

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS E AGRÍCOLA

CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO DE SUBSTI
TUIÇÃO PARCIAL DE CARNE POR PRO-
TEÍNA TEXTURIZADA DE SOJA NA ELA
BORAÇÃO DE "HAMBURGUER".

Rutilo Castellanos Molina
Químico Biólogo

Orientador:

Prof.Dr. ROBERTO HERMÍNIO MORETTI

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrí
cola da Universidade Estadual de Campinas, para obtenção do
Título de Mestre em Tecnologia de Alimentos.

1977

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL

À minha esposa

ELSA

Aos meus pais

Lic.Manuel Castellanos C.

Profa. Esther M. de Castellanos

ÍNDICE

	página
AGRADECIMENTOS	1
RESUMO	2
SUMMARY	4
1.- INTRODUÇÃO	6
2.- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	9
3.- MATERIAL E MÉTODOS	22
4.- APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	40
5.- DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	62
6.- CONCLUSÕES	72
7.- LITERATURA CITADA	74

RESUMO

Para estudar o efeito da substituição parcial da carne por proteína texturizada de soja (P.T.S.) para elaboração de "Hamburguers" , foram feitas misturas a base de carne dianteira de bovino, gordura, sal, especiarias e proteína texturizada de soja a níveis de substituição de 6%, 12%, 18%, 24% e 30%.

A proteína texturizada de soja foi obtida pelo método de extrusão termoplástica usando o equipamento Wenger Modelo X-25 da Planta Piloto da FEA/UNICAMP.

Foi determinada a composição centesimal da carne, proteína texturizada de soja e das misturas carne-soja.

A análise sensorial de "Hamburguers" fritos em cujas formulações contém diferentes percentagens de P.T.S. demonstrou um efeito benéfico com a adição de soja no que diz respeito a gosto, preferência e textura. Encontrou-se uma correlação entre os resultados da medição de textura obtida física e sensorialmente.

O efeito da substituição da carne por P.T.S. em "Hamburguers" - durante a fritura, foi avaliado através de medição do volume aparente, área e altura antes e após a fritura; verificou-se que a medida que é incrementada a porcentagem de soja é minimizado o encolhimento desses "Hamburguers".

O valor nutritivo das misturas foi avaliado pela determinação - quantitativa de aminoácidos, cálculo dos teores de aminoácidos-essenciais nas proteínas e comparados com a proteína referência FAO-OMS-1973. Foi evidenciado que os aminoácidos limitantes nestas proteínas foram os sulfurados (metionina + cistina).

O valor nutritivo destas misturas, também foi avaliado pelo cálculo do índice químico das proteínas, tomando-se como base a proteína referência FAO-OMS-1973 e como aminoácidos limitantes os sulfurados (metionina + cistina).

Ensaio biológico com ratos brancos foram realizados para a determinação do valor PER das misturas estudadas, verificando-se - que até níveis de 18% de soja nas misturas o valor PER não é alteraado significativamente com relação ao valor PER da caseína, entretanto ao aumentar a quantidade de soja nas misturas até 30%, o valor PER baixa até 76% do valor da caseína.

SUMMARY

In order to study the effect of the partial replacement of meat by T.S.P. (texturized soy protein) in hamburger formulation several mixtures were prepared based on the use of meat, fat, spices, salt and T.S.P. at different levels: 6%, 12%, 18%, 24% and 30%. The T.S.P. was obtained by thermoplastic extrusion with a Wenger Model X-25 extruder.

The compositions of the meat, the texturized soy proteins ; and the different meat-soy mixtures were determined. Sensory evaluation of the fried hamburger with different levels of T.S.P. demonstrated a beneficial effect with respect to taste, preference and texture. A significant correlation was found between physical and sensory evaluations of texture.

The effect of the meat substitutions by T.S.P. in hamburgers during frying was evaluated by measuring the bulk volume surface and height before and after the frying process. It was found that the addition of soy protein (T.S.P.) to replace part of the meat resulted in a lower shrinkage of the hamburger during the frying step.

The nutritive value of these mixtures was evaluated by the quantitative determination of aminoacids, calculations of the essential aminoacids in the protein, and comparison with the

FAO-WHO-1973 reference protein. It was shown that the limiting aminoacids in these mixtures were the sulfur-containing ones (methionine and cystine).

The nutritive value of these mixtures was also evaluated by calculation of the Chemical Score of the protein, taking the FAO-WHO-1973 reference protein as standard and, as limiting aminoacids, methionine plus cystine.

Biological assays with "whistar" rat were performed in order to determine the PER of the mixture. It was found that, with up to 18% meat replacement, the PER was not significantly influenced in relation to casein PER. However when the TSP was increased to 30%, the PER was decreased to 76% of the casein value.

1.- INTRODUÇÃO

O Brasil é considerado como um dos países celeiros do mundo, devido que atualmente tem-se o vertiginoso crescimento das culturas de soja e cana de açúcar. A agricultura respondeu a necessidade desses produtos pelo mercado mundial. A produção de soja, que há dez anos era insignificante, hoje representa 12 milhões de toneladas anuais, ou sejam, cêrca de 5 milhões de toneladas de proteína de alto valor nutritivo.

Contrariamente, a pecuária neste país não tem progredido tanto como devia, pois o gado de corte não é precoce e o sistema de criação é totalmente de pastagem natural. Este estado atual da pecuária não pode ser mudado rapidamente como a agricultura mudou no caso da soja e da cana. Estas culturas são anuais, seu melhoramento e adaptação são muito mais rápidos e fáceis de serem executados, enquanto um melhoramento ou adaptação em gado bovino ou suíno é moroso e difícil. Paralelamente, neste último caso deve ocorrer uma mudança total no manejo e aração, bem como na pastagem. Todos estes fatores fazem com que a pecuária apresente um desfrute muito aquém da pecuária desenvolvida e o gado somente pode ser abatido com mais de dois anos.

