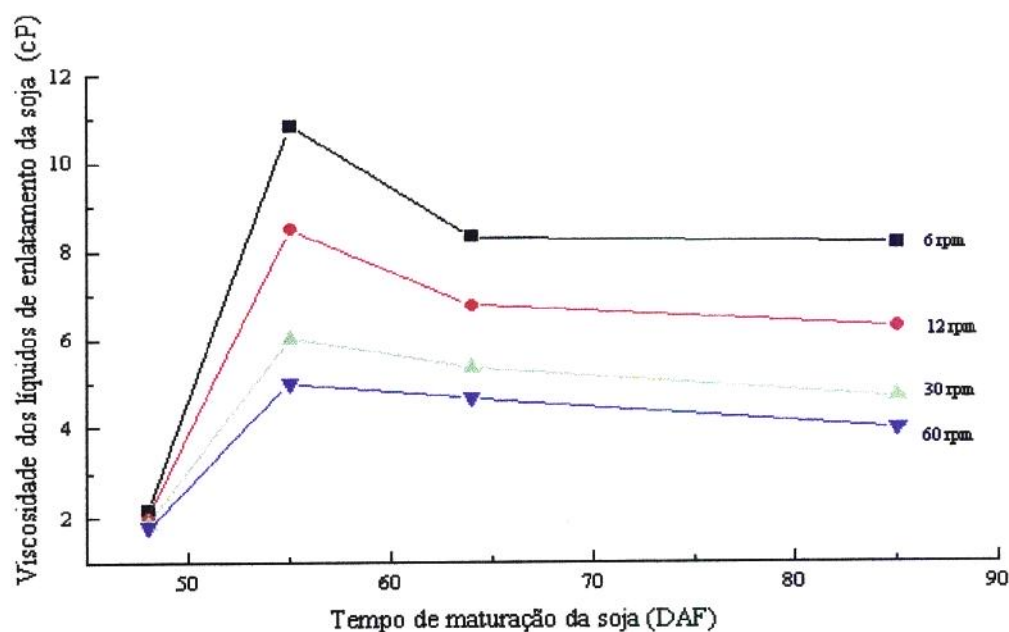


FIGURA 7. Viscosidades dos líquidos dos enlatados de soja referentes aos progressivos estádios de maturação.

3.5 Análises sensoriais

Os resultados das avaliações sensoriais de aceitação em função das características sensoriais percebidas através da degustação e da aparência das sojas enlatadas estão apresentados na *Tabela 7*.

TABELA 7. Valores médios de aceitação dos grãos de soja enlatados obtidos de cinco épocas de colheitas.

DAF*	Degustação**	Aparência**
48°	6,73 ^a	7,17 ^a
55°	6,70 ^a	7,47 ^a
61°	6,70 ^a	7,23 ^a
64°	6,80 ^a	6,50 ^{ab}
85°	6,43 ^a	5,97 ^b

*Dia após a floração. **Escala Hedônica Estruturada (1 = desgostei muitíssimo, 9 = gostei muitíssimo).

Médias nas colunas seguidas por letras iguais não diferem entre si ao nível de significância de 0,05 (Tukey).

Os comentários realizados pelos 30 provadores sobre os atributos que mais apreciaram ou que menos apreciaram nos produtos estão apresentados nas Figuras 8 a 11.

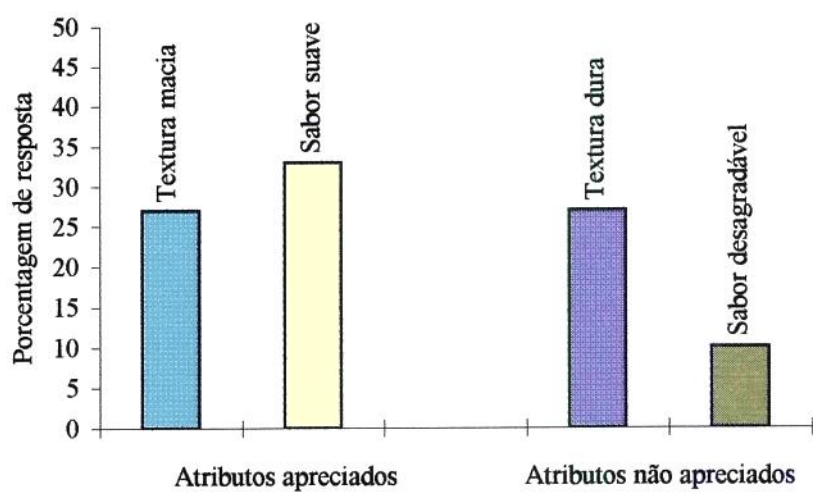


FIGURA 8. Frequência da citação de atributos mais e menos apreciados em soja verde enlatada ao 48° DAF.

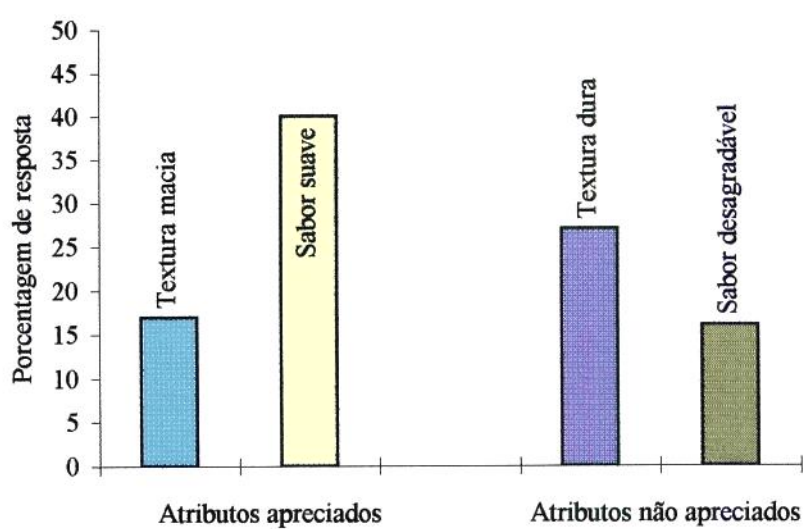


FIGURA 9. Frequência da citação de atributos mais e menos apreciados em soja verde enlatada ao 55° DAF.

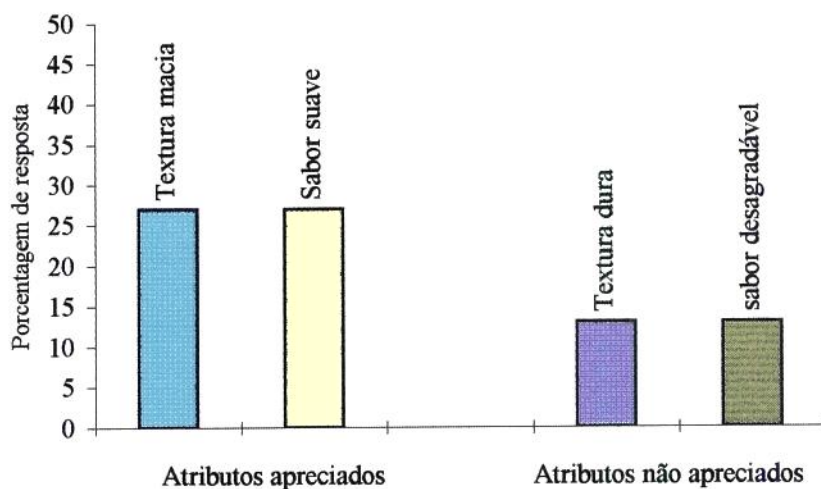


FIGURA 10. Frequência da citação de atributos mais e menos apreciados em soja verde enlatada ao 61º DAF.

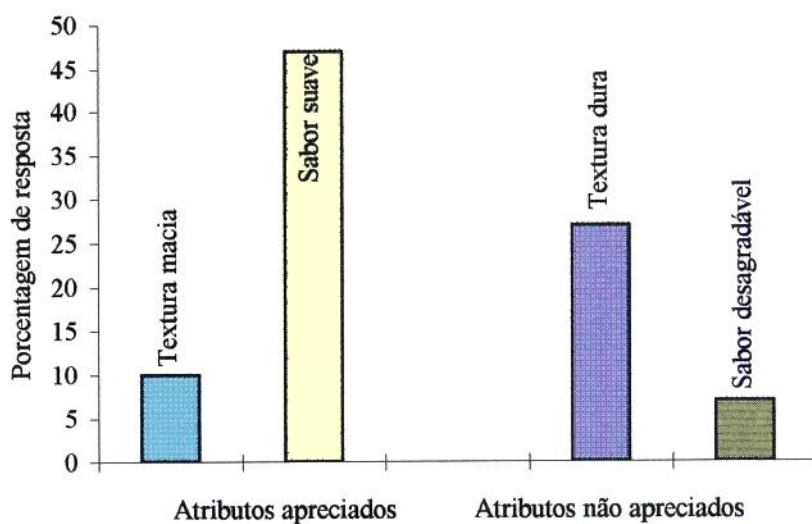


FIGURA 11. Frequência da citação de atributos mais e menos apreciados em soja enlatada após a extinção da cor verde ao 85º DAF.

A *Tabela 8* apresenta os resultados do Teste da Diferença do Controle para a soja madura (85º DAF) enlatada sob duas condições distintas. O primeiro lote, designado lote

padrão, foi enlatado logo após a colheita, e o segundo lote foi enlatado após cinco meses de armazenamento tendo recebido 12 horas prévias de maceração em água potável (fichas nos *ANEXOS 3 f e 3 g*).

TABELA 8. Médias de diferença da amostra controle obtidas pelos dois lotes de soja enlatados maduros.

Condições de enlatamento da soja madura	Notas em comparação com o padrão ¹	
	Sabor	Aparência
Dia subsequente ao da colheita (PADRÃO)	1,21 ^b	1,32 ^b
Cinco meses após a colheita e macerados/12 horas	3,20 ^{a*}	3,67 ^{a*}

¹ Notas: 0 = nenhuma diferença a 8 = extremamente diferente.

* Difere significativamente do padrão à 5%.

4 – DISCUSSÃO

4.1 *Matéria-prima: colheitas, produtividade e hidratação dos grãos de soja*

A produção de soja, embora em área reduzida, demonstra a boa produtividade da IAC PL-1. Na literatura, BANAFUNZI *et al* (1981) verificaram o efeito de cinco datas de plantio sobre o rendimento dos grãos em três genótipos de soja no México (18° de latitude) e encontraram a variação de 862 a 3.932kg/ha. A soja IAC PL-1, aqui plantada em 22° de latitude apresentou quando madura, 1.995kg/ha de produção mostrando portanto boa produtividade. Os campos de plantio da IAC PL-1 foram efetuados no IAC, Centro Experimental de Campinas (Fazenda Santa Eliza) caracterizados por 22° de latitude, 47° de longitude e 669m de altitude.

O presente trabalho analisou as variáveis que influenciariam o processo de enlatamento da soja verde. Foi escolhido o cultivar IAC PL-1, aprimorado agronomicamente no IAC, porque o cultivar apresentava características agrônômicas adequadas e haviam referências sobre um sabor suave dos grãos. O ciclo vegetativo deste cultivar de soja fez um total de 163 dias, caracterizando-se como cultivar de ciclo tardio. Cultivares que se enquadram no ciclo tardio, entorno de 151 a 160 dias, se caracterizam por apresentar plantas mais altas e em alguns casos maior período de enchimento de grão, o que explica o tamanho da semente, a altura da planta e a predisposição ao acamamento das sojas de ciclo tardio (MIRANDA &

MIYASAKA, 1986). O acúmulo de matéria seca do grão de soja IAC PL-1, foi publicado em artigo recente (TAVARES *et al*, 1997) apresentando correlação positiva ($r^2 = 0,986$) com dias após a floração.

As duas pulverizações realizadas na plantação da soja foram suficientes para a eliminação de pragas, embora tenha sido observada durante as duas últimas colheitas, a presença do percevejo verde em pequena quantidade, o que não proporcionou prejuízos na coleta das amostras, pois na suspeita de grãos danificados, estes eram pesados para o cômputo de produção (kg/ha) e em seguida descartados. O inseticida Endosulfan (350g/l), classe toxicológica: I, utilizado possuía período de carência de 30 dias (COMPÊNDIO DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS, 1996) e a primeira colheita ocorreu após 39 dias da última aplicação do produto.

O grão de soja no 48º dia após a floração (DAF) apresentou 39% de rendimento em relação à vagem inteira e o 85º DAF elevou-se a 66% de rendimento (*Tabela 1*). Por análise de variância (*Figura 2*) foi demonstrado a relação quadrática entre DAF e produção de grãos, atingindo o ponto máximo entre o 61º e o 64º DAF evidenciando que a maturidade fisiológica ocorreu próximo a esses pontos. A *Tabela 1* e a *Figura 2* efetivamente corroboram com a determinação da maturidade fisiológica entre o 61º e 64º DAF, porque aí se situam os maiores rendimentos de peso e de peso de grão/vagem (estádio verde) assim como foram evidenciadas neste período as maiores dimensões de grãos.

O acúmulo de matéria seca em 100 sementes (*Tabela 1*) mostra que nas duas colheitas finais (64º e 85º DAF) não apresentaram diferenças significativas, indicando que no 64º DAF já havia se estabilizado a matéria seca no grão. Conforme FRAGA (1980) a maturação fisiológica da soja UFV-1 ocorreu no estágio R 7, tomando-se como base o acúmulo de peso da matéria seca. O autor, estudando três épocas diferentes de semeaduras, observou que o peso da matéria seca de 100 sementes variava no estágio R 7 entre 11,91g a 14,69g e no estágio R 8 entre 12,03g a 14,81g não apresentando diferenças significativas nos dois últimos estádios. O teor de umidade dos grãos colhidos no 64º DAF foi 63% (*Tabela 1*). Quando a soja atinge a maturidade fisiológica o teor de umidade ainda é alto cerca de 55% a 62% (CROOKSTON & HILL, 1978) ou 53 a 65% (FRAGA, 1980). O ponto ideal de colheita seria aquele que coincide com a maturação fisiológica (máximo de peso seco, vigor e germinação), o que na soja normalmente ocorreria no estágio R 7 (pelo menos uma vagem na planta com a coloração

típica de amadurecimento). Nesta época entretanto a umidade das sementes apresenta-se elevada o que dificulta a colheita mecanizada, pois as sementes neste ponto são muito susceptíveis a danos mecânicos, (SILVA, ARAÚJO & SEDIYAMA, 1982).

No período entre o 48° ao 85° DAF a umidade do grão decresceu de 74% para 16%, e após cinco meses de armazenamento do grão colhido no 85° DAF a umidade ainda decresceu até 9,47%, portanto a curva de hidratação foi apenas necessária para a última colheita conforme *Figura 3*, onde os grãos entram para a maceração com 25% de água, devido ao branqueamento prévio proporcionando uma acentuada economia no tempo de absorção de água. Observou-se que nas primeiras duas horas de hidratação houve um aumento acentuado do teor de água nos grãos até atingir 100g de água/100g de matéria seca (MS) se elevando após 5 horas de maceração até 140g de água/100g de MS, indicando valor ao redor de 58% de água no grão, próximo à umidade do grão verde, à partir do qual houve uma tendência à estabilização. Portanto, neste trabalho, a facilidade da debulha, a conservação da cor, o tempo reduzido de hidratação, hidratação esta necessária apenas para o 85° DAF, demonstram que a adoção precoce do branqueamento na vagem para as sojas verdes e anterior à maceração para os grãos de soja maduros são procedimentos recomendados pelos autores. UEBERSAX, RUENGSAKULRACH & OCCEÑA (1991) estudando procedimentos para enlatamento de feijões, verificaram que grãos com 12 a 16% de umidade necessitavam 8 a 16 horas de maceração.

O branqueamento de grãos de leguminosas é usualmente efetuado após a hidratação (UEBERSAX, RUENGSAKULRACH & OCCEÑA, 1991 e ABBATEMARCO & RAMASWAMY, 1994); no presente trabalho o branqueamento foi realizado nas vagens facilitando o debulhamento assim como promovendo mais cedo a inativação enzimática dos grãos. A soja IAC PL-1 ofereceu a partir do 48° DAF até o 64° DAF grãos verdes que dispensaram prévia hidratação e cuja coloração foi intensificada durante o branqueamento em água a 90-95°C / 2 minutos.

O objetivo das avaliações da textura e da cor dos produtos enlatados na 1ª colheita, cujos valores estão apresentados em TAVARES *et al* (1997), foi selecionar a temperatura, dentre as utilizadas, que viesse oferecer um produto satisfatório. Baseando-se nestes dois parâmetros de qualidade a serem utilizados nos processos de enlatamento subsequentes, ficou estabelecida a temperatura de 121°C, porque ocorreu nesta temperatura maior intensidade de

cor verde, não apresentando diferenças significativas para os valores de textura objetiva, e além do mais, a textura do produto processado à 121°C, determinada por estudo sensorial, valor 5,2 (TAVARES *et al*, 1997) mostra-se próxima a textura ideal avaliada conforme ficha do ANEXO 3 *a*.

4.2 Dimensionamento do processamento térmico para o enlatamento dos grãos

A determinação da temperatura de esterilização foi ensaiada entre três valores e escolhida a temperatura de 121°C (TAVARES *et al* 1997). Efetivamente esta temperatura é usualmente empregada em alimentos de baixa acidez (LOEY *et al*, 1994). Foi escolhido como referência de esterilização o esporo de *Clostridium botulinum*, cujo valor *z* é de 10°C e a temperatura de 121,1°C (GERMER *et al*, 1995); o grau de cozimento calculado seria equivalente ao intervalo de 57 a 74 minutos à 100°C.

Observando os resultados apresentados na *Tabela 2* pode-se concluir que há homogeneidade de tamanho e de composição nos grãos de diferentes épocas de colheitas quanto à penetração de calor, pois para todos os processamentos, praticamente o mesmo tempo de processo foi necessário para a obtenção da faixa F_0 de interesse, a qual situou-se entre 3,3 a 5,3 minutos para os 6 lotes de colheitas.

4.3 Peso dos grãos antes e após o enlatamento. Caracterização do líquido de enlatamento e da textura dos grãos

A relativa homogeneidade dos grãos indicada logo acima é novamente apontada neste momento em que se analisam os resultados da *Tabela 3*. O valor percentual do peso dos grãos drenados após o enlatamento foi maior no 64° DAF ($p < 0,05$) e igual apenas ao valor do 55° DAF, os demais foram semelhantes ($p > 0,05$), com exceção do 48° DAF, o qual mostrou-se com o menor valor, porém estatisticamente igual ao valor verificado aos 61° e 85° DAF. O pH do líquido de enlatamento foi semelhante nas quatro colheitas consecutivas de grãos verdes de soja.

Com a evolução da cor verde para a cor amarela dos grãos (85° DAF) o líquido de enlatamento foi adquirindo coloração amarelo esverdeada e a transmitância caiu de 60 para 41. A determinação de fenólicos efetuada nestes líquidos de enlatamento esclarece que o escurecimento gradual dos mesmos esteve relacionado ao aumento de 46mg de taninos/100ml

(61° DAF) para 56 mg de taninos/100ml (85° DAF) o que acompanhou a conversão da cor verde para a cor amarela dos grãos e de seus tegumentos.

A *Figura 4* demonstra a ocorrência e conservação da cor verde até o 64° DAF e reforça a relativa homogeneidade dos grãos, sobretudo entre o 55° DAF ao 64° DAF, deixando claro que ao 85° DAF se está diante de grãos maduros e com a coloração verde extinta. A *Figura 5* demonstra que os grãos maduros ao 85° DAF e armazenados, processados após 5 meses conservaram a mesma aparência ou seja, a mesma cor e aspecto obtidos no lote 85° DAF enlatado logo após a colheita, no estado fresco (*Figura 4*). Os resultados de ISLAM & LEA (1979) para o cultivar Emerald são muito semelhantes aos do cultivar IAC PL-1 quanto aos vários aspectos acima discutidos. Estes autores procederam o branqueamento das vagens e usaram salmoura para o enlatamento; e creditaram a estes procedimentos a boa retenção de coloração, de sólidos e minerais da soja enlatada. Efetivamente as boas características do cultivar Emerald se compararam no decorrer do tempo, visto as demais pesquisas efetuadas com o mesmo (ISLAM & LEA, 1981 e IKEDA & IGLI, 1995). O cultivar IAC PL-1 desponta como um concorrente sub-tropical do Emerald, salvo quanto a coloração que após o 64° DAF evolui para o amarelo, sem perder suas qualidades organolépticas. MIRANDA (1995), por informação pessoal, estima que se possa geneticamente intensificar a permanência da cor verde no grão de soja.

Os taninos predominam na casca das leguminosas e podem atingir concentrações altas nas favas (2g/100g de grãos) ou valores baixos como nas sojas (45mg/100g de grãos), conforme revisão de LIENER (1994). Os taninos possuem numerosos aspectos antinutricionais, mas a capacidade adaptativa dos organismos foi também demonstrada. No presente trabalho os taninos foram avaliados para correlacioná-los com o escurecimento da água de enlatamento e de fato a correlação ($p < 0,01$) da turbidez com o tanino do líquido de enlatamento se verificou ($r = 0,84$). Tendo em vista que os grãos enlatados para análise apresentaram 198 a 257mg de taninos/100g de matéria seca, conclui-se que a redução de taninos foi inexpressiva (*Tabela 3*).

Quanto a textura apresentada na *Tabela 4* é evidente o aumento da força que o grão oferece entre o 48° DAF ao 85° DAF. Todavia, no período de grão verde e na maturidade fisiológica, 61° e 64° DAF, os valores ainda estão semelhantes e significativamente ($P < 0,05$) menores em relação ao 85° DAF (grão amarelo). A *Tabela 4* demonstrou também que os

degustadores que avaliaram a textura apresentaram percepções análogas, ou seja houve correlação positiva entre textura sensorial e instrumental ($r = 0,93$). Foi também encontrada por outros autores correlação positiva ($r = 0,98$) entre ambas avaliações de textura de soja cozida por diferentes tempos à 116°C (TRAVAGLINI, AGUIRRE & SHIROSE, 1987).

A *Tabela 4* demonstra também que o amadurecimento proporciona o aumento da firmeza ou dureza dos grãos; houve correlação linear significativa ($r = 0,83$) entre DAF e firmeza do grão ($p < 0,01$). Este fato é preocupante porque há uma expectativa de maciez previamente conhecida nos feijões pelos brasileiros. De fato a textura macia dos feijões é um atributo muito valorizado (CAMPOS & SARTORI, 1988) e neste caso sobressaindo a preferência pela maciez. A soja pode ser rejeitada pela textura firme, mas é provavelmente uma questão de hábito, porque, por exemplo, um amendoim pouco torrado, seria rejeitado pela falta de textura (dureza).

A importância da textura para os degustadores de feijões verdes (*Phaseolus vulgaris*) foi apresentada por BARON & PENFIELD (1993). Os autores estavam atentos para o fato que em duas regiões geográficas distintas, porém ainda próximas, ocorria em uma a preferência pelo grão verde mais macio e em outra a preferência pelo grão verde mais firme. Efetivamente as notas hedônicas do trabalho deles confirmaram as preferências de textura e ainda foi verificado que estas preferências influenciaram a aceitação de outras características como cor e flavor.

No presente trabalho, tendo mantido as condições de processamento térmico e tendo obtido texturas macias no grão verde fica enfático que a textura firme que desponta na maturidade é um atributo da *Glycine max*; porém acompanhado de cor e sabor atraentes poder-se-á prever uma aceitação gradativa pela população.

4.4 Cor dos grãos de soja pós-enlatamento, absorção de água, perda de sólidos, viscosidade e cor do líquido de enlatamento

A cor verde dos grãos está demonstrada nas *Figuras 4 e 6* para as colheitas efetuadas no 48° DAF até o 64° DAF, ou seja o processamento manteve e mesmo realçou a coloração verde dos grãos; a amostra colhida no 85° DAF é evidentemente amarela. A coloração do líquido de enlatamento observada especificamente na *Figura 6* indica que ao 85° DAF ocorreu a presença de compostos fenólicos no líquido. Efetuando a leitura da cor dos grãos enlatados

pelo sistema Hunter (*Tabela 5*) obteve-se um incremento do valor da luminosidade dos grãos. O mesmo sistema acusa para os grãos visualmente amarelos um incremento da intensidade do vermelho.

A facilidade de manutenção da cor de leguminosas enlatadas foi também verificada em *Phaseolus lunatus*, cultivar White Ventura 65 (LUH, WANG & DAOUD, 1975). Os autores verificaram estabilidade da cor até após 6 meses de enlatamento.

A *Tabela 6* demonstra que a maior absorção de água pelos grãos após o enlatamento se deu nos lotes colhidos ao 55° e 64° DAF. A menor absorção ao 85° DAF foi decorrente do processo de reidratação a que foram submetidos os grãos antes do enlatamento. KADER (1995) analisando a hidratação de grãos de *Vicia faba* concluiu que a taxa de absorção de água não se correlacionava com o conteúdo protéico e apresentava baixa correlação com tamanho e densidade dos grãos da fava. No presente trabalho (*Tabela 1*) concorda-se com KADER, porque embora os grãos verdes tenham aumentado 56% de peso entre o 1° lote (48° DAF) e o 4° lote (64° DAF) a absorção de água apresentou pequena variabilidade conforme *Tabela 6*. O primeiro lote, além de ter grãos relativamente imaturos apresentou a maior perda de sólidos.

Quanto a viscosidade dos líquidos de enlatamento, a *Figura 7* demonstrou as duas características básicas: baixa viscosidade e comportamento não newtoniano após o 48° DAF. Estes fatos esclarecem que a perda de solutos possivelmente de proteínas solúveis foi muito pequena. De fato, ISLAM & LEA (1979) enlatando soja verde, cultivar Emerald, preocuparam-se também com a perda de sólidos no líquido de enlatamento. Os autores consideraram que o branqueamento dos grãos ainda dentro das vagens, como aliás se procedeu no presente trabalho, foi um fator de “impermeabilização” do grão com menor penetração de água no mesmo e minimizando portanto as perdas.

4.5 Análises sensoriais de aceitabilidade dos grãos de soja pós-enlatamento e da diferença do controle dos produtos enlatados maduros

Conforme *Tabela 7*, houve boa aceitação da soja enlatada independente do estágio de maturação, situando-se entre “gostar ligeiramente” até o “gostar moderadamente”.

Quanto à aparência, observando ainda a *Tabela 7*, a soja madura enlatada (85° DAF) foi estatisticamente diferente dos três primeiros lotes, os quais eram verdes. Segundo

FRANCIS & CLYDESDALE (1975) e FRANCIS (1995), a aparência de um produto é um importante atributo de qualidade e é um termo totalmente inclusivo, que envolve tamanho, formato, textura, massa, brilho, cor e outros.

Soja verde já era conhecida de longa data e referida como “soja verde fresca” (*fresh green soybeans*), caracterizada pelo grão grande, verde e de sabor muito agradável (SINCLAIR, VETTEL & DAVIS, 1977 e SMITH & CIRCLE, 1978). Conhecer o grau de aceitabilidade da soja verde e após a extinção da cor verde, foi uma das prioridades do presente trabalho, uma vez que o enlatamento dos grãos poderia afetar as propriedades sensoriais de sabor, aparência, aroma e textura.

O presente trabalho iniciou a avaliação sensorial pela degustação e conforme foi demonstrado (*Tabela 7*) os provadores apreciaram os produtos enlatados conferindo-lhes a nota média 6,7 em escala estruturada com 9 pontos. A mesma tabela demonstrou aceitação semelhante (sem diferença significativa) para os 5 lotes que se distribuíam desde a imaturidade até a soja já amarela. Conclui-se portanto que a aceitação degustativa da soja IAC PL-1 enlatada verde ou após a extinção da cor verde é boa, e que o grão mesmo na maturidade de colheita não apresenta influência.

Os provadores conferiram 7,1 de média para a aparência dos grãos verdes e rebaixaram-na para 6,0 quando os grãos amareleceram. É interessante notar que a ficha de aparência solicitava comentários adicionais sobre a aparência dos grãos, e entretanto para os cinco lotes testados, 60% dos provadores não teceram comentários adicionais a aparência.

Sobre os comentários dos provadores (*Figuras 8 a 11*), embora a aparência tenha recebido valores relativamente altos, 60% dos provadores não fizeram comentários sobre a nota outorgada, porém os comentários adicionais sobre textura e sabor predominaram sobre outros atributos, sendo estes os mais comentados e dividindo os provadores. A *Figura 8* mostra que a soja verde enlatada ao 48° DAF dividiu a apreciação quanto à textura, mas mostrou predominância à aceitação do sabor. Nota-se na *Figura 9* que o sabor da soja verde enlatada ao 55° DAF ainda apresenta-se como um atributo bem apreciado. Ao 61° DAF (*Figura 10*) a apreciação da textura e sabor ainda prevalece e através da *Figura 11* pode-se dizer que os provadores aumentaram a qualificação da soja madura amarela (85° DAF) quanto ao sabor, e mantiveram a mesma depreciação da textura que apresentou para as sojas imaturas.

Com efeito o relativo baixo teor de carboidrato da soja confere-lhe uma estrutura firme e a aceitação desta característica é um fato que dependerá da não comparação com a maciez do feijão, ou da introdução educativa conforme colocado anteriormente.

Este trabalho teve por hipótese que a soja IAC PL-1 verde teria uma aceitação degustativa superior em relação ao seu grão maduro amarelo. Como este fato não ocorreu e ambos tiveram o mesmo grau de aceitação, foi proposto analisar os grãos colhidos e estocados em câmara específica após 5 meses. Os resultados (*Tabela 8*) demonstraram que a soja IAC PL-1 madura e enlatada após 5 meses pós-maceração se distinguiu do padrão amarelo fresco quanto ao sabor e aparência, provavelmente o que mais contribuiu para esta diferença foi a reidratação do grão, o que o equiparou com o teor de água dos grãos verdes. Conclui-se portanto que fica à escolha do mercado produtor a preferência de processar grãos verdes ou amarelos e reidratados. Em que pese a facilidade de debulha dos grãos amarelos certamente este fato predominará sobre as decisões de escolha para o enlatamento.

5 – CONCLUSÕES

A época ideal de colheita do grão de soja IAC PL-1 para o enlatamento no estágio verde estabeleceu-se no entorno de 61° a 64° dia após a floração, DAF, quando o peso dos grãos frescos começou a decrescer, indicando o encerramento de acúmulo de matéria seca ou início da perda de água pelos grãos.

A reidratação dos grãos de soja era necessária apenas para a colheita final (85° DAF) quando a umidade do grão colhido e fresco atingiu 16% e após cinco meses de armazenamento 9,47%. Demonstrou-se que a reidratação dos grãos nas salmouras dos enlatados apresentou pequenas variações entre as cinco colheitas efetuadas, tendo adquirido maiores pesos nos lotes 55° e 64° DAF.

O processamento térmico aplicado, 6 a 7 minutos a 121°C, resultou em valores de F_0 de esterilização na faixa de 3,3 a 5,3 minutos, com grau C de cozimento de 57 a 74 minutos, com relação ao amolecimento dos grãos. As pequenas diferenças nos valores de F_0 e C obtidas não induziram perdas na coloração, principalmente quando os grãos se encontravam no estágio verde. Há homogeneidade dos grãos de diferentes DAF quanto a penetração de calor.

O peso dos grãos enlatados e drenados foi maior no 64° DAF que no 85° DAF. O conteúdo de taninos do líquido de enlatamento dos grãos verdes é próximo ao do grão amarelo.

A dureza dos grãos foi progressiva com a evolução da maturação e as medidas da textura sensorial e da textura instrumental apresentaram uma correlação positiva ($r = 0,93$).

A cor verde dos grãos manteve-se após o enlatamento e teve uma pequena preferência em relação a cor amarela.

A aceitação da soja enlatada verde (quatro primeiras colheitas) e da soja enlatada após a extinção da cor verde (última colheita) foi semelhante quanto a degustação. A aceitação da soja enlatada amarela com relação a aparência foi inferior a da soja verde das três primeiras colheitas e igual apenas aos grãos da última colheita no estágio verde.

O armazenamento por cinco meses do grão de soja colhido ao 85° DAF associado a maceração afetou o sabor e aparência da soja enlatada.

6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABBATEMARCO, C.; RAMASWAMY, H.S. End-over-end thermal processing of canned vegetables: effect on texture and color. **Food Research International**, Essex, v.27, n. 4, p. 327-334, 1994.
2. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, AOAC. **Official methods of analysis**. 15.ed. Washington, 1990. v. 1-2.
3. BANAFUNZI, N.M.S.; MENA A.B.; RANGEL, I.D.; MASTACHE, A.A.L.; MOLINA, M.L.M.; GANTES, V.M.H.; MARQUES B. A new soybean for human consumption in the tropics. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Acapulco, v. 58, n. 3, p. 143-147, Mar., 1981.
4. BARON, R.F.; PENFIELD, M.P. Panelist texture preference affect sensory evaluation of green bean cultivars (*Phaseolus vulgaris L.*). **Journal of Food Science**, Chicago, v. 58, n. 1, p. 138-143, 1993.

5. BOURGES, H.; CAMACHO, J.L.; BANAFUNZI, N. Composition and nutritive value of green soybeans of the BM₂ variety. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Acapulco, v. 58, n. 3, p. 371-372, Mar., 1981.
6. CAMPOS, S.D.; SARTORI, M.R. Methodology for evaluation of texture and cooking time: experience of ITAL. **Advances in Bean Research Chemistry Nutrition Technology**. Proceedings of the I Latinamerican and Caribbean Seminar on Recent Advances in Bean Research, São Paulo, Nov., 278-294, 1988.
7. COCHRAN, W.G.; COX G.M. **Experimental Designs**. 2.ed. New York, 1966. 611p.
8. COMPÊNDIO DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS; guia prático de produtos fitossanitários para uso agrícola. 5.ed. rev. atu. São Paulo: Andrei, 1996. 506p.
9. CONNER, M.T.; PICKERING, E.S.; BIRKETT, R.J.; BOOTH, D.A. Using and individualised attribute tolerance model in consumer acceptability tests. **Food Quality and Preference**, Essex, v. 5, n. 3, p. 225-232, 1994.
10. CROOKSTON, R.K.; HILL, D.S. A visual indicator of the physiological maturity of soybean seed. **Crop Science**, Madison, v. 18, n. 5, Sept. Oct., p. 867-870, 1978.
11. FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E.; BURMOOD, D.T.; PENNINGTON, J.S. Stage of development descriptions for soybeans, *Glycine max* (L.) Merrill. **Crop Science**, Madison, v. 11, n. 6, Nov. Dec., p. 929-931, 1971.
12. FRAGA, A.C. **Determinação da maturação fisiológica das sementes de soja e de outras características agrônômicas da soja, em três épocas de semeadura**. Viçosa, 1980. 47p. Tese (Mestre em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa.
13. FRANCIS, F.J. Quality as influenced by color. **Food Quality and Preference**, Essex, v. 6, n. 3, p. 149-155, 1995.
14. FRANCIS, F.J.; CLYDESDALE, F.M. **Food colorimetry: theory and applications**. Westport: AVI, 1975. 477p.

15. GERMER, S.P.M.; MOURA, S.C.S.R.; LEITÃO, M.F.F.; JUNQUEIRA, V.C.A.;
TEIXEIRA NETO, R.O.; GONÇALVES, J.R.; JARDIM, D.C.P.; VITALI, A.A.
Princípios de esterilização de alimentos. 2.ed. Campinas: ITAL, 1995. 123p.
(Manual Técnico, 10).
16. GUPTE, S.M.; FRANCIS, F.J. Effect of pH adjustment and high-temperature short-time processing on color and pigment retention in spinach purée. **Food Technology**, Chicago, Oct., v. 18, n. 10, p. 1645-1648, 1964.
17. IKEDA, T.; EGLI, D.B. Seedling emergence of soybean seeds having cracked seedcoats. **Bulletin of the Faculty of Agriculture**, Yamaguchi, v. 47, p. 21-25, 1995.
18. ISLAM, M.N.; LEA, R. A. Effect of maturity on the amino acid composition and freezing quality of "Emerald" soybean. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 46, n. 2, p. 658-659, 663, 1981.
19. ISLAM, M.N.; LEA, R.A. Effect of maturity on the nutrient content and the canning quality of emerald soybean. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 44, n. 1, p. 204-207, 212, 1979.
20. KADER, Z.M.A. Study of some factors affecting water absorption by faba beans during soaking. **Food Chemistry**, Oxford, v. 53, n. 3, p. 235-238, 1995.
21. KRAMER, A.; SZCZESNIAK, A.S. **Texture measurements of foods psychophysical fundamentals; sensory, mechanical, and chemical procedures and their interrelationships**. Holland: Reidel Publishing Company Dordrecht, 1973. 175p.
22. LIENER, I.E. Implications of antinutritional components in soybean foods. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Cleveland, v. 34, n. 1, p. 31-67, 1994.
23. LIU, K.; MARKAKIS, P. Effect of maturity and processing on the trypsin inhibitor and oligosaccharides of soybeans. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 2, n. 1, p. 222-225, 1987.

24. LOEY, A.V.; FRANSIS, A.; HENDRICKX, M.; MAESMANS, G.; NORONHA, J.; TOBBACK, P. Optimizing thermal process for canned white beans in water cascading retorts. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 59, n. 4, p. 828- 832, 1994.
25. LUH, B.S.; WANG, C.; DAOUD, H.N. Several factors affecting color, texture and drained weight of canned dry lima beans. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 40, n. 3, p. 557-561, 1975.
26. MASUDA, R.; HASHIZUME K.; KANEKO, K. Effect of holding time before freezing on constituents and flavour of frozen green soybeans (edamame). **Journal of Japanese Society of Food Science and Technology**, Tokyo, v. 35, n. 11, p. 763-770, 1988.
27. MBUVI, S.W.; LITCHFIELD J.B. Mechanical shelling and combine harvesting of green soybeans. **Applied Engineering in Agriculture**, St. Joseph, v. 10, n. 3, p. 351-355, 1994.
28. MIRANDA, M.A.C. Seção de leguminosas do Instituto Agronômico de Campinas (IAC): informação pessoal. 1995.
29. MIRANDA, M.A.C.; MIYASAKA, S. Melhoramento da soja no estado de São Paulo. In: **A soja no Brasil Central**. 3.ed. Campinas: Fundação Cargill, 1986. cap. III, p.75-112.
30. PANIZZI, M.C. "Desenvolvimento de cultivares de soja adaptadas para consumo *in natura* e para a indústria de alimentos" IIIº CISOJA, Ciclo de debates sobre perspectivas da soja. **I Seminário Brasileiro de Soja na Alimentação**, São Paulo 143-147, Anais, 1987.
31. PATASHNIK, M. A Simplified procedure for thermal process evaluation. **Food Technology**, Chicago, v. 7, n. 1, p. 1-6, Jan., 1953.
32. PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 13.ed. Piracicaba: Nobel, 1990. 468p.
33. QUAST, D.C.; SILVA S.D. Temperature dependence of the cooking rate of dry legumes. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 42, n. 2, p. 370-374, 1977.

34. QUAST, D.G. **Cálculo da intensidade de esterilização e de cozimento de alimentos**, Campinas: ITAL, 1976. 59p. (Instruções técnicas, 10).
35. RASMUSSEN A.I. Nutrient comparison of fresh and field-dried, green-seeded soybeans. **Journal of the American Dietetic Association**, Chicago, v. 72, n. 6, p. 604-608, June, 1978.
36. SHIROSE, I. **Alguns delineamentos experimentais utilizáveis na avaliação organoléptica**. Campinas: ITAL, 1979, 57p. (Instruções técnicas nº 14).
37. SIDEL, J.L.; STONE, H. The role of sensory evaluation in the food industry. **Food Quality and Preference**, Barking, v. 4, n. 1-2, p. 65-73, 1993.
38. SIEGEL, A.; FAWCETT, B. **Food legume processing and utilization**. Ottawa: IDRC, 1976. 88p.
39. SILVA, R.F.; ARAÚJO, E. F.; SEDIYAMA, C.S. Colheita e processamento da soja. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 8, n. 94, p. 79-82, out., 1982.
40. SINCLAIR, P.; VETTEL, R.S.; DAVIS, C.A. **Soybeans in family meals home and garden**. Washington, 1977. 26p (Bulletin nº 208).
41. SMITH, A.K.; CIRCLE, S.J. **Soybeans: chemistry and technology**. - Proteins, vol. 1. Westport: AVI, 1978. 470p.
42. STONE, H.; SIDEL, J.L. **Sensory evaluation practices**. Orlando: Academic Press, 1985. 311p.
43. TAVARES, D.Q.; BARCELOS, M.F.P.; MOURA, L.B.; MIRANDA, M.A.C.; GERMER, S. P.M. ; CAMPOS, S.D.; FERREIRA, V.L.P. Harvesting and canning of green soybeans [*Glycine max* (L.) Merrill] for the Brazilian market. Brighton, **Engineering & Food at ICEF 7**, Apr., part 2, p. 33-36, 1997.
44. TRAVAGLINI, D.A.; AGUIRRE, J.M.; SHIROSE, I. Processamento de soja em grão desidratada de cozimento rápido. **Coletânea do ITAL**, Campinas, v. 17, n. 1, p. 36-48, 1987.

45. TROCCOLI, I. Oferta e demanda. **Agroanalysis**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 1, p. 34-35, jan., 1997.
46. UEBERSAX, M.A.; RUENGSAKULRACH, S.; OCCENÑA, L.G. Strategies and procedures for processing dry beans. **Food Technology**, Chicago, v. 45, n. 9, p. 104-111, Sept., 1991.

CAPÍTULO 4

ASPECTOS TECNOLÓGICOS E SENSORIAIS DO GUANDU [*Cajanus cajan* (L.) Millsp.] ENLATADO EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO

RESUMO

O objetivo deste trabalho é viabilizar a introdução do guandu verde enlatado no mercado brasileiro. Foram realizadas três colheitas de grãos ainda verdes do cultivar IAC Fava Larga obtidos no 44º, 57º e 62º dia após a floração (DAF) e finalmente no 92º DAF, quando os grãos já possuíam cor parda-amarelada. Para todos os lotes, após otimização das condições de enlatamento, 121°C durante 5 a 6 minutos, efetuaram-se estudos quanto acúmulo de matéria seca, composição dos grãos, cor, textura e aceitação sensorial. Concluiu-se, através do acúmulo de matéria seca do grão, que a maturidade fisiológica ocorreu entorno do 62º DAF quando também apresentou as melhores características para o enlatamento. As cores dos grãos pós-enlatamento, vermelha e amarela (unidades Lab Hunter) apresentaram estáveis até o 62º DAF. A textura foi gradativamente mais firme com o avanço do amadurecimento tendo verificado correlação positiva ($r = 0,96$) entre medidas de texturas sensorial e instrumental. A aceitação do guandu enlatado cultivar IAC Fava Larga, foi apenas regular.

Palavras chave: guandu enlatado, estádios de maturação, avaliação sensorial, textura e cor.

SUMMARY

TECHNOLOGICAL AND SENSORIAL ASPECTS OF PIGEON PEA [*Cajanus cajan* (L.) Millsp.] CANNED AT DIFFERENT STAGES OF MATURATION. The objective of this work is to enable the introduction of canned green pigeon pea in Brazilian market. Three harvests of still green grains of the cultivar IAC Fava Larga, obtained on the 44th, 57th and 62nd days after flowering, DAF, and finally on the 92nd DAF when the grains already possessed yellowish dusky color, were undertaken. To all the lots, after optimization of canning conditions, 121°C for 5 to 6 minutes, studies concerning the accumulation of dry matter, grain composition, color, texture and sensorial acceptance were carried out. It was concluded through the accumulation of dry matter of the grain, that the physiological maturity occurred

around the 62nd DAF. The texture was gradually firmer with advancing maturation, and positive correlation having been found ($r = 0,96$) between sensorial and instrumental texture measures was noticed. The acceptance of the canned pigeon pea, cultivar IAC Fava Larga was only regular.

Key words: canned pigeon pea, maturation stages, sensorial evaluation, texture and color

1 – INTRODUÇÃO

O guandu [*Cajanus cajan* (L.) Millsp.] é uma cultura muito antiga e ocupa mundialmente o quinto lugar de importância e consumo entre as leguminosas. A Índia contribui com mais de 90% da produção mundial vindo a seguir outras regiões tropicais como África, Caribe e América do Sul (SALUNKHE *et al*, 1986). No Brasil o cultivo do guandu vem se destacando principalmente porque pode ser plantado tanto na época chuvosa quanto na seca, sendo uma cultura adaptável a regiões quentes e úmidas assim como são também outras espécies desconhecidas caupi (*Vigna unguiculata*) e o feijão-fava (*Phaseolus lunatus*) (VIEIRA, 1992).

Leguminosas geralmente são colhidas secas, entretanto, a colheita pode ser realizada após os grãos terem atingido o teor de sólidos para o qual estão geneticamente programados, no início da maturidade fisiológica. Desta forma, obtém-se grãos de coloração verde apreciável, sabor e textura suaves (MORTON, 1976; SINGH *et al*, 1984; FARIS & SINGH, 1990; VIEIRA & SALGADO, 1992).

O consumo do guandu na América Central ocorre sobretudo enlatado no estágio verde, mostrando que o enlatamento pode ser uma forma eficaz de preservação da coloração do grão, principalmente na entre safra. Na Índia é consumido principalmente descascado, o que separa os cotilédones, sendo então denominado “dhal” (MORTON, 1976; SINGH *et al*, 1984; PARSI-ROS *et al*, 1987; VERMA *et al*, 1993).

A proteína do guandu (matéria seca) no estágio verde, equipara-se à do grão maduro (SINGH *et al*, 1984). São ainda fontes de minerais, cálcio, fósforo, magnésio, ferro, enxofre e potássio e de vitaminas, principalmente tiamina, riboflavina, niacina e colina e vitamina A (SINCLAIR; VETTEL & DAVIS, 1977; SALUNKHE *et al*, 1986). Assim como para o uso dos grãos maduros, os grãos verdes também necessitam de calor adequado para a eliminação

da maioria dos fatores antinutricionais, antes de serem consumidos (SINGH *et al*, 1984; LIU & MARKAKIS, 1987).

A aceitabilidade de um alimento na dieta humana depende não apenas de sua qualidade nutricional, mas também de suas características de cozimento, de hidratação e da qualidade do caldo produzido (CAZETTA *et al*, 1995), devendo o processo de enlatamento do grão, além de esterilizar o produto e eliminar os fatores antinutricionais, manter a aparência, o sabor e adequar a textura à preferência do consumidor (QUAST & SILVA, 1977; ABBATEMARCO & RAMASWAMY, 1994; GERMER *et al*, 1995).

Diante da disponibilidade e viabilidade do consumo de leguminosas enlatadas ainda no estágio verde e após a extinção da cor verde, o presente trabalho tem como objetivos: estabelecer para o guandu cultivar IAC Fava Larga a época ideal de colheita para o enlatamento no estágio verde, mediante estimativa da produção de massa/área de plantio, tamanho e peso de grãos e características físicas dos grãos verdes enlatados; selecionar dentre as temperaturas utilizadas no processo de enlatamento da 1ª colheita (116° ou 121°C) a mais adequada para os enlatamentos posteriores, através dos parâmetros de cor e textura; determinar o tempo ideal de esterilização (F_0), com conservação adequada de cor e textura; estabelecer correlação entre os valores de textura sensorial x instrumental dos grãos de guandu enlatados nos vários estádios de maturação; determinar características físicas dos produtos enlatados, e apresentar os perfis de aceitação dos produtos enlatados mediante análise sensorial.

2 – MATERIAL E MÉTODOS

2.1 *Matéria-prima: colheitas, produtividade e hidratação dos grãos de guandu*

Os dados climatológicos da época do cultivo do guandu, fevereiro a setembro 1996, tiveram as seguintes médias: pluviométrica de 3,06mm; temperaturas máxima e mínima diária de 26,8°C e 15,4°C e total diário de insolação de 7,2 horas. Os grãos de guandu IAC Fava Larga foram obtidos em campos de plantio do Centro Experimental de Campinas (Fazenda Santa Eliza) do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), SP. Os dados geográficos são: 22° de latitude, 47° de longitude e 669m de altitude. O guandu, foi plantado em 2.450 m² (70 x 35m), sendo estruturada a área de plantio em linhas com 0,55m de largura. O plantio ocorreu em 12/02/96 e o ponto médio de florescimento em 18/06/96. As colheitas foram efetuadas em

quatro épocas, sendo três colheitas no estágio verde, 44°, 57°, 62° dia após a floração (DAF), nas respectivas datas 1°, 14 e 19/08/96, e a outra após a extinção da cor verde, ao 92° DAF em 18/09/96 no último estágio maduro (cronograma de plantio e colheita do guandu, *ANEXO 2b*).

Para cada colheita de guandu realizou-se quatro repetições. Delimitaram-se aleatoriamente dezesseis canteiros homogêneos, à partir de 1m das extremidades para o interior da área de plantio, medindo cada um 55m² com 300 plantas em média por canteiro. Houve necessidade de apenas uma pulverização da plantação de guandu, a qual ocorreu ao 98° dia após o plantio. A primeira colheita foi estabelecida quando o rendimento de peso do grão em relação à vagem estivesse em torno de 30%. O fluxograma a seguir (*Figura 1*) mostra as etapas dos procedimentos adotados para quatro lotes distintos de enlatados. Para efeito de comparação, e devido a ausência do produto no Brasil, utilizou-se um lote de 10 embalagens de guandu comercial enlatado importado do Panamá o qual possuía características de peso líquido 312g, peso drenado 190g e fabricado em 1996.¹

A produtividade foi avaliada para cada época de colheita. Calculou-se a produção dos grãos frescos imediatamente após o corte das plantas para cada um dos lotes (quatro repetições por colheita), de área conhecida (55m²) quando todas as vagens foram colhidas e pesadas.

Em seguida pesou-se, em triplicata, cerca de 1 kg de vagens de cada canteiro ou repetição e debulhou-se cuidadosa e manualmente as vagens. Os grãos foram pesados, e efetuados os cálculos de produção/área, assim como o rendimento do peso do grão fresco em relação ao da vagem (%).

O peso médio de 100 grãos frescos foi obtido, através de oito pesagens. Mediram-se (em mm) os comprimentos, larguras e espessuras dos grãos frescos, através de quinze amostras por canteiro.

¹ O produto comercial chama-se "Guandu Maggi Panameño", fabricado pela Nestlé do Panamá.

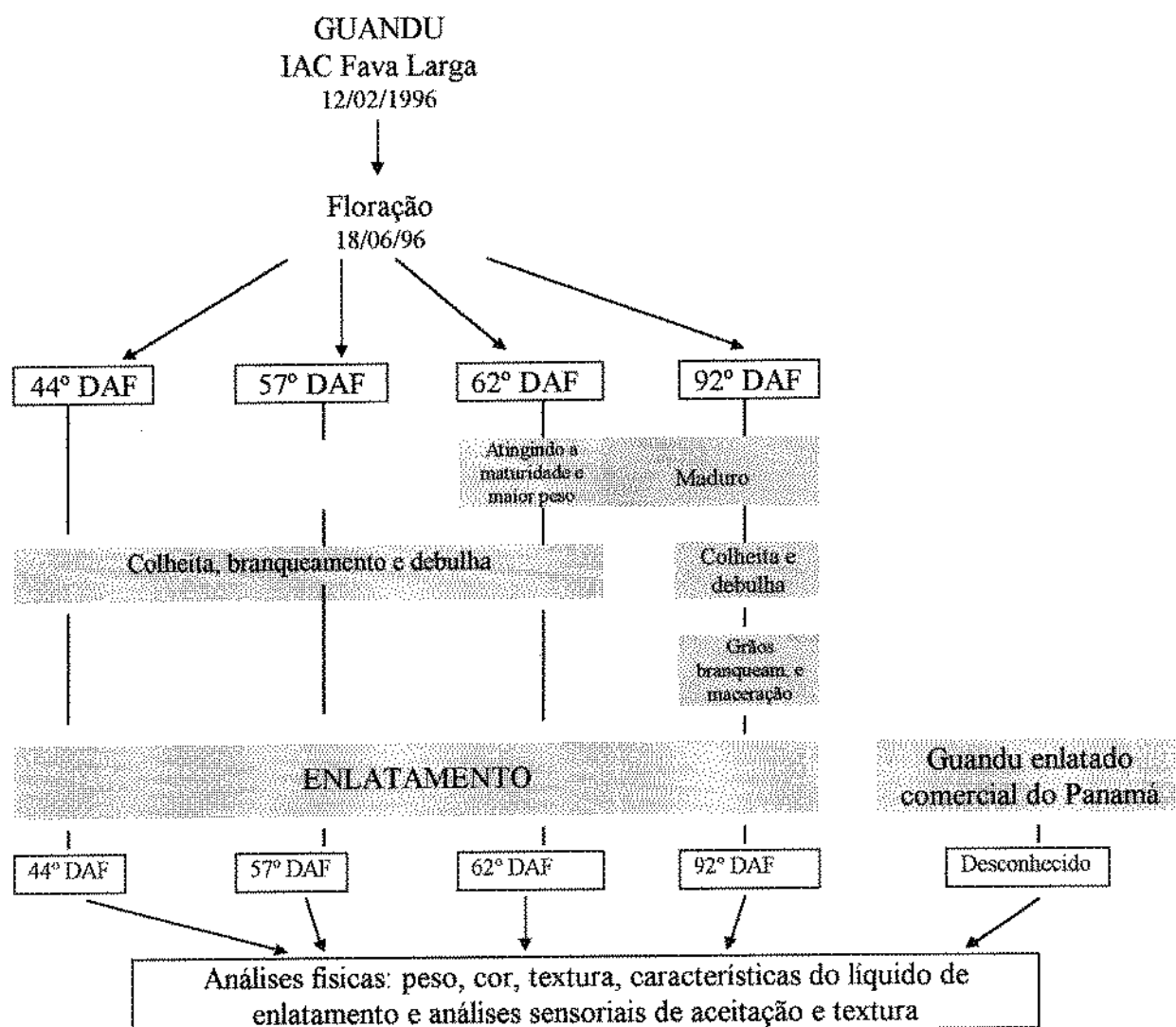


FIGURA 1. Fluxograma dos procedimentos para obtenção do guandu enlatado em diferentes épocas de colheitas, estabelecidas em dia após a floração, DAF, e das análises realizadas.

A unidade determinada nos grãos crus, macerados e enlatados, foi obtida pela matéria seca quando a amostra foi submetida ao aquecimento, 105°C, até peso constante, (AOAC, 1990).

A hidratação dos grãos maduros foi efetuada segundo os padrões usuais KADER (1995), salvo a introdução do branqueamento antes da hidratação.

2. 2 Dimensionamento do processamento térmico para o enlatamento dos grãos de guandu

O guandu foi enlatado na planta piloto do Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL). O enlatamento de cada lote (época de colheita) ocorreu no dia subsequente ao da colheita. Foram utilizadas, latas de três peças corpo, tampa e fundo, eletro-soldadas, com 73mm de diâmetro x 95mm de altura (capacidade 350ml), possuindo o corpo confeccionado em folha cromada, estando a solda interna protegida com verniz epóxi.²

A autoclave foi do tipo vertical fixa; vapor saturado foi utilizado como meio de aquecimento sem sobrepressão. A instrumentação de controle e o desenho da autoclave se encontravam de acordo com as normas recentes do *Food and Drug Administration* (FDA).

As etapas de enlatamento do guandu verde, foram as seguintes: colheita, branqueamento das vagens (imersão das vagens em água à 90-95°C por 2 minutos, e resfriamento), debulha manual, lavagem e drenagem dos grãos, enchimento (180g de grãos e salmoura fervente de NaCl à 1,5%), exaustão, recravação, processamento térmico e resfriamento. Para o guandu no ponto convencional de colheita, as etapas foram: colheita, debulha, branqueamento, maceração dos grãos e após a lavagem e drenagem dos grãos, as etapas foram idênticas à situação anterior.

Foi efetuado o levantamento da curva de penetração de calor e o cálculo do valor da intensidade de esterilização, F_0 (em minutos). Para cada enlatamento, referente à cada época de colheita, foram obtidas as curvas de penetração de calor pelo monitoramento do ponto frio da lata, localizado a 1/3 da altura desta, por um sistema de aquisição de dados composto por termopar de baquelite, cobre-constantan, aquisitor de dados com conversor analógico digital de 16 Bits. Cinco latas eram monitoradas e dois termopares colocados na autoclave mediam a temperatura do meio. Os seguintes dados foram registrados: temperatura inicial do produto, temperatura dos pontos frios da lata e da autoclave em intervalos de 1 minuto. O cálculo do F_0 da embalagem cuja temperatura subia mais lentamente, foi realizado concomitantemente ao processamento. O aquecimento foi interrompido quando o F_0 de aquecimento calculado, era de aproximadamente 3 minutos.

² As latas foram gentilmente cedidas pela Metalúrgica Matarazzo S. A., SP.

Para o enlatamento na primeira colheita, foram realizadas duas temperaturas de ensaio: 116 e 121°C. Baseados na textura objetiva e na cor dos grãos, selecionou-se a temperatura de 121°C para os processamentos das demais colheitas. O tempo F_0 foi calculado pelo método de PATASHNIK (1953).

$$F_0 = \sum TL \cdot t$$

onde:

$$TL = \text{Taxa Letal} = 10^{\left(\frac{T - T_{\text{referencia}}}{z}\right)} \quad \text{sendo:}$$

T = temperatura obtida durante o processo, $T_{\text{referencia}} = 121,1^\circ\text{C}$, $z = 10^\circ\text{C}$ (do *C. botulinum*) e t (intervalo de registro de temperatura) = 1 minuto.

O tempo de cozimento, C (ou seja valor F relativo ao cozimento), foi calculado segundo o método citado em QUAST (1976), admitindo como parâmetro cinético de cozimento um z igual a 20°C e uma temperatura de referência igual a 100°C (QUAST & SILVA, 1977). O método empregado foi de PATASHNIK (1953).

2.3 Peso dos grãos antes e após o enlatamento. Caracterização do líquido de enlatamento e da textura objetiva dos grãos

Os pesos dos grãos drenados e os pesos das salmouras foram efetuados para todos os lotes de produtos enlatados. O vácuo foi medido através de um vacuômetro e expresso em polegadas de Hg. Para conhecer o espaço livre, mediu-se a distância entre a superfície do líquido de enlatamento até o topo da flange da lata. O pH do líquido dos enlatados foi medido com potenciômetro. A turbidez do líquido de enlatamento foi medida indiretamente, em transmitância, à 550 nm em espectrofotômetro digital (*Micronal B 342 II*) e as leituras foram feitas em triplicatas. Os taninos nos grãos enlatados e no líquido de enlatamento, pelo método de Folin-Dennis, AOAC (1990).

A textura objetiva dos grãos foi obtida através do Texturômetro TAXT-2, utilizando cone metálico de 30° , movimentado-se com 1mm/segundo de velocidade e com 2mm/segundo de penetração, conforme KRAMER & SZCZESNIAK (1973). As leituras foram feitas em quinze repetições.