A população de gado bovino no Brasil é quase igual a sua população humana, contrariamente ao que ocorre em países exportadores-

de carne, que apresentam a primeira bem superior a segunda. Isto mostra que o Brasil não apresenta na atualidade e provavelmente por alguns anos, condições para ser um exportador de carne. As exportações praticamente ocorrem como consequência indireta do baixo poder aquisitivo da população que por conseguinte gera um baixo consumo de carne.

Bem sabemos, que no corte as carnes dianteiras do gado tipo zebu, são rijas e por esta razão apresentam um baixo valor econômico. Elas são usadas principalmente como matéria prima de embutidos, onde pelo próprio processo de elaboração, suas fibras são bastante cortadas, resultando num produto macio.

Um produto que vem recebendo grande aceitação pelo mercado consumidor brasileiro é o "hamburger", que nada mais é do que uma mistura moída de carne e gordura, temperada e moldada, assemelhando-se ao bife. Este produto apresenta-se com um preço inferior ao das carnes de primeira, porém sabe-se que sua textura não é macia.

Muito se tem falado e escrito sobre extensores de carne. O país investiu milhões de dolares em equipamentos e plantas para elaboração desses produtos. Neste campo a Faculdade de Engenharia de Alimentos da UNICAMP foi pioneira na transferência de tecnologia do processamento de proteína texturizada de soja e no entanto, a legislação limita o uso deste produto nas formulações de "hamburguers" a quantidades muito baixas.

Como uma contribuição ao estudo da influência de diferentes concentrações de proteína texturizada de soja, como substituto parcial da carne que permitam fundamentar decisões para sua legislação, considerou-se a necessidade de se conduzir alguns estudos - referentes a sua composição centesimal, comportamento na fritura, propriedades sensoriais e valor nutritivo e comprovar assim, a viabilidade de se incorporar maiores proporções de proteína vegetal texturizada na elaboração de "Hamburguer".

2.- REVISÃO DA LITERATURA

O estudo de carne e soja, em separado, tem sido objeto de especial interesse por parte de pesquisadores e cientistas e muitas e variadas são as referências encontradas na literatura científica referentes a sua composição química, teor em nutrientes, valor nutricional, caracterização e funcionalidade de suas proteínas e fatores antinutricionais.

Nesta revisão bibliográfica será dada ênfase principalmente aos aspectos de texturização das proteínas de soja e ao valor nutricional destas proteínas quando em misturas com carne.

2.1. Texturização.

Os primeiros trabalhos sobre texturização de proteínas foram feitos para a produção de fibras têxteis no período de 1935-1945 usando caseína, zeína, amendoim e as primeiras fibras têxteis fabricadas com proteína de soja foram feitas por Boyer et al em 1945; mas não tiveram sucesso comercial.

Boyer (1954,1956) fez modificações no processo de texturização e obteve uma massa fibrosa similar a carne em textura e sabor. Estas massas agora se conhecem como ANÁLOGOS DE CARNE e podem ser moldadas, coloridas e saborizadas. Assemelham-se muito a carne de suíno, frango, bovino, peixe e presunto.

Atualmente foram desenvolvidos métodos de fibrilação e extrusão muito eficazes para a texturização de proteínas vegetais. No caso de extrusão podemos citar os patenteados por Atkison (1969 e 1970), Anon (1967A, 1967B e 1970). Jenkins (1970) patenteou uma modificação destes processos adicionando enxofre ou compostos-sulfurados para a produção de análogos de carne.

Ralston-Purina (1970) fez uso de uma mistura de soja desengordurada, amendoim e farinha de milho tratada com um agente redutor - sulfurado para a obtenção destes mesmos análogos.

Smith (1974) em estudos efetuados sobre texturização pelo método de extrusão a curto tempo-alta temperatura, descreve as propriedades estruturais e funcionais dos produtos extrudados e principais fatores que influem em seu controle:

- a) a relação de ingredientes e aditivos;
- b) controle de pH nos materiais processados;
- c) seleção e configuração dos componentes do extrusor;
- d) controle de variáveis do processo como velocidade de alimentação e temperatura das cabeças.

Este mesmo autor em outro trabalho publicado pela Am.Chem.Soc. - (1974) ao referir-se às vantagens e desvantagens do método de extrusão, cita que os amidos dos cereais são gelatinizados, aumentando a sua capacidade de absorção de água melhorando assim - sua digestibilidade e utilização calórica.

Uma vantagem muito importante do método, exposta pelo autor, é

a inativação de inibidores do crescimento e a destruição térmica de fatores que depreciam o sabor. Cita ademais que os custos industriais deste processamento, por tonelada, são mais baixos que outros.

Pela facilidade de limpeza do equipamento e pelo tratamento térmico eficiente durante a extrusão, obtem-se produtos livres de larvas ativas, de insetos e baixa contagem bacteriana.

Os produtos extrudados tem uma grande estabilidade na armazenagem. As lipases são destruídas durante o processo melhorando a estabilidade dos lipídeos.

O método de extrusão permite a elaboração de uma variada faixa de produtos, tamanhos, densidades com diferentes graus e características de hidratação. Os produtos vegetais processados por este método não sofrem alteração na qualidade de suas proteínas, nem destruição de vitaminas. A diminuição destas últimas é menor ainda quando estas são microencapsuladas.

O método de extrusão permite elaborar produtos a base de misturas de farinhas de cereais, proteínas de sementes oleaginosas, amidos, farinhas desidratadas, proteína de ovo, proteína de peixe ou proteína de carne.

Os aminoácidos sintéticos adicionados às misturas mostram uma pequena redução durante o processo de extrusão em seu teor original.