2.4 Cor dos grãos de guandu pós-enlatamento, absorção de água, perda de sólidos e viscosidade do líquido de enlatamento

A cor foi determinada em triplicatas no espectrofotômetro (COMCOR 1500 Plus), utilizando o iluminante C, sistema Lab Hunter, ângulo de observação de 10°, leitura por reflexão e abertura normal (configuração DREOL), onde os parâmetros de leitura foram: luminosidade (L), vermelho (+a), verde (-a), amarelo (+b), e azul (-b), conforme FRANCIS & CLYDESDALE (1975). Os grãos foram selecionados e colocados em cubeta de 83mm de diâmetro e 53mm de altura, com fundo de quartzo, sendo acomodados, observando o nivelamento e redução de espaço intersticial.

A intensidade de absorção do líquido de enlatamento pelos grãos (%) e a perda de sólidos totais (%) foram obtidas indiretamente, calculando o peso seco e o teor de água (g) antes e após o enlatamento.

A viscosidade do líquido de enlatamento dos vários lotes foi determinada por viscosímetro (Brookfield) à temperatura ambiente (25°C). As leituras foram feitas em triplicatas e expressas em Centipoise (cP). Utilizou-se 20ml de líquido de enlatamento em 20 segundos de rotação/leitura.

2. 5 Análises sensoriais

Um teste de aceitação dos produtos enlatados em função de suas características sensoriais percebidas através da *degustação* e da *aparência* foi efetuado através de Escala Hedônica estruturada com 9 pontos (ANEXO 3 b e c), utilizando-se uma equipe não treinada de 30 provadores, consumidores potenciais de leguminosas (STONE & SIDEL, 1985).

O delineamento utilizado para avaliar a aceitação através da degustação foi o de blocos completos casualizados com relação aos provadores, os quais avaliaram todas as amostras. As amostras foram avaliadas de forma monádica, ou seja o provador recebia para a avaliação uma amostra de cada vez, avaliando-as em cabines individuais, iluminadas com luz vermelha. As amostras foram avaliadas à temperatura ambiente (25°C), e em quantidade de 8 a 10 grãos (± 3 a 5g), colocados em recipientes de coloração escura, identificados por códigos numéricos de três dígitos. Os provadores avaliaram as amostras em três sessões individuais, sendo as amostras alocadas em cada sessão, de forma completamente aleatorizada. Para o teste de

aparência dos grãos, as amostras foram apresentadas simultaneamente, fora da cabine, com iluminação branca, em recipientes de coloração branca e identificados em códigos de três dígitos. O delineamento experimental utilizado para o teste de aparência foi o de blocos completos. Para complementar o teste de aceitação solicitaram-se aos 30 provadores comentários sobre os atributos que mais apreciavam e/ou que menos apreciavam nos produtos, os quais foram tabulados e graficados.

Um segundo teste sensorial, foi realizado para avaliar a firmeza dos grãos de guandu enlatados. Os provadores que compuseram a equipe sensorial foram previamente selecionados em função do poder discriminativo sobre as amostras de guandu quanto aos graus de dureza. Desta forma, 14 provadores realizaram uma série de testes de Comparação Pareada onde duas amostras de guandu possuindo graus de dureza distintos, foram apresentadas aos provadores e estes, após degustá-las, deveriam indicar na ficha (*ANEXO 3 d*) a amostra mais firme. Foram selecionados para compor a equipe sensorial os provadores que apresentaram uma porcentagem de acertos igual ou superior a 80%.

Onze provadores foram selecionados, e em seguida treinados com amostras que exemplificavam os extremos de escala de maciez, obtidas no texturômetro TAXT-2. Finalmente após o treinamento, os provadores avaliaram a maciez do guandu enlatado, utilizando escala não estruturada de 9cm ancorada nos extremos esquerdo e direito nos respectivos termos “pouca firmeza” e “muita firmeza” (*ANEXO 3 e*). Cinco amostras foram avaliadas (quatro provenientes das colheitas em diferentes estádios de maturação e o guandu Panamenho comercial) e o modelo foi o de blocos incompletos (COCHRAN & COX, 1966).

2. 6 Análises estatísticas

Os resultados foram analisados através de análises de variância e testes de Tukey ($p < 0,05$) utilizando-se o pacote estatístico “SAS”. A análise de regressão ou correlação, foi realizada quando necessário conforme PIMENTEL GOMES, (1990).

3 – RESULTADOS

3.1 Matéria-prima: colheitas, produtividade e hidratação dos grãos de guandu

A Tabela 1 apresenta os valores médios da produção de grãos frescos (kg/ha) e o rendimento do peso do grão em relação à vagem inteira (%) das quatro colheitas efetuadas. Apresenta ainda o peso de 100 grãos (g) (frescos e matéria seca), com suas dimensões, quais sejam, comprimento, largura e espessura (mm) e umidade (%).

TABELA 1. Características do guandu IAC Fava Larga em quatro colheitas.

DAF*	Produção grãos frescos Kg/ha	Rendimento: peso do grão em relação à vagem inteira (%)	Peso de 100 grãos		Dimensão dos grãos			Umidade (%)
			Frescos (g)	Matéria Seca (g)	Comprimento (mm)	Largura (mm)	Espessura (mm)	
44°	404	32	25	7,53 ^c	7,5	7,4	5,0	70
57°	502	33	29	9,36 ^b	7,5	7,4	5,2	68
62°	592	35	36	11,90 ^a	7,8	7,8	5,7	67
92°	479	55	15	12,48 ^a	7,0	6,6	5,8	15

*Dias após a floração.

Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si ao nível de significância de 0,05 (Tukey).

Com a finalidade de verificar a relação entre DAF e produtividade expressa em kg/ha foi realizada a análise de regressão e o resultado está apresentado na Figura 2. A Figura 3 apresenta o acúmulo de matéria seca (kg/ha) durante o cultivo do guandu.

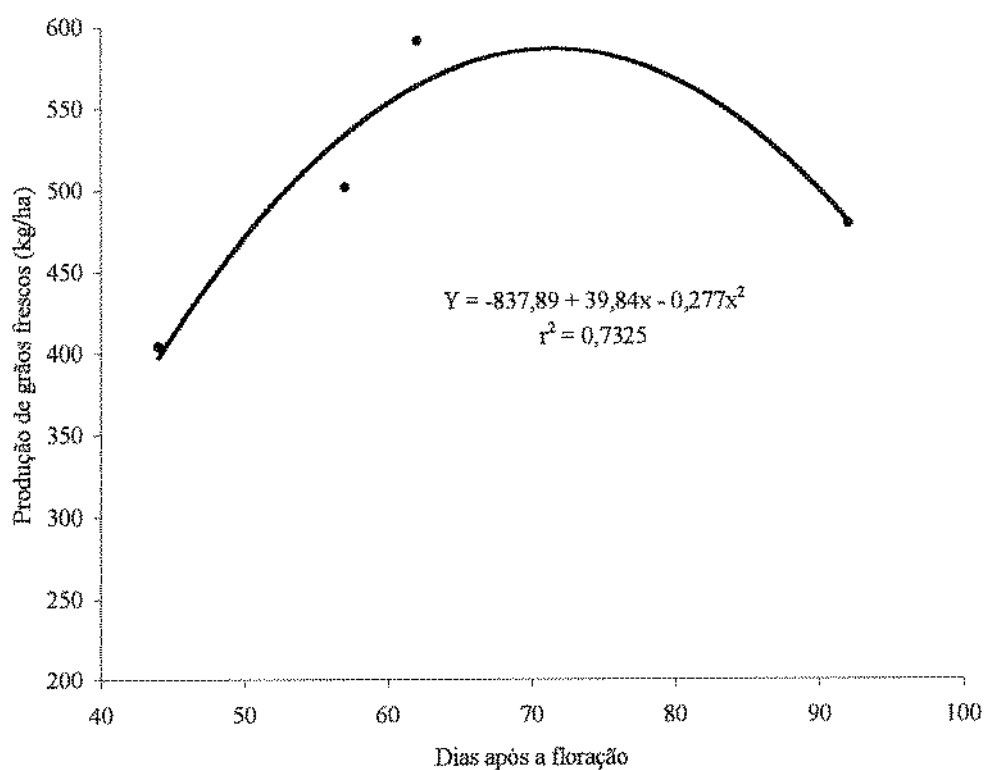


FIGURA 2. Relação entre dias após a floração e produtividade e dos grãos de guandu frescos.

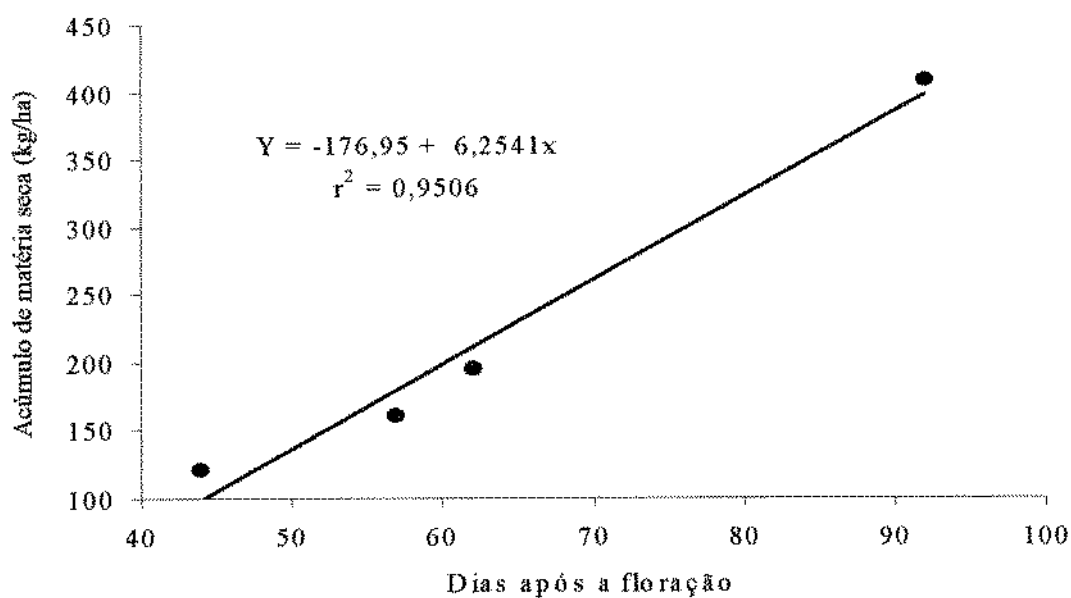


FIGURA 3. Acúmulo de matéria seca do guandu em quatro colheitas.

A curva de hidratação dos grãos maduros colhidos no 92º DAF efetuada após o branqueamento é apresentada na *Figura 4*.

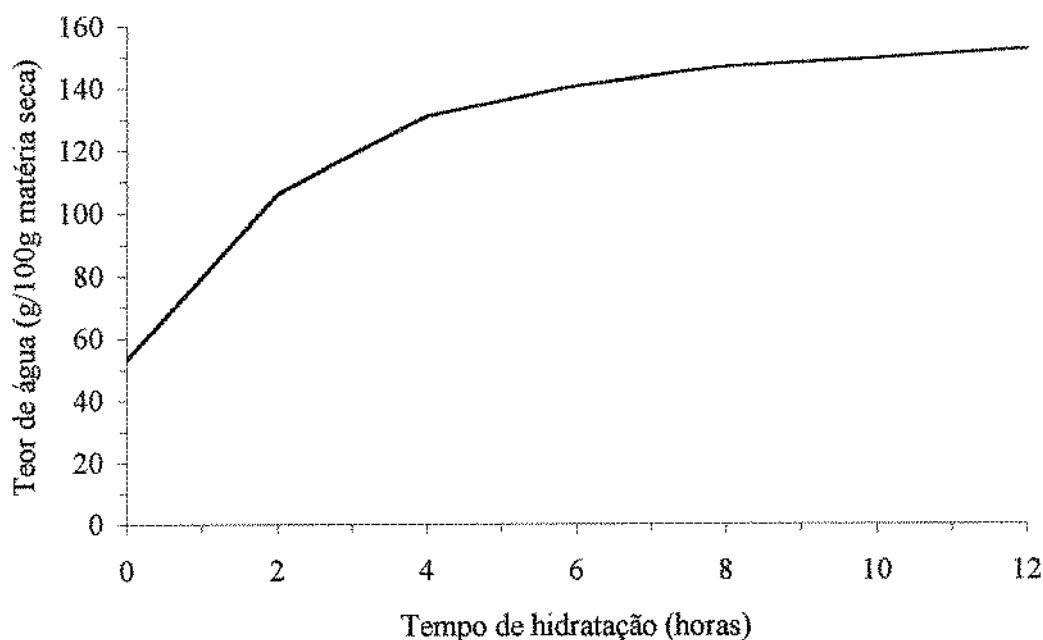


FIGURA 4. Hidratação dos grãos de guandu maduros após o branqueamento, à temperatura de 25°C.

3.2 Dimensionamento do processamento térmico para o enlatamento dos grãos

A *Tabela 2* apresenta os valores preliminares das cores e texturas objetivas para o guandu ao 44º DAF (primeira colheita), utilizando duas temperaturas de esterilização 116º e 121°C. Estes valores determinaram o emprego de 121°C para os enlatamentos posteriores, visto a cor vermelha apresentar significativamente menor intensidade e as texturas iguais. O aspecto dos grãos no 44º DAF está apresentado na *Figura 5* e o gráfico das medidas de textura na *Figura 6*.

TABELA 2. Cor, medida pelo sistema Lab Hunter e textura pelo Texturômetro TAXT-2 dos grãos de guandu colhidos ao 44° DAF e enlatados sob duas temperaturas.

Temperatura do Processamento °C	Luminosidade (L)	Unidades Hunter		Textura (g)
		vermelho (a)	amarelo (b)	
116	36,40 ^a	2,90 ^a	14,95 ^a	24,6 ^a
121	36,20 ^a	1,73 ^b	14,67 ^a	26,7 ^a

Médias nas colunas seguidas por letras iguais não diferem entre si, ao nível de significância de 0,05 (Tukey).

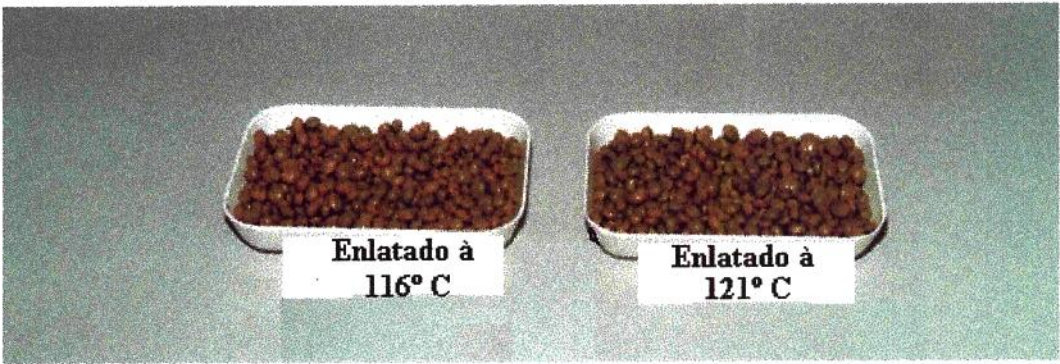


FIGURA 5. Grãos de guandu ao 44° DAF e enlatados sob duas temperaturas.

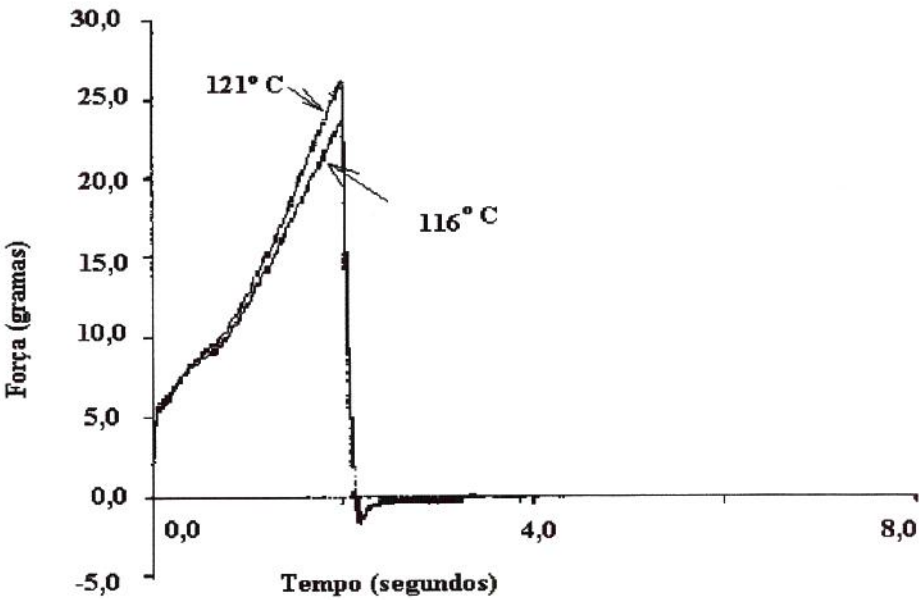


FIGURA 6. Medida objetiva de textura do guandu ao 44° DAF enlatado sob duas temperaturas.

A *Tabela 3* apresenta os valores da temperatura inicial do produto, temperatura de processo, tempo de aquecimento e intervalo de F_0 (tempo de esterilização) e C (tempo de cozimento), obtidos no processamento de quatro lotes de guandu.

TABELA 3. Condições operacionais dos processamentos térmicos no enlatamento do guandu.

DAF*	Temperatura inicial do produto °C	Temperatura de processo (°C)	Tempo de processo*** (minutos)	Intervalo de F_0 (minutos)	Intervalo de C cozimento (minutos)
44°	75,8 - 73,1	121	5	3,5 - 4,3	49 - 55
57°	74	121	6	4,4 - 4,7	-
62°	76,8 - 77,6	121	5	3,5 - 3,9	48 - 53
92°**	79,3 - 81,3	121	5	4,4 - 4,7	66 - 71

* Dia após a floração. **Grãos macerados por 12 horas.

***Tempo cronometrado do instante do atingimento da temperatura de processo até o início do resfriamento.

3.3 Peso dos grãos antes e pós-enlatamento. Caracterização do líquido de enlatamento e da textura dos grãos

A *Tabela 4* apresenta medidas físicas dos grãos de guandu enlatados e a caracterização dos líquidos de enlatamento e a *Tabela 5* apresenta os valores de textura objetiva e sensorial dos grãos enlatados.

TABELA 4. Valores médios dos parâmetros físicos dos grãos de guandu provenientes de quatro colheitas, enlatados e abertos após período médio de 3 meses de armazenamento e de guandu enlatado do Panamá.

DAF*	Peso Inicial dos grãos (g)	Peso bruto (g)	Vácuo (pol. Hg)	Espaço livre (mm)	Peso drenado (g)	Peso da salm. (g)	Peso líquido (g)	Peso drenado (%)	Taninos grãos enlatados mg/100g (MS)	Líquido de enlatamento			
										pH	Transmi-tância 550nm	Cor	Tani-nos mg/100ml
44°	180,12	390,63	18,67	12,67	202,27	135,63	337,9	59,86 ^a	411,23	6,10	8,0	Cinza claro	43,40
57°	180,13	392,30	19,67	12,67	213,23	126,10	339,30	62,84 ^a	359,50	6,10	3,0	Cinza mod. claro	42,00
62°	180,00	392,27	21,33	13,33	210,80	127,73	338,53	62,27 ^a	358,92	6,14	4,0	Cinza mod. claro	38,36
92°**	180,00	394,30	19,67	13,33	211,93	134,62	346,57	61,15 ^a	168,46	6,22	0,5	Cinza escuro	43,68
Comercial	-	375,6	9,00	10,00	189,90	126,80	316,70	59,96	-	5,63	9,0	Cinza claro	-

*Dia após a floração. **Grãos macerados por 12 horas.

Obs.: dimensões das latas: estudo: 73 mm de diâmetro X 95 mm de altura.

comercial: 65mm de diâmetro X 95 mm de altura.

Médias na coluna seguidas por letras iguais não diferem entre si ao nível de significância de 0,05 (Tukey).

A aparência dos grãos enlatados e do líquido de enlatamento está apresentada na *Figura 7*.

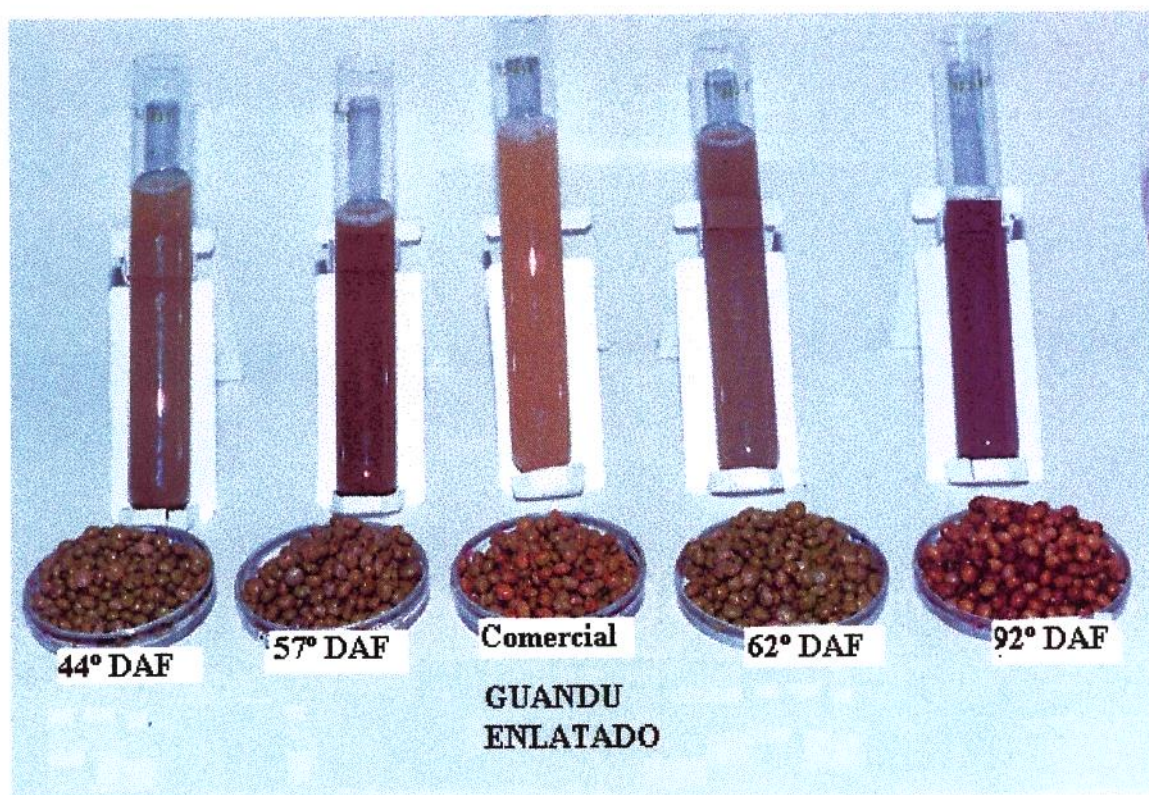


FIGURA 7. Guandu enlatado nas quatro épocas de colheitas e o comercial do Panamá com respectivos líquidos de enlatamento.

TABELA 5. Textura objetiva e subjetiva do guandu enlatado colhido em quatro épocas diferentes e do guandu comercial do Panamá.

DAF*	Textura	
	Texturômetro (g)**	Sensorial (notas) ***
44°	41,92 ^b	2,31 ^b
57°	36,66 ^c	2,52 ^b
62°	32,59 ^c	2,29 ^b
<u>92°</u>	80,43 ^a	5,93 ^a
Comercial	63,29	3,77

*Dia após a floração. **força medida no Texturômetro TAXT-2. ***notas (0 = pouca firmeza, 9 = muita firmeza).

Sublinhado = grãos macerados por 12 horas.

Médias nas colunas seguidas por letras em comum não diferem entre si ao nível de significância de 0,05 (Tukey).

3.4 Cor dos grãos pós-enlatamento, absorção de água, perda de sólidos e viscosidade do líquido de enlatamento

A Tabela 6 apresenta a leitura da cor dos grãos enlatados pelo sistema Lab Hunter e a Tabela 7 mostra o percentual de absorção de água e a perda de sólidos após o enlatamento. As viscosidades dos líquidos de enlatamento estão apresentadas na Figura 8.

TABELA 6. Cor dos grãos de guandu enlatados, medida pelo sistema Lab Hunter abertos após 3 meses de armazenamento e do guandu comercial do Panamá.

DAF*	Luminosidade (L)	Unidades Hunter	
		vermelho (a)	amarelo (b)
44°	38,13 ^a	2,36 ^b	14,94 ^a
57°	37,07 ^{ab}	3,33 ^b	13,76 ^a
62°	37,32 ^a	2,84 ^b	13,71 ^a
92°**	34,61 ^b	7,56 ^a	11,92 ^b
Comercial	35,94	6,23	13,74

*Dia após a floração. **Grãos macerados por 12 horas.

Médias nas colunas seguidas por letras iguais não diferem entre si ao nível de significância de 0,05 (Tukey).

TABELA 7. Absorção do líquido de enlatamento e perda de sólidos totais pelos grãos enlatados verificadas após três meses de armazenamento do produto.

DAF*	GRÃO FRESCO		GRÃO ENLATADO			
	Peso	Umidade	Peso	Umidade	Absorção de água	Perda de sólidos
	(g)**	(%)	(g)	(%)	(%)	(%)
44°	180,12	69,98	202,27	75,61	49,73 ^b	8,77 ^a
57°	180,13	67,87	213,23	74,30	62,52 ^a	5,30 ^a
62°	180,00	66,88	210,80	74,15	60,26 ^{ab}	8,60 ^a
92°	<u>180,00</u>	61,58	211,93	70,23	54,94 ^{ab}	8,77 ^a

*Dia após a floração **O enchimento das latas foi padronizado para 180g de grãos frescos.

Sublinhado = peso dos grãos maduros e macerados por 12 horas.

Médias nas colunas seguidas por letras iguais não diferem entre si ao nível de significância de 0,05 (Tukey).

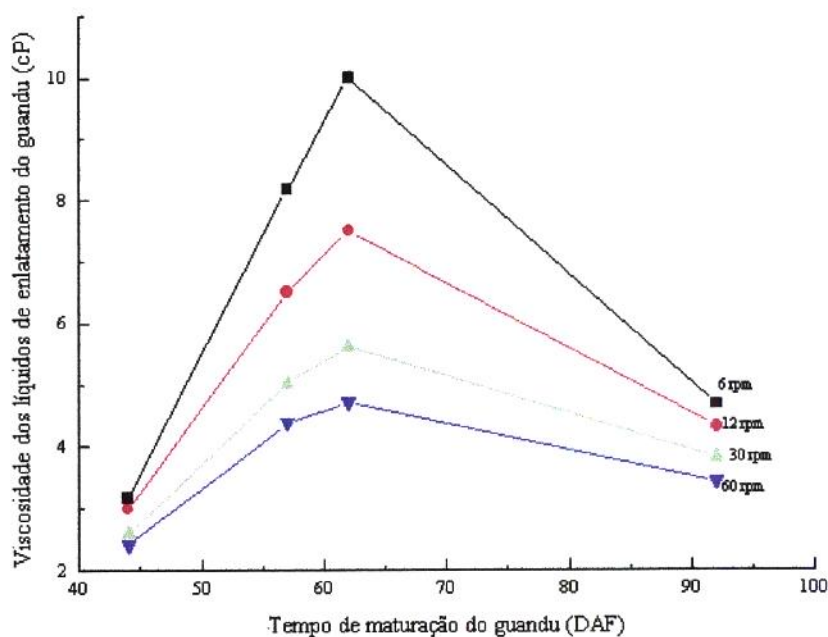


FIGURA 8. Viscosidades dos líquidos dos enlatados de guandu dos progressivos estádios de maturação.

3.5 Análises sensoriais

Os resultados das análises sensoriais de aceitação percebidas pela degustação e avaliação da aparência dos guandus enlatados estão apresentados na *Tabela 8*.

TABELA 8. Valores médios de aceitação dos grãos de guandu enlatados obtidos de quatro diferentes épocas de colheitas e do guandu enlatado comercial do Panamá.

DAF*	Degustação**	Aparência**
44°	5,67 ^a	6,60 ^a
57°	5,43 ^a	4,86 ^b
62°	6,00 ^a	6,23 ^a
92°	4,50 ^b	2,80 ^c
Comercial	5,73	4,60

*Dia após a floração. **Escala Hedônica Estruturada (1 = desgostei muitíssimo, 9 = gostei muitíssimo). Médias nas colunas seguidas por letras iguais não diferem entre si ao nível de significância de 0,05 (Tukey).

Os comentários realizados pelos 30 provadores sobre os atributos que mais apreciaram ou que menos apreciaram nos produtos estão apresentados nas Figuras 9 a 12.