Como desvantagens do método de extrusão, Smith (1974) cita que

só podem ser utilizados materiais farináceos ou granulosos. Quando são processadas misturas que contêm proteínas de leite, a reação de Maillard pode ocorrer.

Outra desvantagem citada é que certas vitaminas, particularmente a vitamina C, mostra excessiva redução durante o processamento, embora esta se encontre microencapsulada na mistura. Nas farinhas de semente de algodão o gossipol não pode ser eliminado ou destruído pelo método de extrusão.

Mustakas et al (1970) reporta que em processos convencionais de inativação de soja, o tratamento térmico reduz geralmente o conteúdo vitamínico, principalmente a tiamina. No entanto os produtos extrudados apresentam uma redução insignificante de tiamina, riboflavina e niacina quando comparadas com seus valores originais.

Cumming et al (1973) reportam que as proteínas hidrossolúveis tornam-se insolúveis depois da extrusão termoplástica, aonde foram quebradas em sub-unidades com baixo peso molecular.

Alguns autores, entre os quais podem ser citados Smith(1974), Moretti (1976), descrevem as diversas modificações que sofre a matéria prima durante o processo de extrusão, tais como a conversão do material a uma massa amorfa e coloidal, mantendo uma elasticidade adequada, desintoxica e tira o amargor, desnatura as proteínas inativando suas enzimas.

Durante a texturização desenvolve-se uma dispersão uniforme de

todos os microingredientes no seio do complexo carbohidrato-proteína. Se extruda o produto através de uma placa perfurada a uma viscosidade, densidade e temperatura controlada para conseguir o formato e tamanho desejados do produto final.

Smith (1975) em outro trabalho descreve os princípios e a metodologia da extrusão e o novo método de dupla extrusão conhecido como Processo UNITEX, e faz referência ao emprêgo das proteínas de soja texturizadas por estes métodos:

- 1.- Uso caseiro.
- 2.- Usos institucionais, em escolas, restaurantes, hospitais e organismos militares.
- 3.- Para uso em circunstâncias de necessidade de rápido cozimento (pessoal militar, mineiro, trabalhadores de campo , etc.).
- 4.- Em alimentos enlatados, sopas, misturas com vegetais, massas alimentícias, tortas, etc.
- 5.- Para uso como alimentos de certos grupos étnicos, alimentos orientais, pratos mexicanos e alimentos vegetarianos.
- 6.- Para uso em alimentos dietéticos que devem apresentar baixos teores de gordura e colesterol.

A qualidade nutricional dos produtos de soja, é caracterizada convencionalmente pela medição do I.P.D. (Índice de dispersibilidade de proteica) e pode ser regulada pelo controle de variáveis de temperatura-tempo e umidade durante os processos, como é citado-

por Horam (1974) que apresenta a seguinte correlação:

<u>Tratamento</u>	<u>IPD</u>	<u>EPR</u> *
Leve	90-95	40-50
Ligeiramente tostado	70-80	50-60
Medianamente tostado	35-45	75-80
Tostado	8-20	85-90

* Eficiência Proteica Relativa

Lockmiller (1972) acerca de proteína de soja cita em seu trabalho os requerimentos para essa proteína de acordo com o "USDA'S Food and Nutrition Service"; entre as especificações estabelece o valor "PER" para a proteína vegetal texturizada que não deve ser inferior a 1.8, em base ao PER da caseína: 2.5, o que equivale a 72% do valor PER da caseína.

2.2. Valor nutritivo.

Buckle e Zapata (1973) analisaram as possibilidades do emprego da proteína texturizada de soja em substituição parcial da carne moída e advertem a possibilidade de seu emprego a níveis tão altos como de 70% e até 100% para certos pratos regionais colombianos.

A utilização cada vez maior de proteína vegetal texturizada na alimentação mundial, fica manifestada por estes mesmos autores -

ao reportar que os Estados Unidos prevê para 1980 que a proteína vegetal texturizada irá substituir de 10-20% do total do consumo da carne equivalente a um valor de dois milhões de dólares; este prognóstico é similar ao citado nos trabalhos de Lockmiller (1972); porém Rackis (1977) acredita que para 1985 o consumo de proteína texturizada será menor que o consumo de farinha desengordurada de soja. Lockmiller (1972) estima também que na Europa o consumo de substitutos de carne será de três milhões de toneladas para 1985.

Na atualidade Israel destina sua produção de proteína vegetal texturizada ao consumo do lar e a programas escolares. Na Colômbia a utilização da proteína vegetal texturizada tem sido considerada no Plano Nacional de Nutrição e Alimentação do Governo e projeta-se a construção de 5 plantas de proteína vegetal texturizada para a utilização em misturas com carne.

No México, a indústria de proteína vegetal texturizada, opera com êxito em produtos para uso doméstico e em programas institucionais.

A proteína de soja texturizada pelo método de fibrilação tem grande aplicação como análogo de carne (em substituição total a carne) mas a qualidade biológica das proteínas é inferior a proteína obtida por extrusão termoplástica como é manifestada por Smith e Circle (1972).

Alguns autores como Rosenfield e Hartman (1974) reportam para

análogos de carne a base de proteína fibrilada valores de PER ligeiramente inferiores ao da caseína; porém deve-se considerar que estes produtos contêm em suas formulações ingredientes que melhoram sua qualidade nutritiva.

Wolf (1972) em estudos sobre a proteína de soja expõe diferenças qualitativas da composição de aminoácidos em farinhas, concentrados e isolados proteícos, resultando notáveis diferenças no isolado devido ao fracionamento da proteína durante o processamento.

Westfall e Hauge (1948) observaram uma correlação muito significativa entre o valor nutritivo e o inibidor da tripsina presente na soja aquecida e observaram ainda que o inibidor da tripsina presente na soja crua era a maior causa da baixa utilização das proteínas de soja pelos animais usados nos testes.

A importância nutricional das proteínas de soja em relação ao tratamento térmico tem sido estudada e discutida por vários autores: Osborne e Mendel (1917), Lyman e Lepkorsky (1957) e Liman (1957). Segundo estes autores é necessário um cuidadoso controle no tratamento para obtenção de um ótimo valor nutricional; assim, por exemplo, Coppock (1974) reporta para a farinha desengordurada de soja com um insignificante tratamento térmico mínimo, um valor EPR de 44-50, para um tratamento leve 50-60, para um tratamento moderado 75-80 e finalmente, para um tratamento de "torrado" um EPR de 85-90; estes valores estão comparados com leite desengordurado com um valor EPR designado de 100.

Williams (1974) reporta um valor de NPU: 74 para farinha de soja com tratamento térmico, comparado com o ovo: 100, sendo o valor da farinha de soja superior aos que mostra o trigo e ervilha, e inferior ao leite e bife.

Uma correlação entre o tratamento térmico, valor nutricional e atividade de fatores inibidores de crescimento é encontrada nos trabalhos de Keller (1974) no qual se manifesta que conforme vai se aumentando o tratamento térmico (tostagem), o I.P.D., a atividade de fator antitripsina, urease e hemaglutinina diminuem e o valor PER de 1.31 da farinha não tostada eleva-se a 2.19 com a completa tostagem.

O melhoramento das qualidades nutricionais da farinha de soja submetida ao processo de extrusão tem sido amplamente discutido nos trabalhos de Mustakas et al (1970) no qual estuda os efeitos das diferentes combinações de tempo, temperatura e umidade para determinar as ótimas condições na preparação de um produto-extrudado de alta qualidade e estabilidade.

Em ensaios nutricionais com ratos estes autores reportam valores de PER: 2.15 (referidos a caseína:2.5) quando o índice de inativação de tripsina é de 89%; este valor de PER foi obtido quando a extrusão foi realizada usando farinha com 20% de umidade, temperatura de 135°C e um tempo de retenção no extrusor de dois minutos.

A correlação do valor PER, com a inativação de inibidores de trip

sina, atividade de urease e Índice de Nitrogênio Solúvel (I.N.S) mostram que a medida que o I.N.S. diminui os fatores inibidores do crescimento diminuem e o valor PER aumenta.

Kies (1975) efetuando estudos sobre o valor nutricional da proteína texturizada de soja enriquecidos com 1% de metionina, usando pessoas como sujeitos de investigação e a técnica de balanço de nitrogênio como método de avaliação encontrou a necessidade de suplementar soja com metionina, mas ressalta dois problemas que podem apresentar esta suplementação; o sabor adverso do produto, a nível de 1% de metionina e que o nível mínimo de suplementação está muito perto do nível que pode causar efeitos tóxicos leves, o que indica que esta suplementação deve ser efetuada com extremo cuidado.

Handy (1974) avaliando alguns aspectos nutricionais de proteína de soja texturizada, reporta que ao alimentar pessoas adultas - com bife, proteína vegetal texturizada e misturas de bife com estas proteínas a níveis de 25%, 50% e 75%, se observa que o balanço do nitrogênio é mais negativo à medida que se incrementa a porcentagem de proteína vegetal texturizada. Nestes estudos - põe-se em evidência o efeito benéfico das vitaminas sobre o balanço nitrogenado da proteína vegetal texturizada e reporta-se também o valor biológico, digestibilidade, NPU e PER do bife e proteína vegetal texturizada mas não das misturas de carne-soja.

Robinson (1972), cita em seu trabalho, que as proteínas vegetais são mais do que adequadas para a elaboração de dietas balanceadas

calórica, nutricionalmente e quanto a composição salina. Permitem por outra parte a formulação de dietas padrões para fins de pesquisa como também dietas de baixo ou alto valor calórico ou dietas para redução do metabolismo como no caso de enfermidades coronárias.

Estes alimentos podem ser misturas de proteínas vegetais com ovo, levedura, trigo, amendoim e outras sementes oleaginosas. A mistura de proteínas resulta num aminograma mais equilibrado que da semente oleaginosa ou de suas proteínas isoladamente.

Este mesmo autor, baseado na caseína como padrão, com valor PER: 2.5, cita valores de PER para análogo de presunto: 3.10, análogo de peru defumado: 2.81, salsichas de proteína vegetal texturizada : 2.40 e análogo de frango: 2.34.

Mattil (1974) menciona que em estudos feitos sobre o valor nutricional de misturas de carne-concentrado proteico de soja e misturas de carne-isolado proteico de soja a níveis de 5-25%, não se observou variações no valor PER com relação a carne exclusiva. Neste trabalho se faz menção também que com a adição de 1.5% de metionina tem sido reportados valores de PER de 2.1-2.5 para isolados e de 3.1-3.2 para concentrados.

Meyer (1970) em estudos de alimentação com ratos, misturando carne com isolado proteico de soja até concentrações de 25% não encontrou decréscimo no valor PER em relação a carne original, apesar de que, em geral, as proteínas isoladas apresentam baixo va

lor nutritivo com respeito as farinhas e concentrados proteicos.

Horam (1974) faz menção que embora sendo baixo o valor PER da proteína isolada, quando é ingerida em combinação com carne até teores de 25% não foram observadas diferenças significativas do valor PER da carne.

Trabalhos de Welding (1974) efetuados em alguns produtos a base de misturas de carne e soja texturizada em porcentagens de 0% a 30% resultam numa diminuição do valor PER a medida que se incrementa a porcentagem de soja texturizada, porém em todas as amostras estudadas o valor PER foi superior ao da caseína.