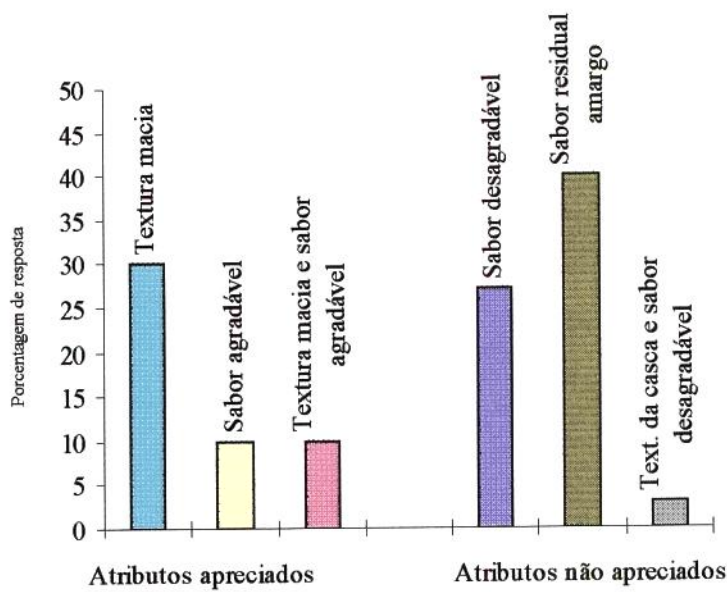


FIGURA 9. Frequência de citações de atributos mais e menos apreciados em guandu verde enlatado no 44° DAF .

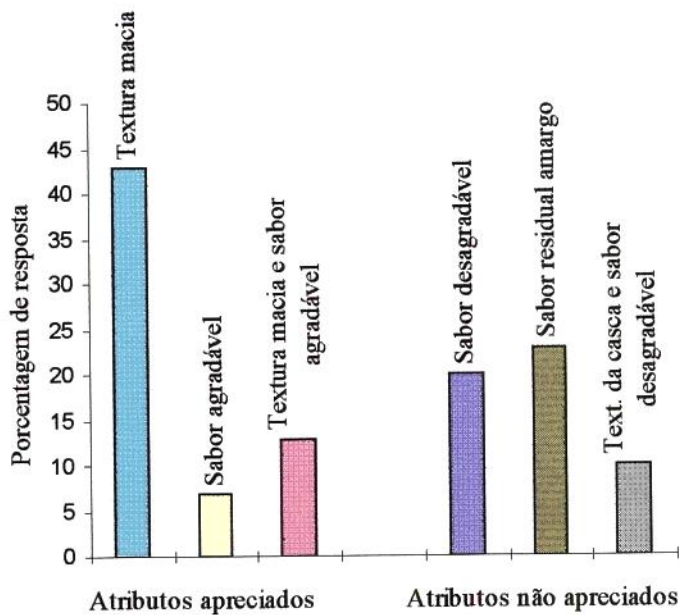


FIGURA 10. Frequência de citações de atributos mais e menos apreciados em guandu verde enlatado no 62° DAF .

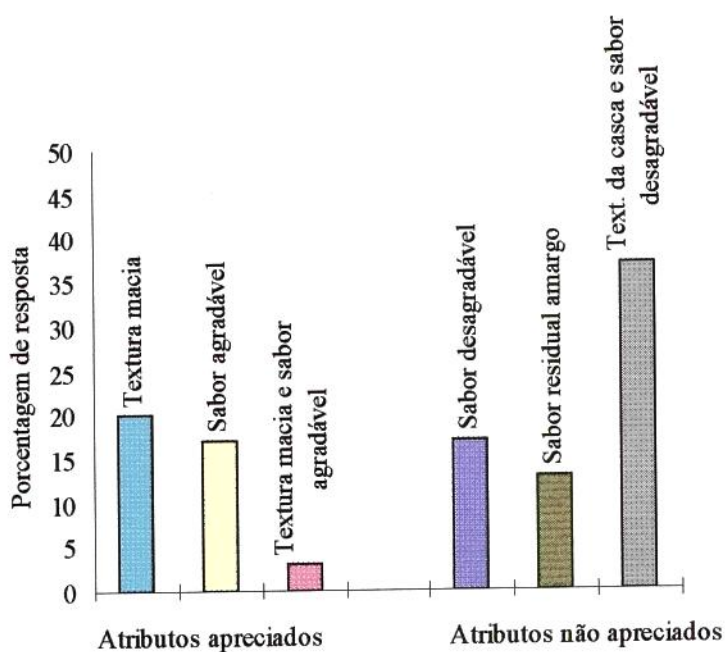


FIGURA 11. Frequência de citações de atributos mais e menos apreciados em guandu enlatado após a extinção da cor verde, no 92° DAF .

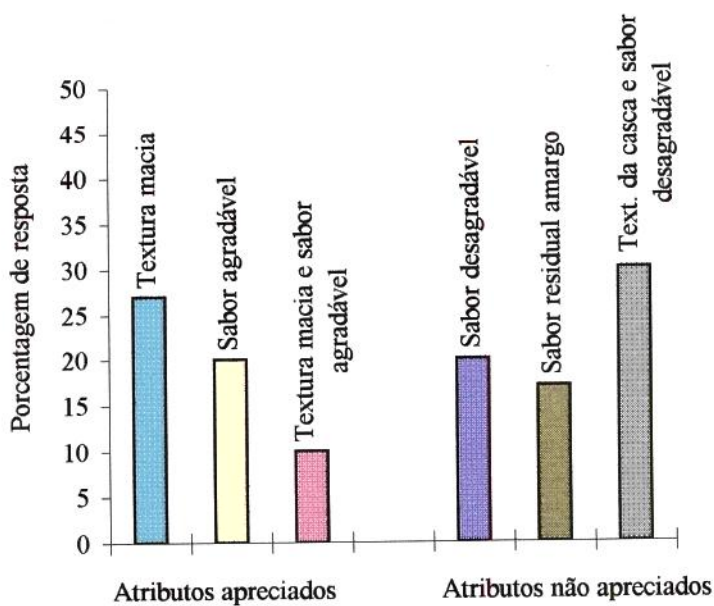


FIGURA 12. Frequência de citações de atributos mais e menos apreciados no guandu enlatado comercial do Panamá.

4 – DISCUSSÃO

4.1 Matéria-prima: colheitas, produtividade e hidratação dos grãos de guandu

O ciclo do guandu cultivar IAC Fava Larga do plantio em 12/2/96 até a colheita em 18/09/96, completou 219 dias, sendo caracterizado de ciclo longo. A maturação de colheita do guandu se dá entre 130° e 280° dia após o plantio, cultivares que o ponto de maturação de colheita se estabelece em até 130 dias são de ciclo curto, de 150 a 180 são de ciclo médio, e longo após 180 dias (SINHA, 1981). Estes períodos variam entretanto da época e condições edafo-climáticas de plantio e da latitude e altitude do local; quando plantado na época chuvosa, perfaz um ciclo um pouco mais longo, em torno de 300 dias, (SHARMA *et al*, citado por VIEIRA & SALGADO, 1992).

A pulverização realizada sobre a plantação do guandu foi suficiente para a eliminação de pragas e principalmente do percevejo. O inseticida clorado Endosulfan (350g/l), classe toxicológica: I, utilizado possuía período de carência de 30 dias e é geralmente empregado no controle de pulgões, percevejos e outras pragas (COMPÊNDIO DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS, 1996). A primeira colheita ocorreu somente após 72 dias da aplicação deste produto.

O guandu foi plantado em fevereiro e não na época das primeiras chuvas (outubro/novembro), visando utilizar o guandu como segunda cultura. Nesta condição esta leguminosa funciona como escarificador biológico de solo, pelo fato de possuir raízes pivotantes, preparando o solo para a próxima cultura. Do ponto de vista de colheita, o guandu plantado nessa época atinge apenas 0,90 a 1,20m de altura, facilitando a colheita manual ou mecânica. Finalmente, mais especificamente dentro do objetivo deste trabalho, que foi realizar colheitas antecipadas para o enlatamento do grão verde, a época não era propícia ao ataque de insetos, evitando maior número de pulverizações (apenas uma) o que seria inviável para este ensaio, devido ao período de carência exigido pelos defensivos, o que inviabilizaria portanto as colheitas nos estádios verdes.

A *Tabela 1* apresenta a produtividade do grão de guandu tanto verdes quanto no ponto de maturação de colheita, mostrando-se baixa e não permitiu conhecer o potencial máximo de produção do cultivar pois MIRANDA *et al* (1989), citam a produtividade para o cultivar IAC-Fava Larga, em semeadura efetuada em fevereiro de 1987, da ordem de 1.683kg de grãos/ha e

para o cultivar Kaki 1.470kg de grãos/ha. A relação entre DAF e produtividade dos grãos frescos é quadrática e atinge o ponto máximo entorno de 62° DAF (*Figura 2*), provavelmente o grão neste estágio encontrava-se na maturidade fisiológica com acúmulo máximo de matéria seca. Após o 62° DAF ocorre a queda de peso do grão pela perda de umidade até atingir o ponto de colheita com 15% de umidade. De acordo com POTTS (1971) uma semente está madura quando ela acumulou o máximo de matéria seca. Neste ponto, admite-se que a quantidade de substâncias translocadas para a semente é compensada pela quantidade de substância consumida na respiração (POPINIGIS, 1975).

O grão de guandu no 44° DAF apresentou 32% de rendimento em relação a vagem inteira e ao 92° DAF o rendimento elevou-se a 55% (*Tabela 1*). O rendimento do peso do grão em relação a vagem inteira no 62° DAF (estádio verde) situou-se em 35% e o peso da matéria seca de 100 grãos não diferiu estatisticamente do peso ao 92° DAF, no ponto de maturação de colheita. Foi comprovado significância ao nível de 0,05 sobre o efeito linear dos dias após a floração sobre o acúmulo de matéria seca no grão (*Figura 3*).

Devido à queda da umidade do grão foi necessário na última colheita (92° DAF), realizar a reidratação dos grãos antes do enlatamento (*Figura 4*), elevando o conteúdo de água dos grãos próximo aos valores quando verdes, sendo esta reidratação realizada após o branqueamento dos mesmos. Pouco antes de se completarem as primeiras duas horas de hidratação houve um aumento acentuado até atingir 100g de água/100g de matéria seca (MS) se elevando até 130g de água/100g MS após 4 horas de maceração, ou seja neste período o grão encontrava-se com 57% de água, valor próximo à umidade do grão verde, à partir deste ponto houve uma tendência à estabilização. A reidratação dos grãos colhidos com baixo teor de umidade viabiliza o processo de enlatamento, evitando excessiva absorção da salmoura o que prejudicaria a qualidade final do produto.

4.2 Dimensionamento do processamento térmico para o enlatamento dos grãos

As medidas objetivas de luminosidade, textura e de cor nos produtos enlatados na 1ª colheita, foram realizadas para selecionar a temperatura (116 ou 121°C) a ser utilizada visando oferecer um produto satisfatório com relação a estes parâmetros. A *Tabela 2* apresentou as referidas medidas e as *Figuras 5 e 6* ilustraram estes aspectos estudados na 1ª colheita, sendo selecionada a temperatura 121°C porque os grãos apresentaram uma coloração com menor

intensidade de vermelho, indicativo de menor intensidade do marrom, o que seria desejável, uma vez que os valores de intensidade do amarelo, de luminosidade e de textura não mostraram diferenças significativas ($p>0,05$).

Conforme *Tabela 3* o processamento térmico aplicado, 5 a 6 minutos a 121°C (lata com dimensões de 73x95mm) resultou em valores de F_0 de esterilização na faixa de 3,5 a 4,7 minutos para os grãos verdes cuja temperatura inicial variava entre 73,1 a 77,6°C e na faixa de 4,4 a 4,7 minutos para os grãos maduros os quais foram enlatados após branqueamento acompanhado de maceração em água por 12 horas e ainda evidenciando temperatura inicial pouco mais elevada que nos estádios verdes. LOPEZ (1975) enlatou feijão fava (lima beans) à 116°C por 35 minutos, temperatura inicial de 60°C, e latas com 307 x 409mm. Noutro estudo ISLAM & LEA, (1979) enlataram soja verde à mesma temperatura e tempo que o ensaio anterior, porém em latas de menores dimensões 211 x 210mm e temperatura inicial acima (93°C) da citada anteriormente. Os autores obtiveram baixo grau de aceitabilidade do produto e atribuíram o resultado ao tratamento térmico prolongado a que foi submetida a soja, uma vez que faltaram dados sobre a penetração do calor para o enlatamento de soja verde. Em Porto Rico, PARSI-ROS *et al* (1987) enlataram guandu [*Cajanus cajan* (L.)] à 121,1°C por 15 minutos.

O grau C de cozimento dos grãos, relativo ao amolecimento dos mesmos, situou-se na faixa de 48 a 55 minutos (grãos verdes), e 66 a 71 minutos (grãos maduros), conforme *Tabela 3*, indicando serem estes os intervalos de tempo necessários se os grãos estivessem sendo cozidos na temperatura de ebulição da água, sem o uso de pressão. Observa-se que o intervalo C de cozimento é praticamente o mesmo, portanto para o guandu maduro, haveria necessidade de um tratamento mais intenso, isto é, mais tempo de processo, F_0 maior, pois nos testes de textura, que serão discutidos adiante, os grãos maduros demonstraram textura mais firme, ou maior dureza, e no teste de aceitação recebeu menor nota (*Tabela 8*).

4.3 Peso dos grãos antes e pós-enlatamento. Caracterização do líquido de enlatamento e da textura dos grãos

As porcentagens do peso drenado em relação ao peso líquido (*Tabela 4*) dos grãos de guandu enlatados nos diferentes estádios de maturação não apresentaram diferenças significativas, indicando homogeneidade dos grãos, ou seja, desde os 44º DAF já se pode obter

um produto final semelhante em peso drenado ao grão colhido e enlatado ao 92° DAF. A porcentagem do peso drenado do guandu comercial do Panamá foi próxima às deste estudo. O pH do líquido de enlatamento não variou nesse período de 48 dias de estudo com os grãos.

O aparecimento de coloração parda ou marrom surge quando o tecido vegetal sofre uma ação física; a estrutura celular é rompida, a enzima liberada oxida os compostos fenólicos formando quinonas as quais são coloridas e tem um papel importante na formação das melaninas, de coloração escura. Os compostos naturais que estão mais sujeitos a estas oxidações são catecol, tirosina, ácido caféico, ácido clorogênico, ácido gálico, hidroquinonas e um grande número de antocianinas e flavonóides IADEROZA & BALDINI (1991).

A cor do líquido de enlatamento foi escurecendo progressivamente (*Figura 7*) sendo constatada pelos valores de transmitância que decresceram de 8 para 0,5 (*Tabela 4*). Foi interessante observar que a acentuação da coloração do líquido do enlatamento, o que deprecia o produto, parece não estar correlacionado com a presença de taninos, pois a quantidade presente no líquido mais claro (1ª colheita) e no mais escuro (última colheita) são semelhantes (*Tabela 4*). Talvez durante o processamento ou no período de equilíbrio do enlatado, a ação das polifenoloxidasas sobre os polifenóis (taninos), tenha ocorrido de maneira mais acentuada no 92° DAF.

Observa-se na *Tabela 5*, que a textura objetiva dos grãos verdes pós-enlatamento (57° e 62° DAF) foram iguais ($p > 0,05$), entretanto 30 dias depois, quando os grãos tornaram-se amarelos (92° DAF), o valor da textura se elevou ou seja os grãos enlatados deste lote tornaram-se mais firmes mesmo após terem sido reidratados antes do enlatamento, provavelmente a evolução da maturação dos grãos com a consequente desidratação no campo, ocorrida na etapa final de seu ciclo vegetativo tenha provocado modificações estruturais nos grãos. Na *Tabela 5* ainda se pode observar que a perda de maciez foi detectada sensorialmente, e demonstrou-se correlação positiva ($p < 0,01$) entre as medidas de textura sensorial e medidas de textura instrumental ($r = 0,96$). O guandu proveniente do Panamá pela maciez poderia ter sido colhido e enlatado em estágio de maturação intermediário ao correspondente 62° DAF e 92° DAF do cultivar IAC Fava Larga.

4.4 Cor dos grãos pós-enlatamento, absorção de água, perda de sólidos e viscosidade do líquido de enlatamento

A *Figura 7* demonstra a ocorrência e conservação da cor verde até o 62° DAF e é visto na *Tabela 6*, através das medidas objetivas que até ao 62° DAF, os valores de luminosidade (*L*), a cor vermelha (*a*) e a intensidade do amarelo (*b*) dos grãos de guandu enlatados encontram-se estabilizadas, porém, ao atingirem o 92° DAF, os valores de (*L*) e de (*b*) decrescem, e o de (*a*) se eleva, indicando surgimento de tons marrons em detrimento da aparência do produto enlatado. A coloração vermelha também apresentada pelo guandu comercial do Panamá encontra-se próxima a do guandu no 92° DAF do presente trabalho.

O conteúdo de taninos do grão enlatado (*Tabela 4*) decresceu consideravelmente nos grãos da última colheita (92° DAF); provavelmente a maceração dos grãos antes do enlatamento possa ter provocado este decréscimo. IADEROSA *et al* (1989) verificaram decréscimo de taninos após 12 meses de estocagem de 6 cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) e um dos fatores citados, que provavelmente contribuíram para o decréscimo foram as condições de manuseio dos grãos, informando que a preparação adequada das amostras evita a oxidação dos taninos e a formação de complexos com outros componentes dos grãos contribuindo para a diminuição na sua concentração. No feijão caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp], os taninos se elevaram com a maturação do grão, sendo que 96% foram encontrados nos tegumentos os quais apresentavam-se proporcionalmente escurecidos (CHANG *et al*, 1994); além de escurecer o produto os taninos provocam adstringência no sabor (FENEMA, 1993) e formam complexos com a proteína diminuindo qualidade nutricional do produto (LIENER, 1994).

A absorção média de água pelos grãos após o enlatamento foi 57% (*Tabela 7*) e as perdas de sólidos apresentaram-se entorno de 7,8% nos lotes enlatados estudados. Observa-se que mesmo após a reidratação dos grãos por 12 horas, procedimento este realizado apenas antes do enlatamento do lote ao 92° DAF (15% de umidade), os grãos ainda assim absorveram 54,9% de água, valor este estatisticamente semelhante aos demais, indicando que provavelmente seria desnecessária a reidratação dos lotes anteriores verdes.

A viscosidade dos líquidos de enlatamento, ilustradas na *Figura 8*, demonstram inicialmente, na primeira colheita, o comportamento newtoniano do líquido de enlatamento e

nas colheitas seguintes verifica-se mudança para não newtoniano. Observa-se a elevação da viscosidade do 44° DAF para o 62° DAF, decrescendo à seguir. Os fluidos newtonianos apresentam-se como líquidos puros ou como soluções muito diluídas e os fluidos não newtonianos apresentam-se como suspensões e emulsões (BARBOSA & PELEG, 1982). Pode-se dizer que fluidos newtonianos são solutos de baixo peso molecular, constituindo soluções diluídas de componentes que não interatuam ou ainda dispersões diluídas em solventes de baixo peso molecular. Tendo em vista que a perda de sólidos nos 4 lotes de estudo foi pequena e estatisticamente semelhante (*Tabela 7*), a modificação transitória porém acentuada de viscosidade no 3° lote (62° DAF) provavelmente seja devido à presença de moléculas de amido que ainda não tenha se estruturado completamente, havendo muitos polissacarídeos intermediários que se lixiviam mais facilmente para o líquido de enlatamento aumentando a viscosidade, e continuando o processo evolutivo de maturação a estrutura do grão vai se firmando e retendo mais os componentes.

4.5 Análises sensoriais de aceitabilidade dos grãos de guandu pós-enlatamento

Conforme *Tabela 8* a aceitação através da degustação dos grãos de guandu enlatados dos três primeiros estádios de maturação, foi estatisticamente igual ($p>0,05$), tendo os provadores conferido média 5,7 aos grãos neste estágio verde, na região próxima a “gostei ligeiramente”, os quais diferenciaram-se dos grãos no último estágio de maturação, média 4,5 em “desgostei ligeiramente”. As *Figuras 9 a 12* apresentam os atributos mais comentados, inclusive referentes ao guandu comercial. O guandu verde enlatado no 44° DAF (*Figura 9*) foi apreciado pela textura macia mas o sabor residual amargo estava presente com relativa intensidade. A *Figura 10* mostra que no 62° DAF continua como atributo mais apreciado a textura macia, a qual juntamente com o sabor agradável também se destaca e decresce o sabor residual amargo e de acordo com a *Figura 11*, no 92° DAF a textura macia decresce e se nivela com o sabor agradável e como atributo não apreciado foi a textura da casca o mais comentado. A *Figura 12* indica que a textura macia do grão, porém desagradável da casca se equilibrou no guandu enlatado comercial do Panamá.

A aceitação através da aparência dos grãos de guandu enlatados no estágio verde apresentou média 5,9 “gostei ligeiramente” (*Tabela 8*) e a aparência do grão maduro (92° DAF), média 2,8 em “desgostei moderadamente”, sendo neste último caso, o que mais contribuiu para diminuir a aceitação foi a presença mais acentuada de rachaduras do

tegumento, bem como a cor pouco atraente. Observou-se rachaduras do tegumento dos grãos de guandu enlatados em todos os estádios de maturação o que depreciou parte da aparência do produto. Provavelmente a ruptura do tegumento ocorre pela gelatinização do amido que ao se dilatar pressiona a casca que se rompe por falta de elasticidade. O estudo sensorial com guandu, cultivar *Kaki*, grãos verdes receberam notas próximas de 7, para cor, sabor, textura e preferência geral, enquanto os secos receberam 6,5, porém quando os autores compararam o guandu verde com ervilhas frescas (*Pisum sativum*) o guandu se estabeleceu ao nível inferior ao de aceitação, sendo a casca dura o principal atributo de depreciação. Os principais comentários para os grãos maduros, foram casca muito grossa, falta de caldo e sabor ligeiramente amargo (SALES *et al*, 1980).

5 – CONCLUSÕES

Os grãos de guandu cultivar IAC Fava Larga no 62º dia após a floração (DAF), no estágio verde, acumularam o máximo de matéria seca, indicativo de início de maturidade fisiológica, sendo este o ponto ideal para o enlatamento.

A temperatura mais adequada para o processo de enlatamento do guandu foi a de 121°C, tendo por base a cor e textura do produto na primeira colheita.

O processamento térmico aplicado para o enlatamento do guandu IAC Fava Larga nos diferentes estádios de maturação, 121°C por 6 minutos, resultou em valores de F_0 de esterilização na faixa de 3,5 a 4,7 minutos, equivalendo ao grau C de cozimento de 48 a 71 minutos com relação ao amolecimento dos grãos.

As pequenas diferenças nos valores de F_0 e C obtidas não induziram mudanças significativas na coloração dos grãos nos estádios verdes. Há homogeneidade dos grãos de diferentes DAF quanto a penetração de calor.

A reidratação dos grãos de guandu após o branqueamento antes do enlatamento só é necessária ao 92º DAF e o grão após 5 horas de hidratação apresenta-se com 57% de água e a seguir mostra tendência à estabilização.

O peso drenado do guandu enlatado após o período de equilíbrio independe dos estádios de maturação.

Durante a maturação do grão de guandu observou-se uma correlação positiva ($r = 0,82$) entre DAF e aumento da firmeza do grão.

Houve correlação positiva ($r = 0,96$) entre textura sensorial e textura instrumental dos grãos de guandu enlatados em diferentes estádios de maturação.

Os taninos do guandu são extraídos no líquido de enlatamento em proporções semelhantes em todos os estádios de maturação estudados, porém no 92º DAF os taninos nos grãos enlatados decrescem quando os grãos são macerados.

O nível de aceitabilidade do guandu verde enlatado através da degustação e da aparência foi regular.

6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABBATEMARCO, C.; RAMASWAMY, H.S. End-over-end thermal processing of canned vegetables: effect on texture and color. **Food Research International**, Essex, v. 27, n. 4, p. 327-334, 1994.
2. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, AOAC **Official methods of analysis**. 15.ed. Washington, 1990. v. 1-2.
3. BARBOSA, G.V.; PELEG, M. Propiedades de flujo de alimentos líquidos y semilíquidos. **Tecnologia de Alimentos**, México, v. 17, n. 2, p. 4-11, 1982.
4. CAZETTA, J.O.; KANESIRO, M.A.B.; FALEIROS, R.R.S. & DURIGAN, J.F. Comparação de aspectos químicos e tecnológicos de grãos verdes e maduros de guandu com os de feijão-comum e ervilha. **Alimentos e Nutrição**, São Paulo, v. 6, p. 39-53, 1995.
5. CHANG, M.J.; COLLINS, J.L.; BAILEY, J.W.; COFFEY, D.L. Cowpeas tannins related to cultivar, maturity, dehulling and heating. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 59, n. 5, p. 1034-1036, 1994.
6. COCHRAN, W.G.; COX G.M. **Experimental Designs**. 2.ed. New York, 1966. 611p.
7. COMPÊNDIO DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS; guia prático de produtos fitossanitários para uso agrícola. 5.ed. rev. atu. São Paulo: Andrei, 1996. 506p.

8. FARIS, D.G.; SINGH, U. Pigeonpea: nutrition and products. In: NENE, Y.L.; HALL, S.D.; SHEILA, V.K. **The pigeonpea**. Patancheru: ICRISAT, 1990. Chap. 16, p. 401-433.
9. FENNEMA, O.R. **Química de los alimentos**; Trad. de Bernabé Sanz Pérez e outros. 2. ed. Zaragoza: Acribia, S. A., 1993. 1095p.
10. FRANCIS, F.J.; CLYDESDALE, F.M. **Food colorimetry: theory and applications**. Westport: AVI, 1975. 477p.
11. GERMER, S.P.M.; MOURA, S.C.S.R.; LEITÃO, M.F.F.; JUNQUEIRA, V.C.A.; TEIXEIRA NETO, R.O.; GONÇALVES, J.R.; JARDIM, D.C.P.; VITALI, A.A. **Princípios de esterilização de alimentos**. 2.ed. Campinas: ITAL, 1995. 123p. (Manual Técnico, 10).
12. IADEROZA, M.; BALDINI, V.L.S. A importância da análise enzimática em alimentos. In: _____; _____. **Ênzimos e a qualidade de vegetais processados**. Campinas: ITAL, 1991. p. 37-51. (Manual Técnico).
13. IADEROZA, M.; SALES, A.M.; BALDINI, V.L.S.; SARTORI, M.R.; FERREIRA, V.L. Atividade de polifenoloxidase e alterações da cor e dos teores de taninos condensados em novas cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) durante o armazenamento. **Coletânea do ITAL**, Campinas, v. 19, n. 2, p. 154-164, jul. dez, 1989.
14. ISLAM, M.N.; LEA, R.A. Effect of maturity on the nutrient content and the canning quality of emerald soybean. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 44, n. 1, Jan. Feb., p. 204-207, 212, 1979.
15. KADER, Z.M.A. Study of some factors affecting water absorption by faba beans during soaking. **Food Chemistry**, Oxford, v. 53, n. 3, p. 235-238, 1995.
16. KRAMER, A.; SZCZESNIAK, A.S. **Texture measurements of foods psychophysical fundamentals; sensory, mechanical, and chemical procedures and their interrelationships**. Holland: Reidel Publishing Company Dordrecht, 1973. 175p.
17. LIENER, I.E. Implications of antinutritional components in soybean foods. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Cleveland, v. 34, n. 1, p. 31-67, 1994.

18. LIU, K.; MARKAKIS, P. Effect of maturity and processing on the trypsin inhibitor and oligosaccharides of soybeans. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 52, n. 1, p. 222-225, 1987.
19. LOPEZ, A. **A complete course in canning**. 10.ed. The Canning Trade, Baltimore: MD, 1975.
20. MIRANDA, M.A.C.; WUTKE, E.B.; MARTINS, A.L.M. **Guandu IAC Fava Larga**. Campinas: IAC, 1989. 2p. Folder.
21. MORTON, J.F. The pigeon pea (*Cajanus cajan*), a high protein, tropical bush legume. **Hort Science**, Virginia, v. 11, n. 1, p. 11-19, 1976.
22. PARSI-ROS, O.; RODRIGUEZ-SOSA, E.J.; CRUZ-CAY, J.; CINTRÓN-MUÑOZ, M.E. Processing and the nutritional contents of canned and fresh pigeon peas [*Cajanus cajan* (L.)]. **The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico**, Rio das Piedras, v. 71, n. 1, p. 33-41, 1987.
23. PATASHNIK, M. A Simplified procedure for thermal process evaluation. **Food Technology**, Chicago, v. 7, n. 1, p. 1-6, Jan., 1953.
24. PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 13. ed. Piracicaba: Nobel, 1990. 468p.
25. POPINIGIS, F. Qualidade fisiológica de sementes. **Sementes**, Brasília, v. 1, n. 1, p. 65-80, 1975.
26. POTTS, H.C. **Seeds- development, struture, function**. Mississipi, Mississipi State University. p. 37-51, 1971.
27. QUAST, D.G. **Cálculo da intensidade de esterilização e de cozimento de alimentos**. Campinas: ITAL, 1976. 59p. (Instruções técnica, 10).
28. QUAST, D.G.; SILVA, S.D. Temperature dependence of the cooking rate of dry legumes. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 42, n. 2, p. 370-374, 1977.