Um alto valor biológico das misturas carne-soja é conseguido quando são suplementadas com 1% de metionina, como foi demonstrado nos trabalhos de Kies e Fox (1971) que encontraram valores de PER de 2.82 para as misturas implementadas com metionina, enquanto que a carne apresentou um valor PER de 2.37.

Dutra de Oliveira (1975) em estudos do valor nutricional da soja faz considerações sobre a suplementação com metionina em produtos de soja em alguns alimentos brasileiros e conclui que a eficácia da suplementação com metionina depende do tipo de proteína de soja e da formulação.

Camacho et al (1976) estudaram o valor nutritivo de misturas de carne de suino-proteína de soja texturizada para a elaboração de "embutidos" e empregaram dois níveis de proteína de soja, um de

28% e outro de 71%, este último suplementado com 0.235 g de metionina e encontraram valores de 94% e de 96% do valor PER da caseína respectivamente.

Bressani (1975) em seu trabalho apresentado na 1ª Conferência Latinoamericana de Soja, conclui que o grande potencial nutricional da soja depende do seu uso em misturas com proteínas. de altos níveis de metionina e baixos níveis de lisina.

Andres (1975) cita que substituindo 20% da carne de bovino por proteína vegetal texturizada em produtos de carne, apresenta vantagens econômicas e melhoram as qualidades de sabor e textura.

Altschul (1975) manifesta as vantagens do uso da proteína texturizada de soja como extensora, tais como a capacidade de reter a água e líquidos que fazem com que os produtos que contenham estes análogos como extensores sejam mais saborosos, fazendo referência a economia resultante do uso da P.V.T. como extensora de carne e como veículo de sabor.

3.- MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Materiais.

3.1.1. Farinha desengordurada de soja.*

A farinha desengordurada de soja foi obtida de um farelo desengordurado de soja, da variedade Santa Rosa, por um extrator- dessolventizador De Smet . A casca foi separada - por um separador por densidades.

O farelo desengordurado, separado das fibras da casca, foi redu zido a farinha por moagens sucessivas em moinho de martelo até obtenção de uma granulometria de 100-150 mesh, mantendo seu IPD acima de 60.

3.1.2. Proteína texturizada de soja (P.T.S.).

A proteína texturizada de soja usada na elaboração das misturas com carne de bovino para este estudo, foi produ zida na Planta Piloto da F.E.A. da UNICAMP.

A proteína texturizada de soja foi obtida pelo método de "Extru^{ção} são Termoplástica a curto tempo e alta temperatura". O produto-extrudado uma vez seco e resfriado é friável, poroso, de cor amarelo-creme, texturizado, com pouco gosto de soja, pode absor^{ver} ver de 2 a 2,5 vezes seu peso seco em água e quando úmido é plástico assemelhando-se bastante a carne moída.

* Fornecida pela Companhia Mogiana de Óleos Vegetais.

3.1.3. Carne de bovino.

Para elaborar as misturas de carne-proteína texturizada, utilizou-se carne de bovino proveniente de um frigorífico. A carne em sua maior parte foi constituída pela porção dianteira do animal que é a que tem menor valor comercial. A carne foi fornecida em fragmentos pequenos em apropriadas condições de refrigeração.

3.1.4. Ingredientes para os Ensaio Biológicos.

Os ingredientes utilizados durante a elaboração das dietas para os animais de ensaio foram de diversas qualidades e procedências, os quais são enumerados a seguir:

<u>Substância</u>	<u>Qualidade</u>	<u>Procedência</u>
Caseína	grau comercial	Indústria e Comércio de Laticínios Tacrigy Ltda.
Amido de milho	grau alimentício	Refinações de Milho Brasil
Óleo de soja	grau alimentício	"Primor"
Sacarose	grau comercial	Açúcar União
Vitaminas	grau farmacêutico	Merck
Sais minerais	p.a.	Merck, Carlo Erba, Baker

3.1.5. Reativos.

Todos os reativos usados no presente estudo foram quimicamente puros (p.a.) e de diferentes procedências (Merck,

Sigma, Baker..

3.1.6. Aparelhos e Equipamentos.

Para o desenvolvimento do presente trabalho foram utilizados aparelhos, utensílios e vidraria de uso comum no laboratório: pipetas, buretas, termômetros, balões volumétricos, beckers, balança analítica, forno, mufla, digestor e destilador Kjeldahl, extrator Soxlet, funis, dessecadores, etc. Também utilizaram-se alguns aparelhos e equipamentos próprios para este estudo, os quais são indicados em seguida:

<u>Equipamento</u>	<u>Marca</u>
Extrusor	Wenger MFG. Modelo X-25 CF-CB
Secador de tunel	Wenger MFG. Modelo 600
Moinho de carne	Filizola
Moinho de martelo	Tigre - Modelo CV-Z
Liofilizador	Stokes
Cortador de carne	Shermann
Jogo de peneiras	Produtest
Texturômetro	Warner Bratzler Shear
Analizador automático de aminoácidos	Beckman - Modelo 119
Planimetro	Keuffel & Esser Co.

3.1.7. Animais para Testes Biológicos.

Os animais para o ensaio biológico utilizados foram ratos brancos machos da raça "whistar" de 21-25 dias de idade, com peso médio de 40-50 gramas. Foram adquiridos na Fa-

culdade de Medicina da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.