29. SALES, A.M.; BRAGA, N.R.; DRAETTA, I.S.; MORI, E.E.M.; TRAVAGLINI, M.M.E.; PIZZINATTO, A. Feijão - guandu. I Avaliação organoléptica e nutricional para fins de alimentação humana. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.17, n. 2, p. 147-180, abr. jun., 1980.
30. SALUNKHE, D.K.; CHANCELLOR, V; CHAVAN, J.K.; KADAM, S.S. Pigeonpea as an important food source. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Cleveland, v. 23, n. 2, p. 103-145, 1986.
31. SINCLAIR, P.; VETTEL, R. S.; DAVIS, C.A. **Soybeans in family meals home and garden**. Washington, 1977. 26p. (Bulletin nº 208).
32. SINGH, U.; JAIN, K.C.; JAMBUNATHAN, R.; FARIS, D.G. Nutritional quality of vegetable pigeonpeas [*Cajanus cajan* (L.) Millsp.]: dry matter accumulation, carbohydrates and proteins. **Journal of Food Science**. Chicago, v. 49, n. 3, May-June, p. 799-802, 1984.
33. SINHA, S.K. Water availability and grain yield in pigeon pea. In: PATANCHERU, A. P. **International workshop on pigeonpeas – Proceedings**. India: ICRISAT, 1981. v. 1, p. 283-288.
34. STONE, H.; SIDEL, J.L. **Sensory evaluation practices**. Orlando: Academic Press, 1985. 311p.
35. VERMA, P.; SAXENA, R.P.; SARKAR, B.C.; OMRE, P.K. Enzymatic pretreatment of pigeonpea (*Cajanus cajan* L.) grain and its interaction with milling. **Journal of Food Science and Technology**, India, v. 30, n. 5, p. 368-370, 1993.
36. VIEIRA, C. Leguminosas de grãos: importância na agricultura e na alimentação humana. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 16, n. 174, p.5-11, 1992.
37. VIEIRA, R.F.; SALGADO, L.T. A cultura do guandu. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 16, n. 174, p.52-60, 1992.

CAPÍTULO 5

ASPECTOS QUÍMICOS E BIOQUÍMICOS DE LEGUMINOSAS ENLATADAS EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo estudar a composição química e aspectos bioquímicos dos grãos de soja cultivar IAC PL-1 e de guandu cultivar IAC Fava Larga, crus e pós-enlatamento em diferentes estádios de maturação avaliando os efeitos do processamento sobre os grãos dos dois cultivares. A composição química dos grãos no estágio verde e no ponto de maturação de colheita foi semelhante. O enlatamento conservou 95% e 98% do total das proteínas dos grãos de soja e guandu respectivamente. Nos enlatados de soja obteve-se a inativação da atividade de lectinas. Os processamentos térmicos utilizados para os enlatamentos, 121°C por 6 a 7 minutos para a soja e 5 a 6 minutos para o guandu foram suficientes para eliminar 83% da atividade dos inibidores de tripsina da soja e do guandu. A digestibilidade da proteína do guandu enlatado (62%) foi inferior em relação à soja enlatada (78%). Com exceção do ácido glutâmico, prolina, lisina e histidina, os demais aminoácidos do grão de soja enlatado colhido no 64° DAF tiveram seus conteúdos iguais aos enlatados do 85° DAF pós-armazenados e pós-macerados. Os teores de aminoácidos dos grãos de guandu enlatados no 62° DAF, com exceção do ácido glutâmico e fenilalanina, foram iguais àqueles presentes na última colheita (92° DAF). A metionina disponível no grão de soja não se modificou com a evolução da maturação, porém a do guandu se elevou no 92° DAF e o processo de enlatamento reduziu a metionina disponível da soja apenas no 55° e 64° DAF e do guandu no 57° e 92° DAF. Rafinose e estaquiose nos grãos de soja estão mais elevadas no estágio verde, e nos grãos de guandu, apenas a estaquiose está mais elevada no estágio verde. O processo de enlatamento provocou um pequeno decréscimo nestes dois açúcares da soja e guandu nos dois últimos estádios de maturação estudados.

Palavras-chave: soja e guandu enlatados, estádios de maturação, fatores antinutricionais, perfil de aminoácidos, digestibilidade protéica *in vitro*, carboidratos.

SUMMARY

CHEMICAL AND BIOCHEMICAL ASPECTS OF LEGUMES CANNED AT DIFFERENT MATURATION STAGES. This work intended to study the chemical

composition and biochemical aspects of soybean grains, cultivar IAC PL-1 and pigeon pea cultivar IAC Fava Larga, both raw and post-canning at different maturation stages, evaluating the effects of the processing caused on the grain. The chemical composition of the grains at the green stage and the harvest maturation point was similar. The canning of soybean conserved by 95% and pigeon pea by 98% the whole protein content of grains. In soybean canned products, inactivation of the activity of lectins was obtained. The heat processings utilized for the cannings, 121°C for 6 to 7 minutes for soybean and 5 to 6 minutes for pigeon pea, were enough to remove 83% the activity of soybean and pigeon pea trypsin inhibitors. The *in vitro* digestibility of the canned pigeon pea protein was lower (62%) relative to canned soybean (78%). With exception of glutamic acid, proline, lysine and histidine, the other amino acids of the canned soybean grain harvested on the 64th DAF had their contents equal to those canned on the 85th DAF post stored and post-soaking. The amino acid of the pigeon pea grains canned on the 62nd DAF, with exception of glutamic acid and phenylalanine, were equal to those amino acids present at the last harvest (92nd DAF). The available methionine in soybean grain didn't change with the evolution of the maturation, but that of pigeon pea rose at the 92nd DAF and the canning process decreased the available methionine of the soybean at 55th and 64th and pigeon pea at 57th and 92nd DAF. Both raffinose and stachyose in soybean grains are higher in green stages and in pigeon pea grains only stachyose is higher in green stage. The canning process caused a small reduction in these two sugars of soybean and pigeon pea in the last two studied maturation stages.

Key words: canned soybean and pigeon pea, maturation stages, antinutritional factors, amino acid profile, *in vitro* protein digestibility, carbohydrates.

1 – INTRODUÇÃO

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] e o guandu [*Cajanus cajan* L.) Millsp.] quando colhidos antecipadamente, no início da maturidade fisiológica, apresentam qualidade protéica semelhante ao grão no ponto de maturação de colheita, pois segundo OGREN & RINNE (1973) durante o crescimento da semente de soja, o acúmulo específico de proteína se implanta precocemente. SILVA *et al* (1981), observaram que a variedade Santa Rosa apresentava o acúmulo máximo de nitrogênio total entre o 37° e o 65° dia após a floração (DAF), sendo que a plena maturação seria atingida apenas no 82° DAF. Vários autores já haviam alertado que a antecipação da colheita proporcionava grãos com cor verde atrativa, textura macia e melhor

sabor (SINCLAIR, VETTEL & DAVIS, 1977; RASMUSSEN, 1978; BOURGES, CAMACHO & BANAFUNZI, 1981; MASUDA, HASHIZUME & KANEKO, 1988 e DESHPANDE, 1992).

Este estudo se iniciou após MIRANDA (1995) ter informado que dois novos cultivares aprimorados no IAC poderiam apresentar as características descritas acima, sendo necessário iniciar a amostragem com colheitas sucessivas para estabelecer o período de DAF que oferecesse uma combinação ideal de rendimento versus características nutricionais e sensoriais.

O enlatamento de leguminosas garante o consumo na entressafra e proporciona economia de tempo e energia, visto que são necessárias até 3 horas à 100°C para leguminosas serem cozidas, (QUAST & SILVA, 1977; SIEGEL & FAWCETT, 1976 e PARSI-ROS *et al* 1987). A combinação tempo e temperatura utilizada no processo de enlatamento dos grãos deve garantir a esterilização, reduzir ou eliminar os fatores antinutricionais e melhorar a qualidade protéica. A ausência de soja e de guandu enlatados no mercado nacional para consumo humano justificou a realização deste trabalho, que teve por objetivos estudar a composição química e aspectos bioquímicos dos grãos de soja cultivar IAC PL-1 e de guandu IAC Fava Larga crus e pós enlatamento em diferentes estádios de maturação, avaliando os efeitos do processamento sobre os grãos de ambos cultivares.

2 – MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Matéria-prima e lotes experimentais

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] cultivar IAC PL-1, e o guandu [*Cajanus cajan* (L.) Millsp.] cultivar IAC Fava Larga foram cultivados no Centro Experimental de Campinas (Fazenda Santa Eliza) do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), SP.

A soja foi plantada em 0,05 hectare em 7/11/95, o florescimento ocorreu em 24/1/96, sendo as colheitas efetuadas no 48º, 55º, 61º, 64º e 85º dia após a floração (DAF). O guandu foi plantado em 0,25 hectare em 12/02/96 e o florescimento ocorreu em 19/06/96; as colheitas efetuadas no 44º, 57º, 62º e 92º DAF. Para estabelecer a data da primeira e da última colheita da soja, utilizou-se o sistema descrito por FEHR *et al* (1971). Em resumo, a primeira e a última colheita foram realizadas quando a plantação de soja encontrava-se entre os estádios R 6 (com 40% do peso do grão em relação à vagem) e R 8. Quanto ao guandu, a primeira

colheita foi estabelecida quando o peso do grão em relação à vagem estava próximo a 30%, embora tenha ocorrido heterogeneidade entre os grãos colhidos porque o guandu apresenta normalmente florescências sucessivas. As mesmas safras de soja e guandu foram analisadas sob aspectos tecnológicos do enlatamento e sensoriais por BARCELOS (1998a e 1998b).

Parte dos grãos colhidos, em cada ensaio, foi destinada à determinação da composição química; uma parte foi liofilizada crua e outra parte pós-enlatamento. Foram enlatados 15kg de soja e 11kg de guandu. Os processamentos térmicos utilizados para os enlatamentos foram 121°C por 6 a 7 minutos para a soja e por 5 a 6 minutos para o guandu. Após um período de equilíbrio, acima de dois meses, o material foi reanalisado. As amostras de soja e guandu foram pulverizadas e passadas em peneiras de 20 mesh e desengorduradas para análises químicas e bioquímicas.

Para efeito de comparação utilizou-se um lote de 10 latas de guandu comercial importado do Panamá. Suas características eram: peso líquido 312g, peso drenado 190g, ano de fabricação: 1996.¹

Os procedimentos gerais com a matéria-prima estão apresentados nas *Figuras 1 e 2*, salientando que o estudo estabelecido nos fluxogramas, análises indicadas, foi também realizado paralelamente no grão cru.

¹ O produto comercial chama-se “Guandu Maggi Panameño”, fabricado pela Nestlé do Panamá.

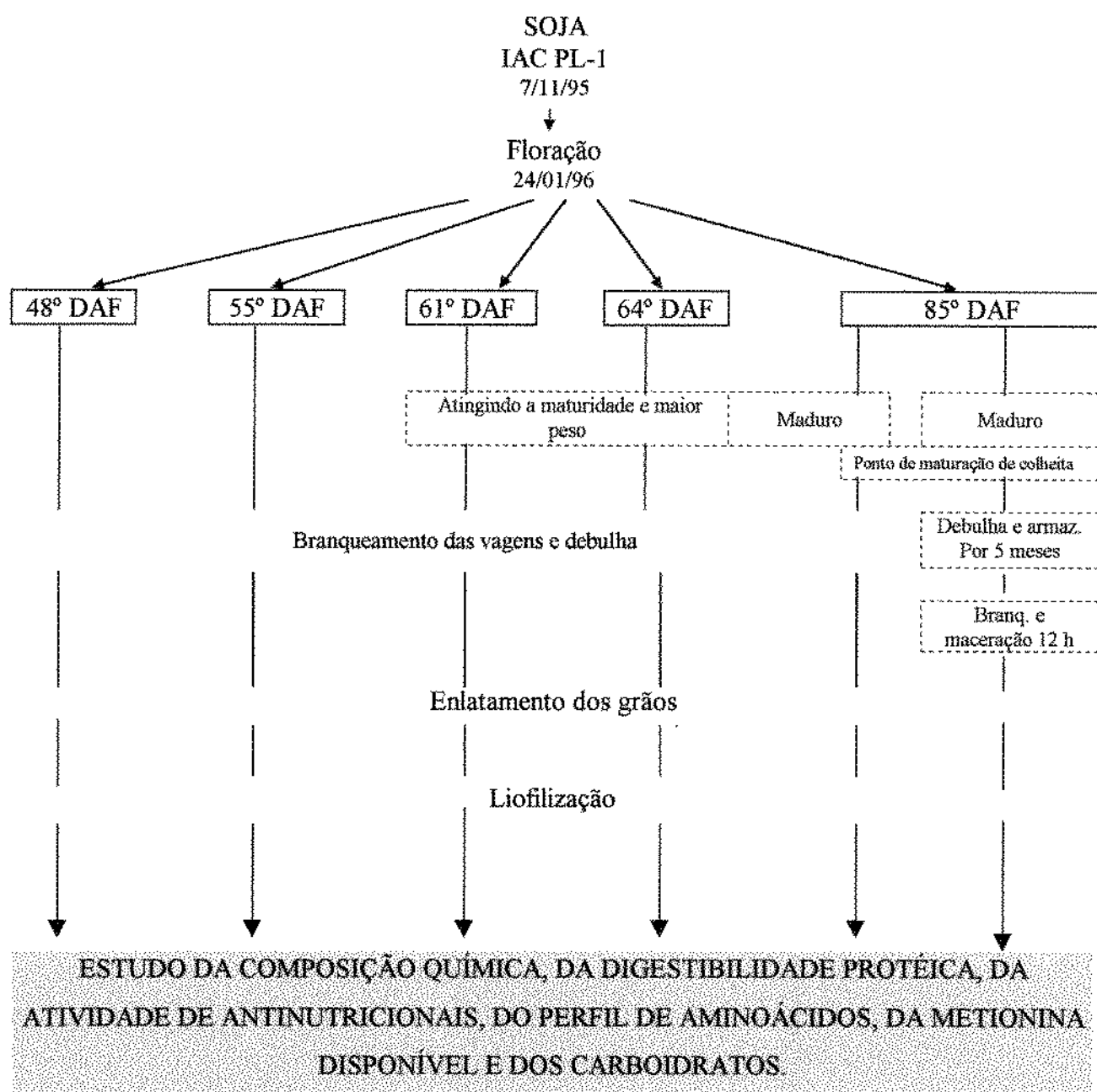


FIGURA 1. Fluxograma dos processos de preparo e enlatamento dos grãos de soja colhidos em diferentes dias após a floração (DAF) e das análises realizadas.

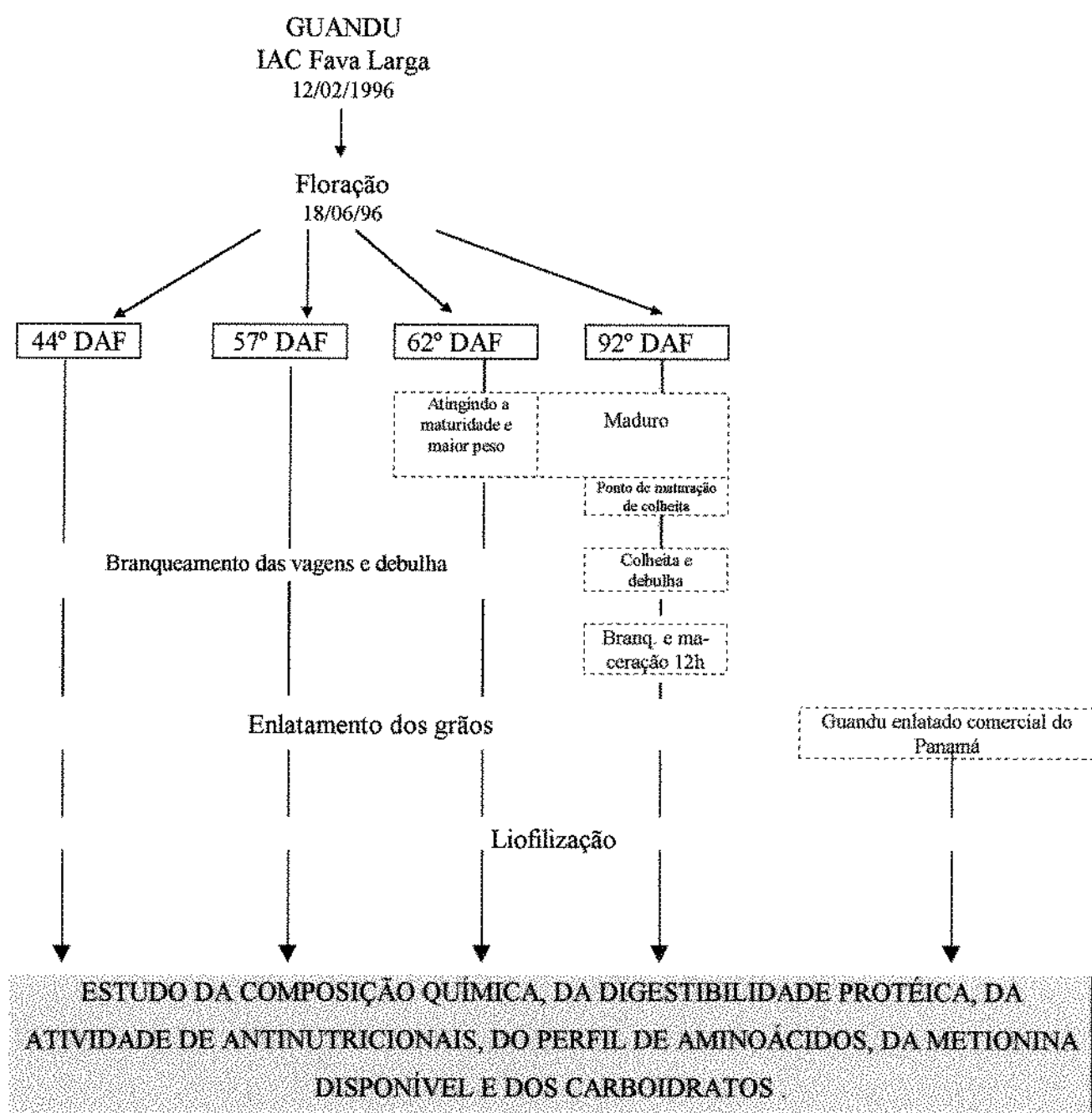


FIGURA 2. Fluxograma dos processos de preparo e enlatamento dos grãos de guandu colhidos em diferentes dias após a floração (DAF) e das análises realizadas. Foi adicionado ao estudo um lote comercial importado.

2.2 Análises químicas e bioquímicas

A composição centesimal da matéria-prima (grãos crus) e dos grãos enlatados foi determinada nas amostras secas e desengorduradas: a umidade das amostras foi determinada por dessecação em estufa a 105°C, segundo AOAC (1990). A proteína foi determinada pelo conteúdo de N total (%) segundo método de Kjeldahl, descrito na AOAC (1990) e multiplicado pelo fator 6,25. O extrato etéreo e cinzas foram determinados segundo a AOAC (1990). A fibra bruta foi determinada pelo método de VAN DE KAMER & VAN GINKEL (1952), finalmente o carboidrato foi obtido por diferença.

A atividade das lectinas foi avaliada nos lotes de soja crua e enlatada, segundo JUNQUEIRA & SGARBIERI (1981). O método baseia-se na aglutinação de eritrócitos tripsinizados de coelhos quando em presença de hemaglutininas. Os inibidores de tripsina foram determinados segundo metodologia original de KUNITZ (1947), padronizada por KAKADE, SIMONS & LIENER (1969) e KAKADE *et al* (1974), utilizando, como substrato, o benzoyl-DL-arginina p-nitroanilida (BAPA), conforme descrita pela AACC (1976). O método se baseia na quantificação de unidades de tripsina inibidas (UTI) quando o inibidor (amostra) é adicionado ao sistema enzima-substrato (tripsina-BAPA). Uma unidade de tripsina (UT) é arbitrariamente definida como um aumento de 0,01 unidade de absorbância à 410 nm nas condições do teste.

A digestibilidade da proteína *in vitro* foi realizada conforme AKESON & STAHMANN (1964). As amostras em duplicatas contendo cerca de 200mg de proteínas, foram hidrolisadas por digestão enzimática com pepsina (3 horas) e pancreatina (24 horas) à 37°C em agitação contínua, seguindo-se com a precipitação da proteína não hidrolisada com ácido tricloroacético (TCA) e filtração da fração solubilizada, na qual se determinou por digestão, destilação e titulação (Kjeldahl) o nitrogênio contido nos aminoácidos e peptídeos de baixo peso molecular liberados durante a proteólise. Uma parte do filtrado foi reservada, após a retirada do TCA, para a determinação de metionina disponível sendo que a caseína foi empregada como padrão de proteólise. A digestibilidade foi apresentada como:

$$\text{Digestibilidade corrigida (\%)} = \frac{\text{Nd} - \text{Nb} - \text{Ns} \times 100}{\text{Nt} - \text{Ns}}$$

onde:

Nd = mg de N digerido; Nb = mg de N produzido pela auto-digestão do sistema enzimático; Ns = mg de N originalmente solúvel da amostra; Nt = mg de N total da amostra;.

Os aminogramas foram obtidos após hidrólise das amostras com HCl 6N por 22h à 110°C ± 1°C e apenas para a determinação do triptofano empregou-se LiOH 4N por 24h à 110°C ± 1°C segundo SPACKMAN, STEIN & MOORE (1958), através de cromatografia líquida em colunas de resina de troca catiônica e derivatização pós-coluna com ninidrina. Para a determinação de metionina disponível (g/100g de proteínas), utilizou-se o método de McCarthy e Sullivan, modificado por TANNENBAUM, BARTH & LE ROUX (1969). O método baseia-se no desenvolvimento da coloração com nitroprussiato de sódio em meio ácido e medida à 510nm. A porcentagem de metionina disponível da soja e do guandu verificada nos dois últimos estádios de maturação foi calculada relacionando o conteúdo de metionina inicial com o conteúdo de metionina disponível no grão.

O índice químico foi obtido calculando o quociente de cada um dos aminoácidos essenciais (mg) contido na proteína (g) da soja e do guandu pelo mesmo aminoácido contido na proteína de referência FAO/OMS (1973), multiplicando em seguida o resultado por 100, (PELLETT & YOUNG, 1980).

$$\text{Índice químico} = \frac{\text{mg de aminoácido/g proteína teste}}{\text{mg de aminoácido/g proteína referência}} \times 100$$

Os carboidratos, rafinose e estaquiose foram determinados por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência de acordo com HYMOWITZ *et al*, (1972), com modificações na etapa de purificação da amostra, a qual ao invés de utilizar hidróxido de bário e sulfato de zinco, foi utilizado o TCA a 45%.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC) em quadruplicatas para a composição centesimal e inibidores de tripsina, duplicatas para as demais análises. Para analisar os resultados foi realizada a análise de variância e teste de Tukey (p<0,05), com aplicação de regressão, conforme PIMENTEL GOMES (1990), utilizando o

pacote estatístico “SAS”. Para a análise de aminoácidos utilizou-se para a soja o esquema fatorial 3x2x2 sendo três tratamentos: 64° DAF sem maceração, 85° DAF sem maceração e 85° DAF armazenado e com maceração; duas formas pelas quais os grãos foram analisados (crua e enlatada); e duas repetições. Para o guandu, também esquema fatorial 2x2x2, só que neste caso apenas dois tratamentos 62° DAF sem maceração e 92° DAF com maceração, utilizando o pacote estatístico “SANEST.”

3 – RESULTADOS

As Tabelas 1 a 14 apresentam os resultados das análises químicas e bioquímicas.

TABELA 1. Composição química (%) da soja crua e enlatada obtida em cinco colheitas. Os valores dos nutrientes estão apresentados em base seca. As cinco colheitas estão apresentadas em dias após a floração (DAF).²

DAF	Soja crua (%)						Soja Enlatada (%)					
	Umi- dade	Lípi- des	Protei- nas*	Cin- zas	Fi- bras	ENN**	Umi- dade	Lípi- des	Protei- nas*	Cinzas	Fi- bras	ENN**
48°	73,71 ^a	15,53 ^c	^A 39,96 ^b	5,31 ^a	8,27 ^b	^A 30,92 ^a	78,57 ^a	21,08 ^c	^B 37,86 ^{cd}	4,72 ^a	8,46 ^a	^B 27,87 ^a
55°	69,96 ^b	17,40 ^b	^A 39,97 ^b	4,96 ^{ab}	8,92 ^{ab}	^A 28,73 ^a	75,01 ^b	22,65 ^b	^B 37,06 ^d	4,39 ^{ab}	7,44 ^{cb}	^A 28,45 ^a
61°	65,64 ^c	18,13 ^{ab}	^A 41,82 ^A ^{ab}	4,80 ^b	9,55 ^a	^A 25,69 ^b	71,88 ^c	23,95 ^a	^B 38,71 ^{bc}	4,21 ^b	7,02 ^c	^A 27,28 ^b
64°	63,48 ^d	18,48 ^{ab}	^A 42,43 ^{ab}	4,76 ^b	8,98 ^{ab}	^A 25,35 ^{cb}	70,91 ^d	24,05 ^a	^B 39,55 ^b	4,13 ^b	7,48 ^c	^A 24,95 ^b
85°	16,44 ^c	19,61 ^a	^A 44,04 ^a	4,78 ^b	8,91 ^{ab}	^A 22,66 ^c	67,34 ^c	24,39 ^a	^A 43,97 ^a	4,21 ^b	7,83 ^b	^B 19,58 ^c

* % Proteína = % N x 6,25; **extrato não nitrogenado, calculado por diferença
Médias seguidas por letras distintas minúsculas à direita diferem entre si nas colunas, e por letras distintas maiúsculas à esquerda diferem entre si nas linhas ao nível de significância de 0,05 (Tukey).

² Parte desta tabela foi apresentada em Congresso e constam dos Proceedings do VII Congresso Internacional de Engenharia de Alimentos em Brighton, Inglaterra, abril, 1997.

TABELA 2. Composição química (%) do guandu cru e enlatado obtido em quatro colheitas e do guandu enlatado do Panamá. Os valores dos nutrientes estão apresentados em base seca. As cinco colheitas estão apresentadas em dias após a floração (DAF).

DAF	Guandu cru (%)						Guandu Enlatado (%)					
	Umi- dade	Lípi- des	Protei- nas*	Cin- zas	Fi- bras	ENN**	Umi- dade	Lípi- des	Protei- nas*	Cin- zas	Fi- bras	ENN**
44 ^o	69,98 ^a	2,37 ^b	^A 24,58 ^b	3,89 ^{ab}	8,51 ^a	^A 60,65 ^{ab}	75,61 ^a	2,42 ^b	^A 24,35 ^a	3,55 ^a	8,84 ^b	^A 60,83 ^a
57 ^o	67,87 ^b	2,75 ^a	^A 25,13 ^a	3,96 ^a	8,16 ^a	^A 59,99 ^b	74,30 ^b	2,76 ^a	^A 24,81 ^a	3,42 ^a	9,31 ^b	^A 59,71 ^b
62 ^o	66,88 ^b	2,51 ^{ab}	^A 25,20 ^a	3,58 ^{ab}	7,86 ^a	^A 60,84 ^{ab}	74,15 ^b	2,55 ^b	^B 24,54 ^a	3,76 ^a	10,36 ^a	^B 58,78 ^b
92 ^o	14,66 ^c	1,64 ^c	^A 25,64 ^a	3,48 ^b	8,16 ^a	^A 61,07 ^a	70,23 ^c	1,84 ^c	^B 24,73 ^a	3,31 ^a	10,34 ^a	^B 59,78 ^b
Comercial							75,46	2,06	22,71	4,96	11,46	58,81

* % Proteína = % N x 6,25; **extrato não nitrogenado, calculado por diferença.

Médias seguidas por letras distintas à direita diferem entre si nas colunas, e por letras distintas maiúsculas à esquerda diferem entre si nas linhas ao nível de significância de 0,05 (Tukey).

A Tabela 3 apresenta os resultados obtidos na determinação da atividade de lectinas (hemaglutininas) na soja crua e enlatada.

TABELA 3. Atividade das lectinas (hemaglutininas) da soja crua e de soja enlatada nos diferentes estádios de maturação.

DAF	Atividade de lectinas (hemaglutininas) na soja	
	Crua	Enlatada
48 ^o	Aglutinação	0
55 ^o	Aglutinação	0
61 ^o	Aglutinação	0
64 ^o	Aglutinação em 5/24*	0
85 ^o	Aglutinação em 2/24*	0

* N^o de aglutinação sobre o n^o de diluições (24) efetuadas à partir de 50 µl de amostra.

As Tabelas 4 e 5 apresentam respectivamente os valores médios da atividade do inibidor de tripsina da soja e do guandu crus e processados.

TABELA 4. Atividade do inibidor de tripsina da soja crua e da soja enlatada obtida nas cinco colheitas, expressa em unidades de tripsina inibidas por mg de amostra seca e desengordurada.

DAF*	UTI/mg amostra	
	Soja crua ¹	Soja processada ² (enlatada)
48°	^A 28,16 ^c	^B 3,63 ^b
55°	^A 37,77 ^b	^B 3,64 ^b
61°	^A 40,87 ^b	^B 3,94 ^b
64°	^A 40,46 ^b	^B 4,23 ^b
85°	^A 50,85 ^a	^B 7,26 ^a

*Dia após a floração

1 = extração do inibidor por 1 hora; 2 = extração do inibidor por 3 horas.

Médias seguidas por letras distintas à direita diferem entre si nas colunas, e por letras distintas maiúsculas à esquerda diferem entre si nas linhas ao nível de significância de 0,05 (Tukey).

TABELA 5. Atividade do inibidor de tripsina do guandu cru e do guandu enlatado obtida nas quatro colheitas, e do guandu enlatado do Panamá, expressa em unidades de tripsina inibidas por mg de amostra seca e desengordurada.

DAF*	UTI/mg amostra	
	Guandu cru ¹	Guandu processado ² (enlatado)
44°	^A 3,69 ^c	^B 1,65 ^a
57°	^A 6,96 ^b	^B 1,27 ^a
62°	^A 7,60 ^b	^B 1,35 ^a
92°	^A 11,42 ^a	^B 1,67 ^a
Comercial do Panamá		1,89

*Dia após a floração

1 = extração do inibidor por 1 hora; 2 = extração do inibidor por 3 horas.