3.2. Métodos.

3.2.1. Obtenção da proteína texturizada de soja.

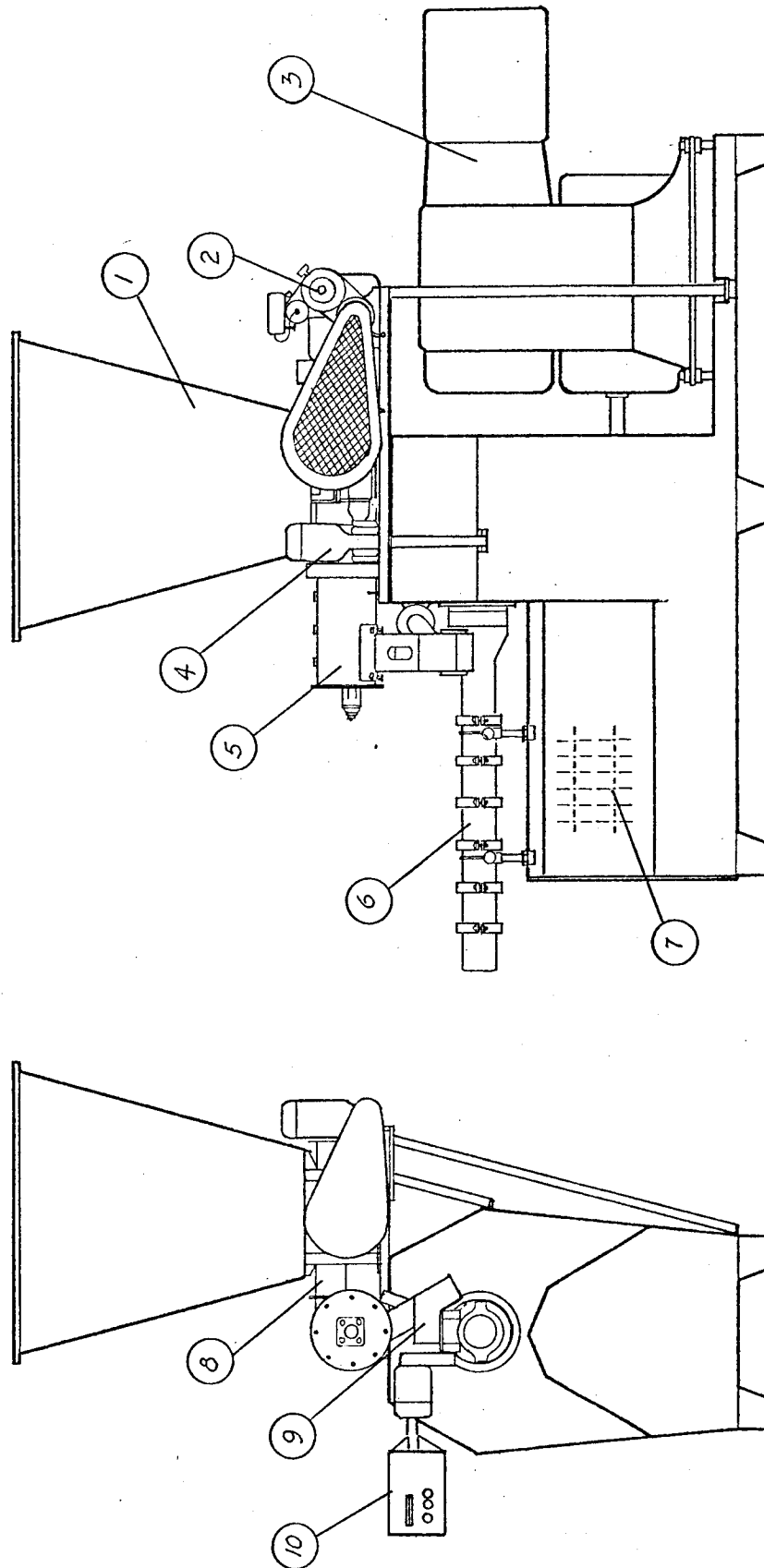
A texturização da proteína de soja foi feita pelo método de Extrusão Termoplástica a Alta Temperatura-Curto Tempo, empregando o equipamento "Wenger" Modelo X-25 da Planta Piloto da F.E.A.

O sistema extrusor foi alimentado continuamente e a um fluxo constante com a farinha desengordurada; esta farinha segue para um "pré-condicionador" onde sofre um aquecimento e umidecimento com água e vapor saturado. Nesta fase a farinha é umidecida a 20-25% e aquecida a 40-60°C.

A incorporação da umidade é lograda eficientemente com o auxílio de um eixo com paletas, o qual gira a uma velocidade fixa de 260 rpm e ao mesmo tempo conduz a farinha pré-condicionada à câmara extrusora.

No interior da câmara extrusora constituída por secções de parafusos e camisas (Fig. 1) a farinha é submetida a pressões e temperaturas que aumentam gradualmente desde 40-60°C até 130 - 140°C em um percurso de tempo de 1-2 minutos.

Na parte final do extrusor o parafuso é tronco cônico para lograr um aumento da pressão que chega a atingir até 20-25 Kg/cm².



- | | | | |
|---|---------------------------------|----|------------------------------|
| 1 | SILLO DE ESTOCAGEM (MAT. PRIMA) | 6 | CILINDRO EXTRUSOR |
| 2 | MOTOR DO ALIMENTADOR | 7 | VALVULAS DE ÁGUA-VAPOR |
| 3 | MOTOR PRINCIPAL (75 HP) | 8 | ALIMENTADOR |
| 4 | MOTOR DO AGITADOR DO CONE | 9 | BY-PASS |
| 5 | CILINDRO PRECONDICIONADOR | 10 | PAINEL DE CONTROL AUTOMATICO |

Figura 1 . Extrusor Wenger Modelo X-25

O produto extrudado é cortado imediatamente por um conjunto de facas rotativas e conduzido ao secador de circulação de ar quente onde adquire uma umidade final de 4-8%, e uma temperatura final de 35-40°C.

3.2.2. Preparo das amostras de carne-soja.

A carne de bovino e a proteína texturizada de soja hidratada previamente por imersão em água a 60°C durante uma hora, foram cortadas em fragmentos pequenos no cortador de carne. Imediatamente após foi incorporada uniformemente gordura de suino, sal e condimentos. Posteriormente, a mistura obtida foi finamente moída, usando-se um moinho de carne.

Seguindo a metodologia anterior elaborou-se misturas de carne de bovino com proteína texturizada em diferentes proporções e as formulações das misturas estudadas estão expressas no Quadro 1.

3.2.3. Preparo das amostras das misturas carne-soja para as análises químicas, físicas, biológicas e sensoriais.

Cada uma das misturas moídas e umidecidas de carne-proteína de soja foram homogeneizadas e separaram-se uma parte para elaboração de hamburguers, para análise sensorial e testes reológicos; outra parte foi liofilizada para futura avaliação biológica, composição centesimal e aminogramas.

3.2.4. Preparo dos "hamburguers" para análise sensorial e testes-

ro 1 . Formulação das misturas de carne-proteína texturizada de soja usadas no presente estudo.

	% de substituição de carne por PTS.	% de carne (base úmida)	% de P.T.S. (hidratada)	% gordura de suíno	% sal	% especiaria
A	0%	90.0	0.0	5	3	2
B	6%	84.6	5.4	5	3	2
C	12%	79.2	10.8	5	3	2
D	18%	73.8	16.2	5	3	2
E	24%	68.4	21.6	5	3	2
F	30%	63.0	27.0	5	3	2

reológicos.

Foram tomadas porções de 50 gramas das misturas moídas - descritas em 3.3.1. e moldaram-se manualmente, em seguida aplicou-se-lhes uma pressão uniforme de 3 kg/cm^2 durante 5 minutos; uma vez já prensadas foram embaladas em caixas de papelão. Cada caixa continha 12 "Hamburguers" separados cada um com papel parafinado. Foram armazenados em câmaras refrigeradas até o momento da análise sensorial e testes reológicos.

3.2.5. Liofilização das misturas.

Para a secagem por liofilização as misturas foram congeladas em blocos a -15 a -18°C e posteriormente cortadas em fatias de 3 mm de espessura com o auxílio de uma cortadora de carne. Depois foram secadas num liofilizador de placas, marca Stokes, com uma temperatura inicial de 40°C durante uma hora; logo após a 35°C durante 2 horas e finalmente a 30°C durante uma hora.

O produto seco obtido foi finalmente moído no moinho de marte - los marca Tigre e posteriormente homogeneizado.

Foram retiradas amostras representativas de cada uma das misturas secas e moídas para verificação da composição centesimal e aminogramas.

Todas as amostras foram mantidas em condições apropriadas de congelação durante o desenvolvimento dos estudos efetuados.

3.3. Composição centesimal.

Foram feitas determinações em duplicata ou triplicata nas amostras estudadas, preparadas como indicou-se em 3.2.3.

3.3.1. Umidade.

As determinações de umidade foram feitas seguindo-se o método descrito no A.O.A.C. Procedimento 24.002 (1970)-aquecendo as amostras a 95°C sob vácuo até obtenção de peso constante.

3.3.2. Proteína (N x 6.25).

Para as determinações de nitrogênio total foi usado o método MicroKjeldahl descrito no A.O.A.C. procedimento - 2.051 (1970), cujo teor, multiplicado pelo fator 6.25 obtém-se a quantidade de proteína bruta.

3.3.3. Gordura.

Determinou-se o conteúdo de gordura submetendo-se as amostras a extração com hexana em um aparelho Soxhlet, como indica o método A.O.A.C. 24.005.

3.3.4. Fibra crua.

Para as determinações da fibra crua baseou-se no método descrito por Van de Kamer e Ginkel (1952).

3.3.5. Cinzas.

Procedeu-se segundo o método oficial 24.036 do A.O.A.C., calcinando as amostras em uma mufla a 525°C até obtenção de peso constante.

3.3.6. Carboidratos.

Os carboidratos foram determinados pela diferença existente entre o total de sólidos e a soma de proteínas, gordura, fibra crua e cinzas.

3.4. Determinação quantitativa de aminoácidos.

3.4.1. Preparo das amostras.

Para as determinações de aminoácidos, as amostras foram desengorduradas com hexana, usando-se um extrator Soxhlet. Posteriormente foram secadas a 110°C até total eliminação da umidade.

3.4.2. Hidrólise das amostras.

50 miligramas das amostras desengorduradas e secadas foram submetidas a hidrólise com ácido clorídrico 6 N dentro de uma ampola fechada em atmosfera de nitrogênio, deixando-se a 110°C durante 36 horas na estufa.

3.4.3. Aminogramas.

Os aminogramas foram efetuados num Analizador Automático Beckman, modelo 119. As áreas dos picos característicos de cada aminoácido foram integradas e correlacionadas quantita-

tivamente com as áreas dos picos dos padrões.

3.5. Determinações físicas.

3.5.1. Volume aparente dos "hamburguers".

O volume aparente dos "hamburguers" crús e fritos foi determinado pela medição do volume por eles desalojado quando colocados num recipiente cheio de sementes de alpiste (Phalaris canariensis).

3.5.2. Medição da superfície dos "hamburguers".

Para determinar a superfície dos "hamburguers" crús e fritos, desenhou-se sobre um papel o contorno dos "hamburguers" e posteriormente essa área foi integrada com o auxílio de um planímetro.