Médias seguidas por letras distintas à direita diferem entre si nas colunas, e por distintas maiúsculas à esquerda diferem entre si nas linhas ao nível de significância de 0,05 (Tukey).

As Tabelas 6 e 7 apresentam respectivamente os resultados da digestibilidade da proteína *in vitro* dos grãos de soja e de guandu provenientes de várias colheitas, nas formas cruas e enlatadas.

TABELA 6. Digestibilidade da proteína *in vitro* (%) da soja crua e da soja enlatada obtida em cinco colheitas, e da caseína (controle).

DAF*	Digestibilidade da proteína <i>in vitro</i> (%)	
	Soja crua	Soja processada (enlatada)
48°	^B 64,78 ^a	^A 76,76 ^{ab}
55°	^B 65,27 ^a	^A 82,01 ^a
61°	^B 60,75 ^a	^A 81,83 ^a
64°	^B 59,14 ^a	^A 71,89 ^b
85°	^B 64,60 ^a	^A 77,51 ^{ab}
Caseína (controle)	96,33	

*Dia após a floração

Médias seguidas por letras distintas à direita diferem entre si nas colunas, e por distintas maiúsculas à esquerda diferem entre si nas linhas ao nível de significância de 0,05 (Tukey).

TABELA 7. Digestibilidade da proteína *in vitro* (%) do guandu cru e do guandu enlatado obtida em quatro colheitas, do guandu comercial do Panamá e da caseína (controle).

DAF*	Digestibilidade da proteína <i>in vitro</i> (%)	
	Guandu cru	Guandu processado (enlatado)
44°	^A 55,99 ^a	^A 58,28 ^b
57°	^A 56,92 ^a	^A 59,13 ^b
62°	^B 55,77 ^a	^A 63,80 ^{ab}
92°	^B 52,89 ^a	^A 66,01 ^a
Comercial (guandu do Panamá)	61,90	
Caseína (controle)	96,33	

*Dia após a floração

Médias seguidas por letras distintas à direita diferem entre si nas colunas, e por distintas maiúsculas à esquerda diferem entre si nas linhas ao nível de significância de 0,05 (Tukey).

A *Tabela 8* apresenta a composição de aminoácidos dos grãos de soja nos estádios verde e no ponto de maturação de colheita. Cada estágio foi analisado antes e após o processamento. A seguir a *Tabela 9* apresenta a mesma organização de dados para o guandu.

TABELA 8. Conteúdo de aminoácidos dos grãos crus e enlatados da soja verde e da soja no ponto de maturação de colheita e pós-armazenados e macerados.

Amino- Ácidos	Grãos de soja verdes (64° DAF)			Grãos de soja na maturação de colheita (85° DAF)					
	(g de aminoácidos / 100g proteínas)			(g de aminoácidos / 100g proteínas)					
	CRUS	ENLA- TADOS	Médias gerais marginais	CRUS	ENLA- TADOS	Médias gerais marginais	Pós-armazenados e pós-macerados		
							CRUS	ENLA- TADOS	Médias gerais marginais
Ac. Aspártico	9,91 ^B	10,03 ^a		10,37 ^B	10,26 ^a		12,47 ^A	10,80 ^a	
Treonina	3,31 ^B	3,46 ^{ab}		3,69 ^A	3,22 ^b		3,96 ^A	3,73 ^a	
Serina	3,91 ^B	4,07 ^{ab}		4,31 ^B	3,50 ^b		4,93 ^A	4,45 ^a	
Ác. Glutâmico	14,98	15,28	15,13 ^b	16,38	16,22	16,29 ^b	19,73	17,20	18,46 ^a
Prolina	4,40	4,62	4,51 ^b	4,38	4,32	4,35 ^b	5,14	5,06	5,10 ^a
Glicina	3,62 ^B	3,74 ^{ab}		3,79 ^B	3,63 ^b		4,53 ^A	4,06 ^a	
Alanina	3,56 ^C	3,74 ^{ab}		3,94 ^B	3,69 ^b		4,46 ^A	4,03 ^a	
1/2Cistina	1,27 ^B	1,44 ^a		1,74 ^A	1,39 ^a		1,66 ^A	1,59 ^a	
Valina	4,21	4,53	4,37 ^a	4,27	4,36	4,32 ^a	4,52	4,91	4,71 ^a
Metionina	1,39	1,49	1,44 ^a	1,46	1,40	1,43 ^a	1,42	1,46	1,44 ^a
Isoleucina	4,36	4,50	4,43 ^a	4,19	4,01	4,10 ^a	4,42	4,76	4,59 ^a
Leucina	6,94 ^B	7,30 ^a		7,10 ^{AB}	6,32 ^b		7,74 ^A	7,46 ^a	
Tirosina	3,31	3,60	3,45 ^a	3,28	2,93	3,11 ^b	3,48	3,33	3,41 ^{ab}
Fenilalanina	4,78 ^B	5,00 ^a		4,88 ^{AB}	4,16 ^b		5,22 ^A	5,24 ^a	
Lisina	5,39	5,18	5,30 ^b	5,88	5,29	5,58 ^b	6,15	5,86	6,00 ^a
Histidina	2,42	2,38	2,40 ^b	2,54	2,34	2,44 ^b	2,79	2,56	2,67 ^a
Arginina	6,65	6,77	6,71 ^{ab}	6,74	6,18	6,46 ^b	7,30	7,20	7,25 ^a
Triptofano	1,05	1,05	1,05 ^a	0,96	0,95	0,96 ^b	1,05	1,04	1,05 ^a
TOTAL	85,46	88,08		89,90	84,17		100,97	94,74	
Proteína (%MS)	42,43	39,55		44,04	40,52		37,09	43,97	

negrito = aminoácidos essenciais

Médias seguidas por letras distintas maiúsculas diferem entre si nas linhas para a forma crua e as minúsculas para a forma enlatada ao nível de 0,05%, para os aminoácidos que apresentaram interação significativa: época de colheita (macerado ou não) com forma (crua ou enlatada).

Médias gerais marginais seguidas por letras distintas diferem entre si na linha para época de colheita se macerado ou não ao nível de 0,05%, e foram registradas apenas para os aminoácidos que apresentaram interação não significativa: época de colheita (macerado ou não) com forma (crua ou enlatada).

TABELA 9. Conteúdo de aminoácido dos grãos crus e enlatados do guandu verde e do guandu no ponto de maturação de colheita e pós-macerados.

Amino- ácidos	Grãos de guandu verde (62º DAF) (g de aminoácido/ 100g de proteínas)			Grãos de guandu na maturação de colheita (92º DAF) (g de aminoácido/ 100g de proteínas)			
	CRUS	ENLATADOS	Médias gerais marginais	Pós-macerados			CRUS ¹
				CRUS	ENLATADOS	Médias gerais marginais	
Ac. Aspártico	9,05	10,04	9,55 ^a	10,09	10,14	10,12 ^a	9,12
Treonina	3,04	3,18	3,11 ^a	3,57	3,50	3,54 ^a	3,16
Serina	3,19	3,67	3,43 ^a	4,09	4,42	4,26 ^a	3,09
Ác. Glutâmico	15,55	15,72	15,64 ^b	19,96	17,73	18,85 ^a	17,75
Prolina	3,48	4,45	3,97 ^a	4,57	4,53	4,55 ^a	3,71
Glicina	3,32	3,34	3,33 ^a	3,64	3,41	3,53 ^a	3,37
Alanina	4,48	4,06	4,27 ^a	4,46	4,25	4,36 ^a	3,93
1/2Cistina	1,04	1,04	1,04 ^a	1,28	0,99	1,14 ^a	1,34
Valina	4,73	4,47	4,60 ^a	4,96	4,27	4,62 ^a	4,29
Metionina	1,38	1,38	1,38 ^a	1,41	1,29	1,35 ^a	1,15
Isoleucina	3,80	3,83	3,82 ^a	4,06	3,62	3,84 ^a	3,55
Leucina	6,77	8,06	7,42 ^a	7,57	7,51	7,54 ^a	6,57
Tirosina	2,00	1,98	1,99 ^a	2,22	2,05	2,14 ^a	2,08
Fenilalanina	6,38	6,81	6,60 ^b	9,84	8,25	9,05 ^a	9,00
Lisina	4,99	6,10	5,55 ^a	6,67	6,18	6,43 ^a	5,96
Histidina	3,40	3,49	3,45 ^a	3,80	3,51	3,66 ^a	3,24
Arginina	5,22	5,72	5,47 ^a	6,05	5,84	5,95 ^a	5,29
Triptofano	0,63	0,62	0,63 ^a	0,57	0,55	0,56 ^a	0,55
TOTAL	82,45	86,96		98,81	92,04		87,09
Proteína (%MS)	25,20	24,54		23,69	24,73		25,64

negrito = aminoácidos essenciais

¹A análise estatística não incluiu esta coluna.

Médias gerais marginais seguidas pela mesma letra não diferem entre si na linha para época de colheita ao nível de 0,05%.

As Tabelas 10 e 11 apresentam respectivamente os índices químicos da soja e do guandu nos dois últimos estádios de maturação estudados.

TABELA 10. Índices químicos da soja (64° e 85° DAF) utilizando como referência a proteína da FAO/OMS (1973).

Aminoácidos	FAO/OMS (Teórico) mg/g proteínas	Índices químicos (%)					
		Grão de soja verde (64° DAF)		Grão de soja na maturação de colheita (85° DAF)			
		Cru	Enlatado	Cru	Enlatado	Pós-armazenado e pós-macerado	
						Cru	Enlatado
Isoleucina	40	109	113	105	100	111	119
Leucina	70	99	104	101	90	111	107
Lisina	55	98	94	107	96	112	107
Metionina + cistina	35	76	84	91	79	91	87
Fenilalanina + tirosina	60	135	143	136	118	145	143
Treonina	40	83	87	92	81	105	93
Triptofano	10	105	105	96	95	103	104
Valina	50	84	91	85	87	88	98

TABELA 11. Índices químicos do guandu (62° e 92° DAF) utilizando como referência a proteína da FAO/OMS (1973).

Aminoácidos	FAO/OMS (Teórico) mg/g proteínas	Índices químicos (%)				
		Grão de guandu verde (62° DAF)		Grão de guandu na maturação de colheita (92° DAF)		
		Cru	Enlatado	Cru	Cru Macerado	Enlatado Pós-maceração
Isoleucina	40	95	96	89	102	91
Leucina	70	97	115	94	108	107
Lisina	55	91	111	108	121	112
Metionina + cistina	35	69	69	71	77	65
Fenilalanina + tirosina	60	140	147	185	201	172
Treonina	40	76	80	79	89	88
Triptofano	10	63	62	55	57	55
Valina	50	94	89	86	99	85

As Tabelas 12 e 13 apresentam os teores de metionina disponível *in vitro* na soja e no guandu cru e enlatado nos vários estádios de maturação respectivamente.

TABELA 12. Metionina disponível *in vitro* da soja crua e da soja enlatada.

DAF*	g de metionina disponível/100g de proteínas	
	soja crua	soja processada (enlatada)
48°	^A 0,4880 ^a	^A 0,5835 ^{ab}
55°	^A 0,5630 ^a	^B 0,4990 ^b
61°	^A 0,7833 ^a	^A 0,7500 ^{ab}
64°	^A 0,8568 ^a	^B 0,7020 ^{ab}
85°	^A 0,9855 ^a	^A 0,7715 ^a

*Dia após a floração

Médias seguidas por letras distintas à direita diferem entre si nas colunas, e por distintas maiúsculas à esquerda diferem entre si nas linhas ao nível de significância de 0,05 (Tukey).

TABELA 13.. Metionina disponível *in vitro* do guandu cru e do guandu enlatado.

DAF*	g de metionina disponível/100g de proteínas	
	guandu cru	guandu processado (enlatado)
44°	^A 0,6321 ^b	^A 0,6446 ^a
57°	^A 0,6127 ^b	^B 0,5655 ^c
62°	^B 0,5138 ^c	^A 0,6168 ^b
92°	^A 0,7695 ^a	^B 0,5698 ^c
Comercial do Panamá		0,5408

*Dia após a floração

Médias seguidas por letras distintas à direita diferem entre si nas colunas, e por distintas maiúsculas à esquerda diferem entre si nas linhas ao nível de significância de 0,05 (Tukey).

As porcentagens de metionina disponível da soja nos dois últimos estádios de maturação estudados (64° e 85° DAF) situaram-se respectivamente em 62% e 68% (soja crua) e 47% e 53% (soja enlatada). Para o guandu nos dois últimos estádios de maturação (62° e 92° DAF) foram 37% e 67% (guandu cru) e 45% e 44% (guandu enlatado).

A *Tabela 14* apresenta o conteúdo dos carboidratos (rafinose e estaquiose) em soja e guandu nos estádios verde e maduro antes e após os enlatamentos.

TABELA 14. Rafinose e estaquiose (% na matéria seca) em soja e guandu verdes e maduros crus e enlatados.

Carboi- dratos	Soja (g/100g matéria seca)				Guandu (g/100g matéria seca)			
	Verde		Madura		Verde		Maduro	
	64° DAF		85° DAF		62° DAF		92° DAF	
	Cru	Enlatado	Cru	Enlatado	Cru	Enlatado	Cru	Enlatado
Rafinose	0,63	0,42	0,35	0,32	0,54	0,32	0,65	0,63
Estaquiose	3,20	3,00	2,79	2,58	3,21	2,69	2,55	2,49

4 – DISCUSSÃO

4.1 Análises químicas e bioquímicas

Conforme mostra a *Tabela 1*, com o desenvolvimento do grão de soja, a umidade foi decrescendo lentamente até o 64° DAF quando o grão apresentava-se ainda com a coloração verde e suculento (63,48% de umidade). Ao 85° DAF a umidade atingiu 16,44% quando o grão já se encontrava no ponto de maturação de colheita. Em todos os estádios verdes não ocorreram diferenças significativas entre as proteínas, enfatizando-se que no 61° e 64° DAF a proteína do grão já era igual à da última colheita (85° DAF), os lípides à partir do 55° DAF apresentaram comportamento semelhante ao das proteínas com a evolução da maturação. Cinzas e fibras mantiveram-se iguais à partir do 55° DAF. FRAGA (1980) determinou que o ponto de maturação fisiológica de soja variedade UFV-1 encontrava-se no estágio R 7 conforme escala de FEHR *et al* (1971) e neste ponto, não mais se observou aumentos significativos da matéria seca do grão embora as sementes de soja tivessem umidade elevada, entre 53 a 65%, dificultando a colheita mecânica.

RUBEL, RINNE & CANVIN (1972) observando o desenvolvimento de três cultivares de soja verificaram que do 24° ao 40° DAF a porcentagem de nitrogênio não protéico diminuiu levemente enquanto que o nitrogênio protéico aumentava simultaneamente no período, e nos 25 dias restantes do desenvolvimento do grão de soja, os valores percentuais dos componentes permaneceram constantes. O conteúdo e composição das proteínas e dos óleos, para mencionar apenas os nutrientes mais manipulados em melhoramento genético, são influenciados pelas características genéticas e condições climáticas do meio ambiente (SMITH

& CIRCLE, 1978). A escolha da soja IAC PL-1, conforme a *Tabela 1*, privilegiou um cultivar com relativo baixo teor de óleo e alto teor protéico.

O conteúdo protéico do guandu IAC Fava Larga nas três últimas colheitas não apresentou diferença estatística e o lípide decresceu com a maturação do grão enquanto cinzas e fibras permaneceram constantes (*Tabela 2*). Conforme revisão de SALUNKHE *et al* (1986), a proteína do grão de guandu pode variar de 15,5 a 28,8% sendo também influenciada pelos fatores genéticos, ambientais, grau de maturidade e práticas culturais, a exemplo do parágrafo anterior.

O conteúdo de proteína do grão cru da soja, quatro primeiras colheitas, e do grão cru de guandu das duas últimas colheitas, foi superior e estatisticamente diferente ($p < 0,05$) do grão enlatado (*Tabelas 1 e 2*). Observa-se que o processo de enlatamento conservou em média 95% e 98% do total de proteínas dos grãos de soja e de guandu respectivamente, demonstrando a conservação da massa do grão. SHEMER, WEI & PERKINS (1973) analisaram a composição química da soja enlatada onde o conteúdo protéico e de óleo situaram-se em 36,57% e 24,45% respectivamente. O elevado teor de proteínas da cultivar de soja IAC PL-1, ao redor de 40% e a quantidade de lípidos, ao redor de 20% marcaram a profunda diferença de composição em relação ao guandu IAC Fava Larga que atingiu 25% de proteínas e 2,5% de lípidos. O ciclo longo de 163 dias deve ter contribuído para que a soja atingisse elevada quantidade de proteína conforme foi relatado na literatura (AQUINO *et al*, 1973 e KONNO, 1979), ciclos longos favorecem maior acúmulo de proteínas.

O guandu tanto cru quanto enlatado atingiu 60% de extrato não nitrogenado (ENN) para apenas 26% na soja (*Tabelas 1 e 2*). Estas diferenças deixam claro que os produtos enlatados obtidos deveriam ter características de textura e sensoriais muito distintas (BARCELOS, 1998a e 1998b). O enlatamento do grão de soja proporcionou redução significativa do ENN apenas na primeira e na última colheita e o enlatamento do grão de guandu reduziu o ENN nas duas últimas colheitas.

Previsivelmente a atividade das lectinas nos grãos de soja decresceu com a maturação, e a inativação térmica foi constatada (*Tabela 3*) à temperatura de 121°C por cerca de 6 a 7 minutos (BARCELOS, 1998a). Lectinas tem sido amplamente reanalisadas (LIENER, 1955;

PATEL, 1992; LIENER, 1994) e embora haja discussão sobre a tolerância adaptativa, é possível que a atividade das lectinas após o enlatamento seja remota ou imponderável.

A atividade do inibidor de tripsina elevou-se com a maturação dos grãos de soja e de guandu (*Tabelas 4 e 5*). A soja IAC PL-1 apresentou atividade inibitória até 5 vezes acima do que apresentou o guandu Fava Larga, e o processo térmico, 121°C, utilizado no enlatamento dos grãos, 6-7 minutos (soja) e 5 a 6 minutos (guandu), foi suficiente para eliminar a atividade do inibidor de ambas espécies de leguminosas estudadas em 89% para a soja e 76% para o guandu, portanto a termo-labilidade do inibidor de tripsina ficou evidenciada visto que após enlatamento permaneceu um valor muito baixo, mas praticamente constante para a soja e para o guandu. Verifica-se pela *Tabela 5* que a eliminação da atividade do inibidor de tripsina da 1ª colheita do guandu foi apenas 55%, quando comparada com as demais, (acima de 80%), mas em termos relativos a quantidade remanescente foi igual quando comparada às demais colheitas do guandu. A atividade do inibidor de tripsina do guandu enlatado comercial do Panamá apresentou-se próxima (1,89UTI/mg amostra) às demais atividades dos grãos enlatados do IAC Fava Larga.

Isolados protéicos de soja ou farinhas desengorduradas apresentam quantidades dos inibidores de proteases relativamente mais altas (PEACE, SARWAR & TOUCHBURN, 1992 e ANDERSON & WOLF, 1995), mas o presente produto, sob a forma de grãos integrais, não oferece preocupações quanto a quantidade de anti-tripsina presente.

As atividades dos inibidores de tripsina das variedades de soja Beeson-80 e Pella foram determinadas por LIU & MARKAKIS (1987), após terem estabelecido três estádios de maturação. O primeiro lote se caracterizava por vagens amarela-esverdeada com sementes verdes; o segundo vagens amarelas com sementes esverdeadas e o terceiro e último sementes na maturação convencional. Os valores das atividades dos inibidores de proteases do primeiro ao último estágio de maturação, enquanto grão cru, foram suavemente crescentes, ou seja, 59 a 64 UTI/mg matéria seca (*Beeson-80*) e 53 a 57 UTI/mg matéria seca (*Pella*) e após dois tipos de processamento (cozimento à base de vapor ou de água) verificou-se nos dois primeiros estádios de maturação eliminação da atividade dos inibidores de 100% e para a soja na maturação convencional eliminação da ordem de 83% (*Beeson-80*) e 89% (*Pella*), valor médio após aplicação de ambos processamentos térmicos.

Nove cultivares de guandu foram analisadas por SINGH *et al* (1984) e os resultados médios da atividade dos inibidores de tripsina em dois estádios de maturação foram 2,8UTI/mg amostra (verde) e 9,9UTI/mg amostra (maduro), valores esses, próximos aos apresentados na Tabela 5, ficando assim mais uma vez constatado o aumento dos inibidores de proteases com a maturação do grão bem como os baixos valores existentes no guandu.

Na atualidade os constituintes antinutricionais e entre eles as lectinas, os compostos fenólicos, os inibidores de amilase e proteases, podem reduzir a taxa sanguínea de colesterol, de triglicérides e de glucose, podendo reduzir também os riscos de câncer. Propõe que a interação dos antinutrientes com outros elementos da dieta vem demonstrando evidências benéficas inegáveis a ponto de requerer uma reavaliação do próprio termo “antinutricional” (THOMPSON, 1993).

As Tabelas 6 e 7 apresentam os valores de digestibilidade das proteínas *in vitro* de soja e guandu respectivamente. Torna-se necessário analisar os seguintes fatos: as digestibilidades da soja e do guandu não se alteraram com a maturação dos grãos; a digestibilidade da soja é relativamente boa e melhora com o enlatamento, mas o guandu tem baixa digestibilidade na forma crua e na forma enlatada.

Antes de apresentar dados relativos aos fatores que limitam a digestibilidade das proteínas das leguminosas é necessário lembrar os seguintes parâmetros: o cultivar de soja IAC PL-1 está apresentando até 44% de proteína e até 82% de digestibilidade *in vitro* após enlatamento, portanto as considerações de limitação de digestibilidade tem importância relativamente pequena para a soja neste trabalho, entretanto para o guandu enlatado ao atingir o máximo de 24,8% de conteúdo protéico no 57º DAF, teve apenas 59% de digestibilidade protéica *in vitro* no enlatado. O valor médio de digestibilidade da proteína *in vitro* verificado em três cultivares de guandu maduro por SINGH & JAMBUNATHAN (1981) foi 60,5% portanto semelhante ao cultivar IAC Fava Larga do presente trabalho.

Como interpretar diferenças de digestibilidades entre soja e guandu? A presença de fatores antinutricionais, no caso presente, até quatro vezes superior na soja em relação ao guandu não prejudicou a digestibilidade da soja. NIELSEN (1991) discutiu a digestibilidade das proteínas das leguminosas, mas especialmente a do *Phaseolus vulgaris*. Quando esta autora apresentou os fatores gerais de limitação da digestibilidade, ela enumerou:

- estrutura compacta intrínseca de algumas proteínas
- complexação com o amido
- hemicelulose, outras fibras, minerais e outras proteínas
- polifenóis (termoestáveis) que se complexam às proteínas e que perderão capacidade de hidrólise.

No presente trabalho não se pesquisaram as frações protéicas da soja e do guandu; a composição centesimal revela uma diferença acentuada da composição protéica, lipídica e de carboidratos da soja e do guandu, podendo prever-se que estas duas leguminosas estabeleceram interações diferenciadas com a pepsina e a pancreatina *in vitro*, acarretando tais diferenças de digestibilidade.

Proteínas de origem animal apresentam geralmente a digestibilidade elevada acima de 95% e as de origem vegetal valores abaixo de 80% (SGARBIERI, 1996). O valor de digestibilidade para a soja madura crua neste trabalho, 64,6 (*Tabela 6*) encontra-se abaixo do valor citado por LIENER (1976), o qual foi da ordem de 70,1%.

RASMUSSEN (1978), comparando o valor nutricional da soja verde fresca (85 dias de maturidade) e secas no campo (120 dias de maturidade) submetidas à tratamento térmico, verificou valores de digestibilidade aparente da proteína de 85,9% (soja fresca) e 84,8% (secas no campo), estando esses valores acima dos encontrados no presente trabalho, os quais variaram, quando processadas e no estádio verde, entre 71,9 a 82,0% e no estádio maduro 77,5%. Da mesma forma as médias de digestibilidade da proteína *in vitro* de nove cultivares de guandu cru foram 66,8% (grãos verdes) e 58,5% (grãos maduros) (SINGH *et al*, 1984), valores estes acima das médias de digestibilidades encontradas para o cultivar IAC Fava Larga em sua forma crua 56,2% (verdes) e 52,9% (maduros), enfocando que após o enlatamento os valores apresentaram-se estatisticamente superiores 60,4% e 66% respectivamente. As digestibilidades das proteínas *in vitro* do guandu comercial do Panamá foi 61,9% e da caseína, foi 96,3%, *Tabela 7*.

Observando os perfis de aminoácidos dos grãos de soja e de guandu no estádio verde e no ponto convencional de colheita, *Tabelas 8 e 9* respectivamente, verificou-se, para os grãos de soja, interação significativa entre época de colheita se armazenado (cinco meses) e

macerado (doze horas) ou não com a forma em que o grão foi analisado (crua ou enlatada) para ácido aspártico, treonina, serina, glicina, alanina, cistina, leucina e fenilalanina (*Tabela 8*). O desdobramento desta interação mostrou que os aminoácidos que na forma crua ao 85° DAF apresentaram-se superiores ($p < 0,05$) que a colheita anterior (64° DAF) foram treonina, alanina e cistina. Entretanto após o processo de enlatamento dos grãos, essas diferenças deixaram de existir. É interessante observar que após o armazenamento e a maceração do grão de soja cru do 85° DAF os conteúdos de todos os aminoácidos que apresentaram interação significativa, os quais foram citados acima, mostraram-se superiores quando comparados com 64° DAF. Após o enlatamento, o conteúdo dos referidos aminoácidos citados provenientes dos grãos colhidos ao 64° DAF se equipara com o grão do 85° DAF macerado e enlatado.

Não houve interação significativa entre época de colheita se armazenado e macerado (ou não) com a forma em que o grão foi analisado (crua ou enlatada) para ácido glutâmico, prolina, valina, metionina, isoleucina, tirosina, lisina, histidina, arginina e triptofano. Devido a não significância da interação para os aminoácidos citados registrou-se as suas médias gerais marginais (*Tabela 8*) e foi considerado apenas o efeito época de colheita se armazenado e macerado (ou não). Os grãos de soja no 85° DAF e macerados apresentaram quantidades superiores em relação aos demais tratamentos ($p < 0,05$) para ácido glutâmico, prolina, lisina e histidina e os grãos de soja no 64° DAF e no 85° DAF macerados, apresentaram quantidades superiores de tirosina, arginina e triptofano; e os demais valina, metionina e isoleucina não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos estudados.

As análises de aminoácidos do grão de guandu cru e enlatado no 62° DAF (não macerado) e 92° DAF (macerado) (*Tabela 9*) indicam interação não significativa entre época de colheita se macerado (ou não) com a forma em que o grão foi analisado (crua ou enlatada), sendo registrado portanto as médias gerais marginais para cada aminoácido, constatando-se que a maioria dos aminoácidos no 62° DAF já se estabilizara no grão, pois após 30 dias no campo, no 92° DAF, o conteúdo de quase todos os aminoácidos permanecia igual ao da penúltima colheita (62° DAF), sendo significativos ($p < 0,05$) os acréscimos apenas para o ácido glutâmico e a fenilalanina. Como os aminoácidos permaneceram no grão pós-maceração, o relativo aumento foi devido à perda de outros sólidos para o líquido de maceração (*Tabela 9*).

Considerando os perfis de aminoácidos da soja IAC PL-1 e do guandu IAC Fava Larga, no ponto de maturação de colheita, 85° e 92° DAF respectivamente, verifica-se que

embora a soja tenha entorno de 18% de proteína acima do que demonstra o guandu, a quantidade relativa dos aminoácidos das duas espécies de leguminosas são muito semelhantes. Decidiu-se portanto procurar na literatura perfis de aminoácidos de cultivares de soja e de guandu para estabelecer comparações e os valores estão apresentados na *Tabela 15* à seguir.

Os aminoácidos, sobretudo os essenciais na soja, independentemente da procedência (cultivar Emerald, plantado em Delaware, USA, cultivar Santa Rosa plantado em Botucatu e IAC-PL-1 em Campinas) apresentam quantidades relativamente muito próximas.

Os guandus apresentados na *Tabela 15*, procedem também de regiões distantes; da Índia (região semi-árida), da Embrapa de São Carlos e do Instituto Agronômico de Campinas e novamente as diferenças não conduzem a possibilidade de mudança da natureza protéica do guandu. De fato CANNIATTI-BRAZACA *et al* (1996), alertam que as composições de aminoácidos das frações protéicas sendo controladas geneticamente serão alteradas apenas quando ocorrerem alterações da composição protéica do grão. SARWAR *et al* (1989) informam que isolado protéico de soja contém 1,36g/16gN (metionina), 1,18g/16gN (cistina) e 6,36g/16gN (lisina).

Resumindo, o presente trabalho apresenta uma cultivar de soja e uma de guandu com quantidades relativamente altas de proteínas e possivelmente sem modificações substanciais de suas composições aminoacídicas (*Tabela 15*).

A evolução da síntese protéica (*Tabelas 8 e 9*) no processo de maturação permite concluir que a soja verde do 64º DAF já estabilizou a síntese protéica e o processo térmico de enlatamento da soja, 121°C por 6 a 7 minutos, foi adequado visto ter mantido os valores; pequenos acréscimos ocorreram devido a perda de solutos para o líquido de enlatamento. A maceração prévia, efetuada para a reidratação do grão da última colheita, também pode ter provocado pequenas oscilações de quantidades de aminoácidos.

TABELA 15. Teores de aminoácidos (g/100g de proteínas) de grãos de diferentes cultivares de soja e de guandu (dados da literatura, para comparação dos resultados da soja no 64° DAF e do guandu no 62° DAF).

Aminoácidos	SOJA (g /100g de proteínas)			GUANDU (g /100g de proteínas)		
	<i>Emerald</i> (1)	<i>Santa Rosa</i> (2)	<i>IAC PL1</i> (estudo)	<i>ICPL-128</i> (3)	<i>L-3</i> (4)	<i>IAC Fava Larga</i> (estudo)
Ac. Aspártico	11,01	10,86	9,91	10,43	10,21	9,05
Treonina	3,93	2,96	3,31	3,94	4,56	3,04
Serina	5,30	2,17	3,91	4,97	4,56	3,19
Ác. Glutâmico	17,23	18,83	14,98	17,29	21,08	15,55
Prolina	5,04	-	4,40	4,13	4,47	3,48
Glicina	4,06	3,79	3,62	3,89	3,72	3,32
Alanina	4,18	4,06	3,56	5,46	4,49	4,48
Cistina	-	1,29	1,27*	0,99	-	1,04*
Valina	3,71	5,27	4,21	4,65	4,59	4,73
Metionina	1,28	1,44	1,39	1,42	0,99	1,38
Isoleucina	3,82	4,80	4,36	4,24	3,94	3,80
Leucina	6,89	6,52	6,94	7,48	7,51	6,77
Tirosina	3,38	2,43	3,31	2,48	-	2,00
Fenilalanina	4,39	4,83	4,78	5,64	-	6,38
Tiros. + Fenil.	(7,77)	(7,26)	(8,09)	(8,12)	(11,37)	(8,38)
Lisina	5,35	5,33	5,39	6,37	6,50	4,99
Histidina	2,40	2,33	2,42	4,22	2,70	3,40
Arginina	7,92	6,23	6,65	6,71	6,34	5,22
Triptofano	0,85	-	1,05	0,91	-	0,63
TOTAL	90,74	83,14	85,46	95,58	97,03	82,45
Proteína (%)	37,88	37,24	42,43	21,15	-	25,20
Unidade na colheita (%)	64,3	-	63,48	61,08	-	66,88

negrito = aminoácidos essenciais

*medidos como ½ cistina.

(1) ISLAM & LEA (1981); (2) LAM-SÁNCHEZ *et al* (1981); (3) SINGH *et al* (1984); (4) CANNIATTI-BRAZACA *et al* (1996).

Os índices químicos da soja IAC PL-1 (*Tabela 10*) no 64° DAF para os aminoácidos sulfurados (metionina+cistina) foram 76% (grão cru) e 84% (grão enlatado) apresentando-se como os primeiros aminoácidos limitantes da proteína da soja em relação à proteína padrão da FAO (1973) e treonina 83% (cru) e 87% (enlatado) foi o segundo limitante da proteína da soja.

Os grãos de soja no 85° DAF “apenas crus” e “crus-pós-armazenamento e maceração” apresentaram índice de valina 85% e 88% respectivamente mostrando-se como o primeiro aminoácido limitante, discordando da maioria dos autores que citam os sulfurados como os primeiros aminoácidos limitantes da soja. Os índices dos sulfurados para ambos os casos foram iguais (91%) os quais foram os segundos aminoácidos limitantes das proteínas; provavelmente a maceração proporcionou perdas dos sulfurados, visto que as quantidades dos demais aminoácidos, pós-maceração, foram superiores em relação as de origem devido à perdas de outros sólidos solúveis. Ainda na *Tabela 10*, para os enlatados ao 85° DAF sem e pós-armazenamento e maceração, os sulfurados foram os primeiros (79% e 87%) e a treonina o segundo aminoácido limitante, neste caso com índice químico de 81% e 93% respectivamente sendo constatado, pela melhoria do índice químico, que o grão no ponto de colheita deve ser reidratado antes do seu enlatamento.

Para o guandu (*Tabela 11*) os menores índices químicos foram obtidos pelo triptofano em relação ao padrão da FAO (1973), vindo em seguida os aminoácidos sulfurados (metionina+cistina). Os índices químicos do guandu verde enlatado foram superiores aos do guandu enlatado no ponto de maturação de colheita.

Conforme *Tabelas 12 e 13*, a metionina disponível na soja crua foi estatisticamente igual nos vários estádios de maturação e para a soja processada não houve diferença nos vários estádios verdes. No caso do guandu a metionina disponível com a evolução da maturação mostrou-se superior na última colheita, (92° DAF). O processo de enlatamento alterou a metionina disponível da soja e do guandu em diferentes níveis, ou seja observou-se para a soja apenas no 55° e 64° DAF a redução da metionina disponível após o enlatamento (*Tabela 12*), e para o guandu a redução foi no 57° e 92° DAF. O processamento de alimentos transforma parte da metionina em formas não biodisponíveis, porém a biodisponibilidade de várias formas oxidadas de metionina difere, dependendo do grau de oxidação, por exemplo a metionina sulfona é indisponível para o rato, enquanto que o sulfóxido de L-metionina foi descrito ser disponível parcialmente para o rato (CHEFTEL, CUQ & LORIENT, 1989). CHANG *et al* (1985) verificaram em isolado protéico de soja e caseína que a cada 10% de resíduo de metionina presente sob forma parcialmente oxidada à metionina sulfona, o valor de *protein efficiency ratio*, PER, decresce em 0,085 unidades.

A porcentagem de metionina disponível *in vitro* da soja crua nas duas últimas colheitas situou-se em 62% (64° DAF) e 68% (85° DAF) e soja enlatada 47% (64° DAF) e 53% (85° DAF). A porcentagem de metionina disponível *in vitro* do guandu cru nas duas últimas colheitas situou-se em 37% (62° DAF) e 67% (92° DAF) e enlatada 45% (62° DAF) e 44% (85° DAF). A variação da metionina disponível de seis cultivares de guandu cru analisados por CANNIATTI-BRAZACA (1996), apresentou-se muito maior que a do presente trabalho.

Os conteúdos de açúcares na soja verde e madura podem ser vistos na *Tabela 14*. Os valores de rafinose e estaquiose nos grãos estão mais elevados no estágio verde para a soja e guandu, com exceção da rafinose do guandu. Devido a importância do assunto apresentam-se os açúcares (% na matéria seca) dos grãos de soja da variedade Beeson-80 estudada recentemente por LIU & MARKAKIS (1987): em dois estádios precoces e um estágio avançado de maturação e ainda crus e após cozimento em água em ebulição (100°C) por 20 minutos, foram encontrados respectivamente para a sacarose no grão cru 4,17; 4,44 e 7% e no grão cozido 3,95; 3,75 e 5,82; rafinose no grão cru 0,13; 0,35 e 0,52% e no grão cozido 0,00; 0,22 e 0,28. Finalmente a estaquiose no grão cru foi 0,0; 0,52 e 3,18 e no grão cozido 0,00; 0,34 e 2,73.

No presente trabalho, o processo de enlatamento proporcionou um decréscimo pequeno dos açúcares, rafinose e estaquiose, da soja e guandu, nos dois últimos estádios de maturação (*Tabela 14*), devido à presença da salmoura, acompanhada da ação da temperatura durante o processamento. Salienta-se que o processo de enlatamento reduziu a rafinose no grão verde da soja (64° DAF) em 33% e na soja madura (85° DAF) apenas 9%. No grão de guandu verde (62° DAF) o enlatamento reduziu a rafinose em 41% e no grão maduro (92° DAF) apenas 3%. Para a estaquiose a redução com o enlatamento do grão de soja apresentou-se da ordem de 6 e 7% e do grão de guandu 16 e 2% em ambos estádios de maturação respectivamente. BIANCHI, SILVA & CAMPOS (1983) trabalhando com soja, variedade Santa Rosa, cozida em água à 120°C, verificaram que houve decréscimos de açúcares quando ocorreu aumento da proporção de água e de tempos de cozimento. Para um tempo de cozimento de 90 minutos, as reduções dos açúcares foram 85% (sacarose), 86% (rafinose) e 87% (estaquiose). Os autores enfatizaram que a extração dos açúcares dos grãos de soja foi devida a solubilidade, ao peso molecular e à ligação especial dos açúcares no interior das células.

Leguminosas no estágio verde apresentam conteúdos de amido e monossacarídeos (glicose, frutose e galactose), os quais se ausentam no grão amadurecido ou a presença de alguns deles (glicose) é questionada (EAST, NAKAYAMA & PARKMAN, 1972 e SMITH & CIRCLE, 1978).

5 – CONCLUSÕES

A síntese protéica no grão de leguminosa foi relativamente precoce. À partir de 61º dias após a floração, DAF, o conteúdo protéico da soja IAC PL-1 foi igual ao do ponto convencional de maturação de colheita (grão maduro seco) e o mesmo ocorreu no grão de guandu IAC Fava Larga à partir do 57º DAF.

O processo de enlatamento provoca um pequeno decréscimo de proteínas dos grãos de soja apenas no estágio verde e nos grãos de guandu este decréscimo ocorreu aos 62º DAF e 92º DAF.

A atividade de lectinas na soja decresce com a maturação do grão, e é eliminada pelo processamento térmico 121°C em 6 a 7 minutos.

A atividade dos inibidores de tripsina elevou-se com a maturação dos grãos de soja e de guandu, e a soja IAC PL-1 apresentou atividade inibitória cinco vezes acima da apresentada pelo guandu IAC Fava Larga. Os processamentos térmicos utilizados nos enlatamentos 121°C por 6-7 minutos para a soja e por 5-6 minutos para o guandu foram suficientes para eliminar as atividades dos inibidores de tripsina em 89% e 76% na soja e guandu respectivamente.

As digestibilidades das proteínas *in vitro* da soja e do guandu não se alteraram com a maturação do grão. A digestibilidade protéica da soja melhora com o enlatamento, mas o guandu tem baixa digestibilidade tanto na forma de grãos crus quanto de grãos enlatados.

A síntese de aminoácidos da soja no 64º DAF já se estabilizou no grão com exceção da treonina, alanina e cistina, entretanto pós-enlatamento dos grãos no 64º e 85º DAF essas diferenças não foram evidenciadas.

A maioria dos aminoácidos do grão de guandu colhido no 62º DAF é igual à do colhido no 92º DAF com exceção do ácido glutâmico e da fenilalanina.

Os aminoácidos limitantes da proteína da soja IAC PL-1, duas últimas colheitas (64° e 85° DAF), em relação à proteína referência da FAO (1973) foram:

- sulfurados, metionina e cistina, (primeiros aminoácidos limitantes) e treonina (segundo limitante) para os grãos crus e enlatados no 64° DAF.
- valina (primeiro) e sulfurados (segundos limitantes) para os grãos crus no 85° DAF, e também para os grãos crus pós-armazenados e pós-macerados no 85° DAF.
- sulfurados (primeiros) e treonina (segundo aminoácido limitante) para os grãos enlatados no 85° DAF, e também para os grãos enlatados pós-armazenados e pós-macerados no 85° DAF.

Os aminoácidos limitantes das proteínas do guandu IAC Fava Larga, referentes às duas últimas colheitas (62° e 92° DAF) tanto na forma crua como na forma enlatada, em relação a proteína referência da FAO (1973) foram o triptofano (primeiro limitante) e os sulfurados (segundos aminoácidos limitantes).

A quantidade de metionina disponível no grão cru de soja (g de metionina disponível/100g proteínas) não se alterou com a evolução da maturação. A porcentagem de metionina disponível *in vitro* dos grãos das duas últimas colheitas situou-se para a soja crua em 62% (64° DAF) e 68% (85° DAF) e para a soja enlatada 47% (64° DAF) e 53% (85° DAF).

A quantidade de metionina disponível no grão cru de guandu (g de metionina disponível/100g proteínas) mostrou-se superior na última colheita, 92° DAF. A porcentagem de metionina disponível *in vitro* do guandu cru nas duas últimas colheitas situou-se em 37% (62° DAF) e 67% (92° DAF) e do guandu enlatado 45% (62° DAF) e 44% (85° DAF), e o processo de enlatamento alterou a metionina disponível da soja e do guandu em diferentes níveis.

Rafinose e estaquiose, nos grãos de soja, estão em maior concentração no estágio verde de maturação, e nos grãos de guandu, apenas a estaquiose está mais elevada no estágio verde. O processo de enlatamento provocou um pequeno decréscimo nestes dois açúcares da soja e do guandu nos dois últimos estádios de maturação estudados.

6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS, AACC. **Approved methods of the American Association of Cereal Chemists**. 9.ed. Saint Paul, 1976.
2. ANDERSON, R.L.; WOLF, W. J. Compositional changes in trypsin inhibitors, phytic acid, saponins and isoflavones related to soybean processing. **The Journal Nutrition**, Nebraska, v. 125, n. 3S, p.581-588, Mar., 1995.
3. AKESON, W.R.; STAHMANN, M. A. A pepsin pancreatin digest index of protein quality evaluation. **The Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 83, n. 3, p. 257-261, July, 1964.
4. AQUINO, O.; BARRIOS, A.; CAPÓ DE BLANCO, E.; AZOCAR DE MARCANO, R. Influencia de fechas de siembra sobre el contenido de grasas y proteína en tres variedades de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) en la region central de Venezuela **Agronomia Tropical**, Maracay, v. 23, p. 85-94, 1973.
5. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, AOAC. **Official methods of analysis** 15.ed. Washington, 1990. v. 1-2.
6. BARCELOS, M.F.P. Ensaio tecnológico e sensorial de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] enlatada em estádios verdes e no estádio da maturação de colheita. In: _____ **Ensaio tecnológico, bioquímico e sensorial de soja e guandu enlatados no estádio verde e maturação de colheita**. Campinas, 1998a. Cap. 3, p. 37-70. Tese (Doutor em Ciência da Nutrição) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas.
7. BARCELOS, M.F.P. Aspectos tecnológicos e sensoriais do guandu [*Cajanus cajan* (L.) Millsp.] enlatado em diferentes estádios de maturação. In: _____ **Ensaio tecnológico, bioquímico e sensorial de soja e guandu enlatados no estádio verde e maturação de colheita**. Campinas, 1998b. Cap. 4, p. 71-100. Tese (Doutor em Ciência da Nutrição) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas.

8. BIANCHI, M.L.P.; SILVA, H.C.; CAMPOS, M.A.P. Effect of several treatments on the oligosaccharide content of a Brazilian soybean variety [*Glycine max* (L.) Merrill] **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Santa Monica, v. 31, n. 3, p. 1363-1364, 1983.
9. BOURGES, H.; CAMACHO, J.L. & BANAFUNZI, N. Composition and nutritive value of green soybeans of the BM2 variety. **Journal of the American Oil Chemists Society**, Illinois, v. 58, n. 3, p. 371-372, 1981.
10. CANNIATTI-BRAZACA, S.G.; NOVAES, N.J.; SALGADO, J.M.; MARQUEZ, U.M.L.; MANCINI FILHO, J. Avaliação nutricional do feijão guandu (*Cajanus cajan* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 16, n. 1, p. 36-41, 1996.
11. CHANG, K.C.; KENDRICK J.G.; MARSHALL, H.F.; SATTERLEE, L.D. Effect of partial methionine oxidation on the nutritional quality of soy isolate and casein. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 50, n. 3, p. 849-850, 1985.
12. CHEFTEL, J.C.; CUQ, J.L.; LORIENT, D. **Proteínas alimentarias** Bioquímica-propiedades funcionales valor nutricional-modificaciones químicas; Trad. de Francisco López Capont. Zaragoza: Acribia, S. A., 1989. 346p.
13. DESHPANDE, S.S. Food legumes in human nutrition: a personal perspective. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Cleveland, v. 32, n. 4, p. 333-363, 1992.
14. EAST, J.W.; NAKAYAMA, T.O.M.; PARKMAN, S.B. Changes in stachiose, raffinose, sucrose and monosaccharides during germination of soybeans. **Crop Science**, Madison, v. 12, p. 7-9, 1972.
15. FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E.; BURMOOD, D.T.; PENNINGTON, J.S. Stage of development descriptions for soybeans, *Glycine max* (L.) Merrill. **Crop Science**, Madison, v. 11, p. 929-931, 1971.
16. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION, FAO - ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, OMS. **Necesidades de energia y de proteínas**, Informe de un Comité Especial Mixto FAO/OMS de Expertos, Roma, serie 522, 1973, 138p.

17. FRAGA, A.C. **Determinação da maturação fisiológica das sementes de soja e de outras características agronômicas da soja, em três épocas de semeadura.** Viçosa, 1980. 47p. Tese (Mestre em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa.
18. HYMOWITZ, T.; WALTER, W.M.; COLLINS, F.I.; PANCZNER, J. Stability of sugar content in soybean strains. **Comm. In Soil Science and Plant Analysis**, v. 3, n. 5, p. 367-373, 1972.
19. ISLAM, M.N.; LEA, R.A. Effect of maturity on the amino acid composition and freezing quality of "Emerald" soybean. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 46, n. 2, p. 658-659, 663, 1981.
20. JUNQUEIRA, R.G.; SGARBIERI, V.C. Isolation and general properties of lectins from the bean (*Phaseolus vulgaris* var. Rosinha G₂). **Journal Food Biochemistry**, Westport, v. 5, n. 3, p. 165-179, 1981.
21. KAKADE, M.L.; 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**, St. Paul, v. 51, n. 3, p. 376-388, 1974.
22. KAKADE, M.L.; SIMONS, N.; LIENER, I.E. An evolution of natural vs. synthetic substrates for measuring the antitryptic activity of soybean samples. **Cereal Chemistry**, St. Paul, v. 46, n. 5, p. 519-526, 1969.
23. KONNO, S. Changes in chemical composition of soybeans seed during ripening. **Japan Agricultural Research Quaterly.**, Tóquio, v. 13, n. 3, p. 186-194, 1979.
24. KUNITZ, M. Crystalline soybean trypsin inhibitor. II General properties. **Journal of General Phisiology**, Baltimore, v. 30, p. 291-231, 1947.
25. LAM-SÁNCHEZ, A.; DURIGAN, J.F.; SANTOS, E.; PARO, M.J.; DUTRA de OLIVEIRA, J.E. Características agronomicas nutricionais e de processamento de germoplasma de soja com tegumentos coloridos. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, Guatemala, v. 31, n. 3, p. 586-603, Sept.1981.

26. LIENER, I.E. Implications of antnutritional components in soybean foods. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Cleveland, v. 34, n. 1, p. 31-67, 1994.
27. LIENER, I.E. Legume toxins in relation to protein digestibility - a review. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 41, n. 5, p. 1076-1081, Sept. Oct., 1976.
28. LIENER, I.E. The photometric determination of the hemagglutinating activity of soyin and crude soybean extracts. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, New York, v. 54-55, p. 223-231, 1955.
29. LIU, K.; MARKAKIS, P. Effect of maturity and processing on the trypsin inhibitor and oligosaccharides of soybeans. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 52, n. 1, Jan. Feb., p. 222-225, 1987.
30. MASUDA, R., HASHIZUME, K.; KANEKO, K. Effect of holding time before freezing on constituents and flavour of frozen green soybeans (edamame). **Journal of Japanese Society of Food Science and Technology**, Tokyo, v. 35, n. 11, p. 763-770, 1988.
31. MIRANDA, M.A.C. Seção de leguminosas do Instituto Agronômico de Campinas (IAC): informação pessoal. 1995.
32. NIELSEN, S.S. Digestibility of legume proteins. **Food Technology**, Chicago, v. 45, n. 9, p. 112-114, 118, Sept., 1991.
33. OGREN, W.L.; RINNE, R.W. Photosynthesis and seed metabolism. In: CADWELL, B. E. et alii **Soybeans: improvement, production and uses**. Madison, Wis., Amer. Soc. of Agron., 1973. p. 391-416.
34. PARSI-ROS, O.; RODRIGUEZ-SOSA, E.J.; CRUZ-CAY, J.; CINTRÓN-MUÑOZ, M.E. Processing and the nutritional contents of canned and fresh pigeon peas [*Cajanus cajan* (L.)] **The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico**, Rio das Piedras, v. 71, n. 1, p. 33-41, 1987.
35. PATEL, P.D. The applications of lectins in food analysis. **Trends in Food Science & Technology**, Elsevier, v. 3, n. 2, p. 35-39, Feb., 1992.

36. PEACE, R.W.; SARWAR, G.; TOUCHBURN, S.P. Trypsin inhibitor levels in soy-based infant formulas and commercial soy protein isolates and concentrates. **Food Research International**, Essex, v. 25, n. 2, p. 137-141, 1992.
37. PELLETT, P.L.; YOUNG, V.R. **Nutritional evaluation of protein foods**. Report of a working group sponsored by The International Union of Nutritional Sciences and the United Nations University World Hunger Programme. Tokyo: The United Nations University, 1980. 153p.
38. PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 13.ed. Piracicaba: Nobel, 1990. 468p.
39. QUAST, D.C.; SILVA S.D. Temperature dependence of the cooking rate of dry legumes **Journal of Food Science**, Chicago, v. 42, n. 2, p. 370-374, 1977.
40. RASMUSSEN, A.I. Nutrient comparison of fresh and field-dried, green-seeded soybeans **Journal of the American Dietetic Association**, Chicago, v. 72, n. 6, p. 604-608, June, 1978.
41. RUBEL, A.; RINNE, R.W.; CANVIN, D.T. Protein, oil, and fatty acid in developing soybean seeds, **Crop Science**, v.12, n. 6, p. 739-741, 1972.
42. SALUNKHE, D.K.; CHANCELLOR, V.; CHAVAN, J.K.; KADAM, S.S. Pigeonpea as an important food source. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Cleveland, v. 23, n. 2, p.103-145, 1986.
43. SARWAR, G.; PEACE, R.W.; BOTTING, H.G.; BRULÉ, D. Digestibility of protein and amino acids in selected foods as determined by a rat balance method. **Plant Foods for Human Nutrition**, London, v. 39, n. 1, p.23-32, 1989.
44. SGARBIERI, V.C. **Proteínas em alimentos protéicos propriedades degradações – modificações**. São Paulo: Varela, 1996, 517p.
45. SHEMER, M.; WEI, L.S.; PERKINS, E.G. Nutritional and chemical studies of three processed soybean foods. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 38, n. 1, p. 112-115, 1973.

46. SIEGEL, A.; FAWCETT, B. **Food legume processing and utilization**. Ottawa: IDRC 1976. 88p.
47. SILVA, M.T.R.; MORAES, R.M. TEIXEIRA, J.P.; MASCARENHAS, H.A.A. Variação composição química de grãos de soja “Santa-Rosa” durante o seu desenvolvimento. **Bragantia**, Campinas, v. 40, n. 2, p.11-19, fev., 1981.
48. SINCLAIR, P. VETTEL, R.; DAVIS, C.A. Soybeans in family meals. **Home and Garden Bulletin**, Washington, n. 208, p. 1-26, 1977.
49. SINGH, U.; JAMBUNATHAN, R. Protease Inhibitors and *in vitro* protein digestibility of pigeonpea (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) and its wild relatives. **Journal of Food Science and Technology**, India, v. 18, p. 246-247, 1981.
50. SINGH, U.; JAIN, K.C.; JAMBUNATHAN, R.; FARIS, D.G. Nutritional quality of vegetable pigeonpeas [*Cajanus cajan* (L.) Millsp.]: Dry matter accumulation, carbohydrates and proteins. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 49, n. 3, p. 799-802, 1984.
51. SMITH, A.K.; CIRCLE, S.J. **Soybeans: chemistry and technology**, Proteins, v. 1 Westport: AVI, 1978, 470p.
52. SPACKMAN, D.H.; STEIN, W.H.; MOORE, S. Automatic recording apparatus for use in the chromatography of amino acids. **Analytical Chemistry**, Easton, v. 30, n. 7, p. 1190-1206, 1958.
53. TANNENBAUM, S.R.; BARTH, H.; LE ROUX, J.P. Loss of methionine in casein during storage with autoxidizing methyl linoleate. **Journal Agricultural Food Chemistry**, Santa Monica, v. 17, n. 6, p. 1353-1354, 1969.
54. THOMPSON, L.U. Potential health benefits and problems associated with antinutrients in foods. **Food Research International**, Essex, v. 26, n. 2, p. 131-149, 1993.
55. VAN DE KAMER, J.H.; VAN GINKEL, L. Rapid determination of crude fiber in cereals. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v. 29, n. 4, p. 239-251, July, 1952.

CONCLUSÕES GERAIS

1. Foi estabelecido que a época ideal de colheita da soja IAC Pl-1 e do guandu IAC Fava Larga no estágio verde para o enlatamento situou-se no período de 64° e 62° DAF (dia após a floração) respectivamente. Para este estudo foram nestas fases que os grãos encerraram os acúmulos de biomassa.

2. A temperatura 121°C foi a mais adequada entre as demais testadas (116°C ou 118°C) para o processo de enlatamento da soja e do guandu, tendo por base a cor e textura dos produtos enlatados da primeira colheita.

3. A reidratação dos grãos frescos se faz necessária apenas para a colheita da soja no 85° DAF quando a umidade do grão recém colhido atingiu 16% e também para os grãos armazenados quando possuíam 9,47%. A reidratação do guandu se fez necessária no 92° DAF quando a umidade do grão recém colhido situou-se em 15%.

4. Houve homogeneidade de resposta dos grãos de soja e de guandu em distintos DAF quando submetidos à penetração de calor. As pequenas diferenças nos valores de F_0 e C de cozimento obtidas no enlatamento de ambas leguminosas não induziram perdas na coloração, principalmente no estágio verde.

5. A avaliação da textura sensorial e da textura instrumental do grão enlatado mostrou que a dureza foi progressiva com o amadurecimento do grão em ambas as leguminosas e houve correlação entre as medidas sensoriais e instrumentais para a soja ($r = 0,93$) e para o guandu ($r = 0,96$).

6. A aceitação da soja enlatada verde (quatro primeiras colheitas) e da soja enlatada após a extinção da cor verde (última colheita) foi semelhante quanto a degustação. A aceitação da soja enlatada amarela com relação a aparência foi inferior a da soja verde das três primeiras colheitas e igual apenas aos grãos da última colheita no estágio verde. O nível de aceitabilidade do guandu verde enlatado através da degustação e da aparência foi regular. O guandu maduro enlatado demonstrou aceitação da aparência inferior ao do guandu verde enlatado.

7. A síntese protéica nos grãos das leguminosas foi precoce. À partir de 61° DAF, o conteúdo protéico da soja IAC PL-1 foi igual ao do ponto convencional de maturação de

colheita (grão maduro seco, 85° DAF) e o mesmo ocorreu no grão de guandu IAC Fava Larga a partir do 57° DAF frente ao grão do 92° DAF.

8. A atividade dos inibidores de tripsina elevou-se com a maturação dos grãos de soja e de guandu. A soja IAC PL-1 apresentou atividade inibitória cinco vezes acima daquela apresentada pelo guandu IAC Fava Larga. Os processamentos térmicos utilizados nos enlatamentos da soja 121°C por 6-7 minutos e nos enlatamentos do guandu 121°C por 5-6 minutos, foram suficientes para eliminar as atividades dos inibidores de tripsina em 89% e 76% respectivamente.

9. As digestibilidades das proteínas *in vitro* da soja e do guandu não se alteraram com a maturação do grão e melhoraram com o enlatamento com exceção das duas primeiras colheitas do guandu. O guandu apresentou baixa digestibilidade tanto na forma de grãos crus quanto de grãos enlatados.

10. A síntese de aminoácidos da soja no 64° DAF já havia se estabilizado no grão com exceção ($p<0,05$) da treonina, alanina e cistina, entretanto pós-enlatamento dos grãos no 64° e 85° DAF essas diferenças não foram evidenciadas. A maioria dos aminoácidos do guandu colhido no 62° DAF apresentou quantidade semelhante ao colhido no 92° DAF com exceção do ácido glutâmico e da fenilalanina ($p<0,05$).

11. Os aminoácidos limitantes da proteína do grão de soja IAC PL-1 das duas últimas colheitas (64° e 85° DAF), em relação à proteína referência da FAO (1973) foram:

- sulfurados, metionina e cistina, (primeiros aminoácidos limitantes) e treonina (segundo limitante) para os grãos crus e enlatados no 64° DAF.
- valina (primeiro) e sulfurados (segundos aminoácidos limitantes) para os grãos crus no 85° DAF, e também para os grãos crus pós-armazenados e pós-macerados no 85° DAF.
- sulfurados (primeiros) e treonina (segundo aminoácido limitante) para os grãos enlatados no 85° DAF, e também para os grãos enlatados pós-armazenados e pós-macerados no 85° DAF.

12. Os aminoácidos limitantes das proteínas do guandu, referentes às duas últimas colheitas (62° e 92° DAF) tanto na forma crua como na forma enlatada, em relação a proteína referência da FAO (1973) foram o triptofano (primeiro limitante) e os sulfurados (segundos limitantes).

13. A metionina disponível no grão cru de soja não se alterou com a evolução da maturação. As porcentagens de metionina disponível *in vitro* nas duas últimas colheitas situaram-se para a soja crua em 62% (64° DAF) e 68% (85° DAF) e para a soja enlatada 47% (64° DAF) e 53% (85° DAF). A metionina disponível no grão cru de guandu mostrou-se superior na última colheita, 92° DAF. As porcentagens de metionina disponível *in vitro* do guandu cru nas duas últimas colheitas situaram-se em 37% (62° DAF) e 67% (92° DAF) e enlatada 45% (62° DAF) e 44% (85° DAF), e o processo de enlatamento alterou a metionina disponível da soja e do guandu em diferentes níveis.

14. Rafinose e estaquiose nos grãos de soja apresentaram maiores concentrações no estágio verde, e nos grãos de guandu, apenas a estaquiose esteve mais elevada no estágio verde. O processo de enlatamento provocou um decréscimo pequeno destes dois açúcares da soja e guandu nos dois últimos estádios de maturação estudados.

15. Este trabalho permite afirmar que a soja IAC PL-1 já possui todas as características desejáveis para ser consumida como grão verde. Todavia, face à questão da debulha do grão verde e face a boa aceitação que teve o grão amarelo recém-maduro e enlatado, é possível recomendar um estudo de aceitação mais amplo dentro da população brasileira para colocar o grão verde ou amarelo no mercado.

16. O guandu IAC Fava Larga, dentro das características estudadas esteve sempre abaixo da valorização atribuída a soja. Entretanto o produto experimental obtido neste trabalho não era inferior ao produto comercial estrangeiro empregado como referência. É possível que a introdução do guandu mereça maior seleção genética e se deva iniciar com divulgação informativa sobre esta leguminosa.

ANEXOS

ANEXO 1

Quadro 1. Resumo da análise de variância das regressões para os dados de acúmulo de matéria seca de soja x DAF.

Fonte de variação	G.L.	Quadrados Médios
		Acúmulo de matéria seca da soja
Regressão quadrática	2	125078,888**
Resíduo	15	10606,790
CV		9,09

** Significativo ao nível de 1 % de probabilidade.

Quadro 2. Resumo da análise de variância das regressões para os dados de produção de grãos frescos da soja x DAF.

Fonte de variação	G.L.	Quadrados Médios
		Produção de grãos frescos
Regressão quadrática	2	3239049,62**
Resíduo	17	76185,04
CV		9,61

** Significativo ao nível de 1 % de probabilidade.

Quadro 3. Resumo da análise de variância das regressões para os dados de acúmulo de matéria seca do guandu x DAF.

Fonte de variação	G.L.	Quadrados Médios
		Acúmulo de matéria seca do guandu
Regressão linear	1	192781,119**
Resíduo	15	715,951
CV		12,06

** Significativo ao nível de 1 % de probabilidade.

Quadro 4. Resumo da análise de variância das regressões para os dados de produção de grãos frescos do guandu x DAF.

Fonte de variação	G.L.	Quadrados Médios
		Produção de grãos frescos
Regressão quadrática	2	40338,739**
Resíduo	13	2266,227
CV		9,73

** Significativo ao nível de 1 % de probabilidade.

Quadro 5. Resumo da análise de variância para os dados de matéria seca de 100 grãos de soja.

Fonte de variação	G.L.	Quadrados Médios
		MS ¹ de 100 grãos
Tratamento	4	58565795,05**
Resíduo	15	232499,25
CV (%)		3,91

¹matéria seca ** Significativo ao nível de 1 % de probabilidade.

Quadro 6. Resumo da análise de variância para os dados de unidades Hunter (L, a, b) e escore de textura (texturômetro) da soja, medidos na 1ª colheita da soja.

Fonte de variação	G.L.	Quadrados médios			
		L	a	b	Textura objetiva
Tratamento	2	0,8636	1,6940**	0,1502	7,3033
Resíduo	6	0,7474	0,0114	0,2451	21,9689
CV (%)		2,05	-36,95	2,40	12,08

** Significativo ao nível de 1 % de probabilidade.

Quadro 7. Resumo da análise de variância para os dados de textura sensorial da 1ª colheita da soja.

Fonte de variação	G.L.	Quadrados Médios
		Textura sensorial ¹
Tratamento	2	24,7609**
Resíduo	30	3,2934
CV (%)		35,08

** Significativo ao nível de 1 % de probabilidade.

Quadro 8. Resumo da análise de variância para os dados de peso drenado, absorção de água (%) e perda de sólidos (%) da soja.

Fonte de variação	G.L.	Quadrados Médios		
		Peso drenado	Absorção de H ₂ O	Perda de sólidos
Tratamento	4	8,0703**	443,8039**	26,1400**
Resíduo	10	0,8095	12,8800	1,3549
CV (%)		1,48	7,94	16,34

** Significativo ao nível de 1 % de probabilidade.

Quadro 9. Resumo da análise de variância para os dados de textura instrumental da soja enlatada referente a todas as colheitas.

Fonte de variação	G.L.	Quadrados Médios
		Textura instrumental
Tratamento	4	4073,257**
Residuo	70	36,195
CV (%)		11,44

** Significativo ao nível de 1 % de probabilidade.

Quadro 10. Resumo da análise de variância para os dados de textura sensorial da soja enlatada referente a todas as colheitas.

Fonte de variação	G.L.	Quadrados Médios
		Textura sensorial
Tratamento	16	75,9636**
Resíduo	373	1,1276
CV (%)		21,27

** Significativo ao nível de 1 % de probabilidade.

Quadro 11. Resumo da análise de variância para os dados de degustação e aparência da soja enlatada referente a todas as colheitas

Fonte de variação	G.L.	Quadrados Médios	
		Degustação	Aparência
Tratamento	33	4,5986**	5,3818**
Resíduo	116	1,5279	2,4632
CV (%)		18,52	22,85

** Significativo ao nível de 1 % de probabilidade.

Quadro 12. Resumo da análise de variância para os dados de degustação e aparência do guandu enlatada referente a todas as colheitas

Fonte de variação	G.L.	Quadrados Médios	
		Degustação	Aparência
Tratamento	32	12,0489**	14,7864**
Resíduo	87	1,7842	1,7006
CV (%)		24,73	25,44

** Significativo ao nível de 1 % de probabilidade.

Quadro 13. Resumo da análise de variância para os dados de matéria seca de 100 grãos do guandu.

Fonte de variação	G.L.	Quadrados Médios
		MS ¹ de 100 grãos
Tratamento	3	21191844,56*
Resíduo	12	78502,68
CV (%)		2,71

¹matéria seca * Significativo ao nível de 5 % de probabilidade.

Quadro 14. Resumo da análise de variância para os dados de unidades Hunter (1ª colheita) do guandu.

Fonte de variação	G.L.	Quadrados Médios		
		L	a	b
Tratamento	1	0,0000	4,0600**	0,2465
Resíduo	10	1,3932	0,1134	0,3574
CV (%)		3,25	14,58	4,03

** Significativo ao nível de 1 % de probabilidade.

Quadro 15. Resumo da análise de variância para os dados de unidades Hunter (todas as colheitas), absorção de água dos enlatados e perda de sólidos do guandu.

Fonte de variação	G.L.	Quadrados Médios				
		L	a	b	Abs. Água	Perda sólidos
Tratamento	3	6,9677*	17,1871**	4,6458**	98,2964*	8,5914*
Resíduo	8	1,0312	0,2205	0,4139	23,5500	3,2142
CV (%)		2,76	11,67	4,74	8,54	22,84

* Significativo ao nível de 5 % de probabilidade

** Significativo ao nível de 1 % de probabilidade.

Quadro 16. Resumo da análise de variância para os dados de textura instrumental do guandu.

Fonte de variação	G.L.	Quadrados Médios
		Textura instrumental
Tratamento	3	7361,40**
Resíduo	56	26,9100
CV (%)		10,82

** Significativo ao nível de 1 % de probabilidade

Quadro 17. Resumo da análise de variância para os dados de textura sensorial do guandu.

Fonte de variação	G.L.	Quadrados Médios
		Textura sensorial
Tratamento	13	70,54**
Resíduo	250	2,02
CV (%)		43,60

** Significativo ao nível de 1 % de probabilidade

Quadro 18. Resumo da análise de variância para os dados de peso drenado do guandu.

Fonte de variação	G.L.	Quadrados Médios
		Peso drenado
Tratamento	3	5,1686
Resíduo	8	1,3320
CV (%)		1,87

Quadro 19. Resumo da análise de variância para os dados de umidade, lipíde, proteína, fibra, cinzas e extrato não nitrogeanado (ENN) da soja crua e enlatada.

Fonte de variação	G.L.	Quadrados Médios (Soja crua)					
		Umidade	Lípide	Proteína	Fibra	Cinzas	ENN
Tratamento	4	2205,3**	8,78**	12,11**	0,82*	0,22**	41,12**
Resíduo	15	0,67	0,49	1,24	0,19	0,04	1,84
CV (%)		1,42	3,92	2,67	4,95	4,25	5,09

Quadrados Médios (Soja enlatada)							
Tratamentos	4	72,38**	7,48**	29,27**	1,23**	0,23*	49,94**
Resíduo	15	0,08	0,08	0,22	0,05	0,049	0,53
CV (%)		0,40	1,21	1,18	2,87	5,14	2,87

* Significativo ao nível de 5 % de probabilidade.
** Significativo ao nível de 1 % de probabilidade.

Quadro 20. Resumo da análise de variância para os dados de umidade, lipíde, proteína, fibra, cinzas e extrato não nitrogeanado (ENN) do guandu cru e enlatado.

Fonte de variação	G.L.	Quadrados Médios (guandu cru)					
		Umidade	Lípide	Proteína	Fibra	Cinzas	ENN
Tratamento	3	2877,98**	0,91**	0,76**	0,28	0,18*	0,86*
Resíduo	12	0,83	0,26	0,06	0,09	0,04	0,20
CV (%)		1,66	6,94	1,00	3,66	5,27	0,74

Quadrados Médios (guandu enlatado)							
Tratamentos	3	21,58**	0,61**	0,16	2,32**	0,16	2,81**
Resíduo	12	0,21	0,007	0,15	0,08	0,06	0,23
CV (%)		0,63	3,47	1,58	2,89	7,00	0,80

* Significativo ao nível de 5 % de probabilidade.
** Significativo ao nível de 1 % de probabilidade.

Quadro 21. Resumo da análise de variância para os dados de proteína e ENN do guandu cru x enlatado.

Fonte de Variação	G.L.	Quadrados Médios							
		44° DAF		57° DAF		62° DAF		92° DAF	
		Proteína	ENN	Proteína	ENN	Proteína	ENN	Proteína	ENN
Tratamento	1	0,1012	0,0666	0,2048	0,1653	0,8646*	8,487**	1,6744*	3,315**
Resíduo	6	0,0308	0,1832	0,1815	0,3467	0,0924	0,169	0,1261	0,173
CV (%)		0,717	0,704	1,700	0,98	1,22	0,68	1,41	0,68

* Significativo ao nível de 5 % de probabilidade.
** Significativo ao nível de 1 % de probabilidade.

Quadro 22. Resumo da análise de variância para os dados de proteína e ENN da Soja crua x enlatada.

Fonte de variação	G.L.	Quadrados Médios									
		48° DAF		55° DAF		61° DAF		64° DAF		85° DAF	
		Prot	ENN	Prot	ENN	Prot	ENN	Prot	ENN	Prot	ENN
Tratament o	1	8,65*	18,57**	16,96**	0,18	19,34**	0,35	16,65**	0,33	0,009	18,94*
Resíduo	6	0,85	0,86	0,85	1,53	0,42	0,46	0,23	1,07	1,27	2,02
CV (%)		2,36	3,15	2,40	4,33	1,61	2,62	1,18	4,11	2,56	6,72

* Significativo ao nível de 5 % de probabilidade.
** Significativo ao nível de 1 % de probabilidade.

Quadro 23. Resumo da análise de variância para os dados de digestibilidade da soja crua e enlatada.

Fonte de variação	G.L.	Quadrados Médios (digestibilidade)	
		soja crua	soja enlatada
Tratamento	4	15,3888	34,9269*
Resíduo	5	8,6881	3,3628
CV (%)		4,68	2,35

* Significativo ao nível de 5 % de probabilidade.

Quadro 24. Resumo da análise de variância para os dados de digestibilidade do guandu cru e enlatado.

Fonte de variação	G.L.	Quadrados Médios (digestibilidade)	
		guandu cru	guandu enlatado
Tratamento	3	6,0737	27,4955*
Resíduo	4	1,5678	1,9294
CV (%)		2,26	2,24

* Significativo ao nível de 5 % de probabilidade.

Quadro 25. Resumo da análise de variância para os dados de digestibilidade da soja crua x enlatada.

Fonte de variação	G.L.	Quadrados Médios				
		48° DAF	55° DAF	61° DAF	64°DAF	85°DAF
Tratamento	1	143,640*	280,227*	444,155*	162,562*	166,668*
Resíduo	2	1,6319	8,664	10,641	4,360	4,827
CV (%)		1,8	3,99	4,576	3,187	3,091

* Significativo ao nível de 5 % de probabilidade.

Quadro 26. Resumo da análise de variância para os dados de digestibilidade do guandu cru x enlatado.

Fonte de variação	G.L.	Quadrados Médios			
		44° DAF	57° DAF	62° DAF	92° DAF
Tratamento	1	5,2441	4,862	64,4809*	172,1344*
Resíduo	2	0,4384	1,273	2,4685	2,814
CV (%)		1,1	1,9	2,62	2,82

* Significativo ao nível de 5 % de probabilidade.

Quadro 27. Resumo da análise de variância para os dados de inibidor de tripsina da soja crua e enlatada.

Fonte de variação	G.L.	Quadrados Médios (inibidor de tripsina)	
		Soja Crua	Soja Enlatada
Tratamento	4	262,95**	9,46**
Resíduo	15	6,12	0,23
CV (%)		6,24	10,47

** Significativo ao nível de 1 % de probabilidade.

Quadro 28. Resumo da análise de variância para os dados de inibidor de tripsina da soja crua x enlatada.

Fonte de variação	G.L.	Quadrados Médios				
		48° DAF	55° DAF	61° DAF	64° DAF	85° DAF
Tratamento	1	1203,68**	2329,03**	2727,65**	2625,22**	3800,17**
Resíduo	6	4,46	4,31	0,98	1,51	4,61
CV (%)		13,28	10,03	4,42	5,49	7,38

** Significativo ao nível de 1 % de probabilidade.

Quadro 29. Resumo da análise de variância para os dados de inibidor de tripsina do guandu cru e enlatado.

Fonte de variação	G.L.	Quadrados Médios (inibidor de tripsina)	
		gandu Cru	gandu Enlatado
Tratamento	3	40,16**	0,17
Resíduo	12	0,42	0,11
CV (%)		8,77	22,76

** Significativo ao nível de 1 % de probabilidade.

Quadro 30. Resumo da análise de variância para os dados de inibidor de tripsina do guandu cru x enlatado.

Fonte de variação	G.L.	Quadrados Médios			
		44° DAF	57° DAF	62° DAF	92° DAF
Tratamento	1	8,38**	64,64**	78,18**	190,03**
Resíduo	6	0,22	0,23	0,46	0,17
CV (%)		17,40	11,55	15,14	6,38

** Significativo ao nível de 1 % de probabilidade.

Quadro 31. Resumo da análise de variância para os dados de metionina disponível da soja crua e enlatada.

Fonte de variação	G.L.	Quadrados Médios (metionina disponível)	
		Soja crua	soja enlatada
Tratamento	4	0,0853	0,0270*
Resíduo	5	0,0169	0,0040
CV (%)		17,72	9,79

* Significativo ao nível de 5 % de probabilidade.

Quadro 32. Resumo da análise de variância para os dados de metionina disponível da soja crua x enlatada.

Fonte de variação	G.L.	Quadrados Médios				
		48° DAF	55° DAF	61° DAF	64° DAF	85° DAF
Tratamento	1	0,009	0,004**	0,001	0,0238**	0,0457
Resíduo	2	0,005	0,000	0,018	0,00007	0,0290
CV (%)		13,71	0	17,63	1,12	19,43

** Significativo ao nível de 1 % de probabilidade.

Quadro 33. Resumo da análise de variância para os dados de metionina disponível do guandu cru e enlatado.

Fonte de variação	G.L.	Quadrados Médios (metionina disponível)	
		Guandu Cru	Guandu enlatado
Tratamento	3	0,022**	0,0029**
Resíduo	4	0,00004	0,000003
CV (%)		1,01	0,31

** Significativo ao nível de 1 % de probabilidade.

Quadro 34. Resumo da análise de variância para os dados de metionina disponível do guandu cru x enlatado.

Fonte de variação	G.L.	Quadrados Médios			
		44° DAF	57° DAF	62° DAF	92° DAF
Tratamento	1	0,00014	0,0022**	0,0105**	0,04000**
Resíduo	2	0,00007	0,000006	0,000003	0,000004
CV (%)		1,35	0,42	0,32	0,32

** Significativo ao nível de 1 % de probabilidade.

Quadro 35. Resumo da análise de variância para os dados de aminoácidos da soja nos dois últimos estádios de maturação e na forma crua e enlatada e macerados ou não.

Fonte de Variação	G.L.	Quadrados Médios								
		Ac. Asp	Tre	Ser	Ac. Glu	Prol	Gli	Ala	Cis	Val
Tratamento (T) ¹	2	3,105	0,246	0,744	11,422**	0,625**	0,483	0,375	0,081	0,186
Amostra (A) ²	1	0,929	0,097	0,410	1,912	0,002	0,090	0,082	0,02	0,218
Repetição	1	0,093	0,013	0,002	0,2214	0,022	0,002	0,000	0,003	0,094
T*A	2	0,951*	0,097*	0,246*	2,317	0,028	0,087*	0,098*	0,067**	0,025
Resíduo	5	0,141	0,013	0,0313	0,594	0,0202	0,013	0,009	0,004	0,084
CV (%)		3,5	3,3	4,2	4,63	3,0	2,9	2,4	3,9	6,5

Quadrados Médios										
		Met	Isol	Leu	Tir	Fenil	Lis	His	Arg	Trip
Tratamento (T) ¹	2	0,0001	0,245	0,793	0,143*	0,511	0,524**	0,093**	0,653*	0,010**
Amostra (A) ²	1	0,0020	0,032	0,161	0,015	0,072	0,399*	0,072**	0,102	0,000
Repetição	1	0,0000	0,013	0,000	0,015	0,017	0,0216	0,000	0,004	0,004
T*A	2	0,007	0,069	0,323*	0,104	0,245**	0,041	0,011	0,118	0,000
Resíduo	5	0,0016	0,094	0,050	0,019	0,017	0,027	0,003	0,092	0,000
CV (%)		2,8	7,0	3,1	4,2	2,7	2,9	2,3	4,4	2,2

* Significativo ao nível de 5 % de probabilidade. ** Significativo ao nível de 1 % de probabilidade.

¹ (T) Época de colheita, se macerado ou não.

² (A) Amostra analisada na forma crua ou enlatada.

Quadro 36. Resumo da análise de variância para os dados de aminoácidos da guandu nos dois últimos estádios de maturação e na forma crua e enlatada e macerados ou não.

Fonte de variação	G.L	Quadrados Médios								
		Ac. Asp	Tre	Ser	Ac. Glu	Prol	Gli	Ala	Cis	Val
Tratamento (T) ¹	1	0,638	0,357	1,377	20,608*	0,678	0,074	0,014	0,020	0,0002
					*					
Amostra (A) ²	1	0,530	0,002	0,328	2,142	0,427	0,023	0,192	0,039	0,4510
Repetição	1	0,296	0,021	0,002	0,192	0,234	0,025	0,054	0,031	0,1350
T*A	1	0,451	0,021	0,009	2,856	0,495	0,032	0,020	0,042	0,0920
Residuo	3	0,306	0,050	0,175	0,616	0,143	0,032	0,0417	0,037	0,1050
CV (%)		5,6	6,8	10,9	4,5	8,9	5,2	4,7	17,7	7,1

		Met	Isol	Leu	Tir	Fenil	Lis	His	Arg	Trip
Tratamento (T) ¹	1	0,002	0,0008	0,030	0,046	11,956*	1,557	0,084	0,446	0,00840
						*				
Amostra (A) ²	1	0,006	0,0880	0,750	0,017	0,672	0,189	0,020	0,043	0,00020
Repetição	1	0,001	0,0084	0,143	0,001	0,079	0,437	0,004	0,037	0,00005
T*A	1	0,005	0,1058	0,931	0,010	2,040	1,272	0,068	0,248	0,00020
Residuo	3	0,003	0,0851	0,112	0,069	0,226	0,602	0,045	0,231	0,00190
CV (%)		4,2	7,6	4,5	12,8	6,1	12,9	6,0	8,4	7,45

** Significativo ao nível de 1 % de probabilidade.
¹ (T) Época de colheita, se macerado ou não.
² (A) Amostra analisada na forma crua ou enlatada.

ANEXO 2 a

CRONOGRAMA DE PLANTIO E COLHEITAS DA SOJA IAC-PLI
(estudo)

Dia	1995		1996					
	NOVEMBRO	DEZEMBRO	JANEIRO	FEVEREIRO	MARÇO	ABRIL		
1		s 24	s 55	q 8 86	s 37 115	s 68 146		
2		s 25	t 56	s 2ª PUEV. 9 87	s 38 116	t 69 147		
3		d 26	q 57	s 10 88	d 39 117	q 70 148		
4		s 27	q 58	d 11 89	s 40 118	q 71 149		
5		t 28	s 59	s 12 90	t 41 119	s 72 150		
6		q 29	s 60	t 13 91	q 42 120	s 73 151		
7	PLANTIO	q 30	d 61	q 14 92	q 43 121	d 74 152		
8	q *1	s 31	s 62	q 15 93	s 44 122	s 75 153		
9	q 2	s 32	t 63	s 16 94	s 45 123	t 76 154		
10	s 3	d 33	q 64	s 17 95	d 46 124	q 77 155		
11	s 4	s 34	q 65	d 18 96	s 47 125	q 78 156		
12	d 5	t 35	s 66	s 19 97	t 1ª colheita (48) 126	s 79 157		
13	s 6	q 36	s 67	t 20 98	q 49 127	s 80 158		
14	t 7	q 37	d 68	q 21 99	q 50 128	d 81 159		
15	q 8	s 38	s 69	q 22 100	s 51 129	s 82 160		
16	q 9	s 39	t 1ª PUEV. 70	s 23 101	s 52 130	t 83 161		
17	s 10	d 40	q 71	s 24 102	d 53 131	q 84 162		
18	s 11	s 41	q 72	d 25 103	s 54 132	q 3ª colheita (65) 163		
19	d 12	t 42	s 73	s 26 104	t 2ª colheita (55) 133			
20	s 13	q 43	s 74	t 27 105	q 56 134			
21	t 14	q 44	d 75	q 28 106	q 57 135			
22	q 15	s 45	s 76	q 29 107	s 58 136			
23	q 16	s 46	t 77	s 30 108	s 59 137			
24	s 17	d 47	q Florescimento 78	s 31 109	d 60 138			
25	s 18	s 48	q 1ª** 79	d 32 110	s 3ª colheita (61) 139			
26	d 19	t 49	s 2ª 80	s 33 111	t 62 140			
27	s 20	q 50	s 3ª 81	t 34 112	q 63 141			
28	t 21	q 51	d 4ª 82	q 35 113	q 4ª colheita (64) 142			
29	q 22	s 52	s 5ª 83	q 36 114	s 65 143			
30	q 23	s 53	t 6ª 84		s 66 144			
31		d 54	q 7ª 85		d 67 145			

* Dias após o plantio

** Dias após o floração (DAF)

 Florescimento 24/1/96

ANEXO 2 b

CRONOGRAMA DE PLANTIO E COLHEITAS DO GUANDU IAC FAVA LARGA
(estudo)

Dia	1996							
	FEVER.	MARÇO	ABRIL	MAIO	JUNHO	JULHO	AGOST O	SETEM.
1		s 18	s 49	q 79	s 110	s 13 140	q 1 ^o c44171	d 75 202
2		s 19	t 50	q 80	d 111	t 14 141	s 45 172	S 76 203
3		d 20	q 51	s 81	s 112	q 15 142	s 46 173	t 77 204
4		s 21	q 52	s 82	t 113	q 16 143	d 47 174	q 78 205
5		t 22	s 53	d 83	q 114	s 17 144	s 48 175	q 79 206
6		q 23	s 54	s 84	q 115	s 18 145	t 49 176	s 80 207
7		q 24	d 55	t 85	s 116	d 19 146	q 50 177	s 81 208
8		s 25	s 56	q 86	s 117	s 20 147	q 51 178	d 82 209
9		s 26	t 57	q 87	d 118	t 21 148	s 52 179	s 83 210
10		d 27	q 58	s 88	s 119	q 22 149	s 53 180	t 84 211
11		s 28	q 59	s 89	t 120	q 23 150	d 54 181	q 85 212
12	PLANTIO	t 29	s 60	d 90	q 121	s 24 151	s 55 182	q 86 213
13	t * 1	q 30	s 61	s 91	q 122	s 25 152	t 56 183	s 87 214
14	q 2	q 31	d 62	t 92	s 123	d 26 153	q 2 ^o c57184	s 88 215
15	q 3	s 32	s 63	q 93	s 124	s 27 154	q 58 185	d 89 216
16	s 4	s 33	t 64	q 94	d 125	t 28 155	q 59 186	s 90 217
17	s 5	d 34	q 65	s 95	s 126	q 29 156	s 60 187	t 91 218
18	d 6	s 35	q 66	s 96	q 127	q 30 157	d 61 188	q 4 ^o c92 219
19	s 7	t 36	s 67	d 97	q** 1 128	s 31 158	s3 ^o c 62 189	
20	t 8	q 37	s 68	s 1 ^o PUL98	q 2 129	s 32 159	t 63 190	
21	q 9	q 38	d 69	t 99	s 3 130	d 33 160	q 64 191	
22	q 10	s 39	s 70	q 100	s 4 131	s 34 161	q 65 19 2	
23	s 11	s 40	t 71	q 101	d 5 132	t 35 162	s 66 193	
24	s 12	d 41	q 72	s 102	s 6 133	q 36 163	s 67 194	
25	d 13	s 42	q 73	s 103	t 7 134	q 37 164	d 68 195	
26	s 14	t 43	s 74	d 104	q 8 135	s 38 165	s 69 196	
27	t 15	q 44	s 75	s 105	q 9 136	s 39 166	t 70 197	
28	q 16	q 45	d 76	t 106	s 10 137	d 40 167	q 71 198	
29	q 17	s 46	s 77	q 107	s 11 138	s 41 168	q 72 199	
30		s 47	t 78	q 108	d 12 139	t 42 169	s 73 200	
31		d 48		s 109		q 43 170	s 74 201	

* Dias após o plantio

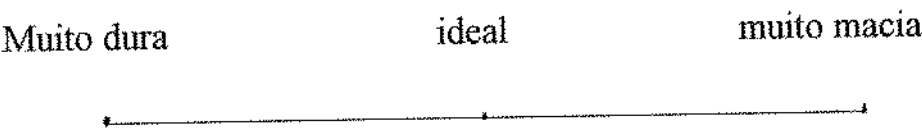
** Dias após a floração

 Florescimento = 18/ 06/ 96

AVALIAÇÃO DA TEXTURA DA SOJA VERDE

NOME: _____ DATA: _____

Avalie POR COMPRESSÃO ENTRE OS DEDOS, a textura da soja verde enlatada e assinale na linha a posição que represente esta avaliação.



Comentários: _____

ESCALA HEDÔNICA.

Nome: _____ Data: _____

Prove por favor a amostra de leguminosa e indique o quanto você gostou ou desgostou do produto usando a escala abaixo.

- 9 - Gostei muitíssimo
- 8 - Gostei muito
- 7 - Gostei moderadamente
- 6 - Gostei ligeiramente
- 5 - Indiferente
- 4 - Desgostei ligeiramente
- 3 - Desgostei moderadamente
- 2 - Desgostei muito
- 1 - Desgostei muitíssimo

Número da amostra

Valor

Indique o que você mais gostou e menos gostou na amostra:

Mais gostei	Menos gostei
_____	_____
_____	_____
_____	_____

ESCALA HEDÔNICA.

Nome: _____ Data: _____

Avalie por favor a aparência de cada amostra de leguminosa e indique o quanto você gostou ou desgostou da aparência do produto usando a escala abaixo:

- 9 - Gostei muitíssimo
- 8 - Gostei muito
- 7 - Gostei moderadamente
- 6 - Gostei ligeiramente
- 5 - Indiferente
- 4 - Desgostei ligeiramente
- 3 - Desgostei moderadamente
- 2 - Desgostei muito
- 1 - Desgostei muitíssimo

Número da amostra

Valor

Comentários:

TESTE PAREADO

Nome: _____ Data: _____

Avalie as duas amostras e indique a mais firme (dura):

Comentário:

TESTE DE ESCALA

Nome: _____ Data: _____

Por favor ponha os grão de leguminosas na boca, mastigue e avalie a firmeza de cada uma das amostras, utilizando a escala abaixo:

Nº amostra

_____	Pouca firmeza (macio)	Muita firmeza (duro)
_____	Pouca firmeza (macio)	Muita firmeza (duro)
_____	Pouca firmeza (macio)	Muita firmeza (duro)

Comentário:

DIFERENÇA DO CONTROLE.

Nome: _____ Data: _____

Prove por favor primeiro a amostra de leguminosa padrão, marcada com a letra P, em seguida, prove as amostras codificadas, e indique o quanto cada amostra codificada se diferencia do padrão, usando a escala abaixo.

- 8 - Extremamente diferente
- 7
- 6 - Muito diferente
- 5
- 4 - Moderadamente diferente
- 3
- 2 - Ligeiramente diferente
- 1
- 0 - Nenhuma diferença

Número da amostra	Valor
_____	_____
_____	_____

Comentários

DIFERENÇA DO CONTROLE.

Nome: _____ Data: _____

Observe por favor primeiro a amostra de leguminosa padrão, marcada com a letra P, em seguida observe as amostras codificadas, e indique o quanto cada amostra codificada se diferencia do padrão, usando a escala abaixo.

- 8 - Extremamente diferente
- 7
- 6 - Muito diferente
- 5
- 4 - Moderadamente diferente
- 3
- 2 - Ligeiramente diferente
- 1
- 0 - Nenhuma diferença

Número da amostra

Valor

Comentários