3.5.3. Determinação da altura dos "hamburguers".

Com os métodos descritos em 3.5.1. e 3.5.2., foram determinados volume aparente e área dos "hamburguers", antes e após fritura. Como a superfície dos "hamburguers" é muito irregular, difícil seria a tomada da altura média dos mesmos. Por esta razão, utilizou-se a determinação das alturas através do cálculo, tendo-se assumido a forma cilíndrica para este efeito. Portanto o resultado da divisão do volume aparente de cada hamburger pela sua superfície, é a altura média dos mesmos.

3.5.4. Testes reológicos.

A textura dos "hamburguers" foi medida usando-se o aparelho "Warner Bratzler Shear". Este aparelho mede a força máxima necessária para cisalhar uma amostra dos hamburguers em sua parte central.

Os valores de força obtidos no disco registrador foram relacionados com as áreas das amostras, desta forma, obteve-se a relação de kg/cm^2 . Neste caso as amostras apresentaram um diâmetro de 1.7 cm e uma área de 2.27 cm^2 .

3.6. Análise sensorial.

Os hamburguers foram fritos em frigideira de teflon (sem óleo) durante 1 1/2 minuto de cada lado; em seguida foram cortados em pedaços circulares de 1.7 cm de diâmetro, embrulhados em papel alumínio, até o momento da prova.

Os pedaços eram servidos aos provadores a uma temperatura de $\pm 35^\circ\text{C}$ em pratinhos codificados e também aquecidos, de acordo com o delineamento escolhido.

Os testes efetuados e os métodos de avaliação usados para estas amostras foram:

<u>Testes</u>	<u>Avaliação</u>
a) Odor, gosto e textura	Escala de qualidade
b) Preferência	Escala hedônica
c) Reológicos	Medição reológica

Para avaliação de odor, gosto, textura e preferência o delineamento usado foi de Block Incompleto tipo I, onde $t=6$, $k=3$, $r=10$, $b=20$, $x=4$ e $E=0.80$.

A equipe sensorial foi integrada por 3 homens e 3 mulheres, e a ficha usada nestes testes está apresentada na Figura 2.

3.7. Ensaaios biológicos.

3.7.1. Determinação do valor PER.

Para a determinação do valor PER (quociente de eficiência proteica) usou-se o teste de crescimento de ratos durante um período de 28 dias, mantidos em gaiolas individuais, com água e comida "ad libitum". Usou-se caseína como proteína padrão nestas determinações do valor biológico das proteínas.

As dietas para os ratos, utilizados nos ensaios biológicos, foram preparadas misturando-se uniformemente as amostras liofilizadas de carne-soja com os ingredientes indicados no Quadro II até perfeita homogeneização.

A quantidade de amostra de carne-soja presente nestas misturas foi a estimada para fornecer 10% de proteína na dieta, o que foi verificado posteriormente com a determinação de proteína bruta ($N \times 6.25$) em cada dieta elaborada.

A composição da mistura salina usada foi a de Roger e Harper (1965) e sua composição está expressa no Quadro III e a compo_

sição da mistura de vitaminas no Quadro IV que está baseada no trabalho de Warner (1962).

Os ratos foram pesados 24 horas após o início do ensaio e posteriormente a cada 7 dias durante 4 semanas. Foram também pesadas as quantidades de ração consumida por um rato. No final da experiência foi calculado o valor PER que é o quociente do aumento de peso do animal pela proteína consumida. Todos os valores obtidos foram corrigidos com caseína cujo valor PER assumido foi 2.5.

3.7.2. Índice químico.

O índice químico foi calculado pela relação existente entre a concentração de aminoácido limitante na proteína de prova e a concentração do mesmo aminoácido na proteína padrão FAO-OMS-73. Neste caso considerou-se limitantes os aminoácidos sulfurados (metionina + cistina).

Figura 2.

Qualidade de "Hamburguer"

Nome: _____ Data: _____

Observe as amostras e indique a qualidade de odor, gosto e textura, usando a escala abaixo:

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Muití- simo Pobre	Muito Pobre.	Pobre	Lig. Po- bre	Limi- te Mí- nimo	Limi- te	Limi- te Má- ximo	Lig. Bom	Bom	Muito Bom	Exce- lente

Amostra Nº	Odor	Gosto	Textura

De acôrdo com a excala abaixo, indique a sua preferência.

10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Gostei muití- simo	Gostei Muito	Gostei	Gostei Regu- lar/.	Gostei Ligei- ra/.	Desg. Ligei- ra/.	Desg. Regu- lar/.	Desg.	Desg.	Muito	Desg. Muití- simo

Amostra Nº	Preferência

Comentários: _____

Quadro II. Composição das dietas utilizadas nos ensaios biológicos.

Ingredientes	Percentagem
Proteína (proveniente de cada amostra)	10%
Óleo de soja comercial (Primor)	8%
Mistura de sais minerais (especificada no Quadro III)	5%
Mistura vitamínica (especificada no Quadro IV)	2%
Sacarose (Açúcar União)	25%
Amido de milho (Refinações de Milho Brasil)	50%

Da porcentagem de açúcar e gordura da dieta foram descontadas as existentes nas misturas estudadas.

Quadro III . Composição da mistura salina usada nas dietas para os ensaios biológicos.

Componentes	Percentagem
Molibidato de Amônio.4 H ₂ O	0,003
Carbonato de Cálcio	29,290
Fosfato de Cálcio.2H ₂ O	0,430
Sulfato Cúprico	0,156
Citrato Férnico.6H ₂ O	0,623
Sulfato de Magnésio.7H ₂ O	9,980
Sulfato de Manganês.H ₂ O	0,121
Iodeto de Potássio	0,0005
Fosfato de Potássio	34,310
Cloreto de Sódio	25,060
Selenito de Sódio.5H ₂ O	0,002
Cloreto de Zinco	0,020

Quadro IV . Composição da mistura vitamínica utilizada nas dietas para os ensaios biológicos. (Quantidades expressas por cem gramas de mistura vitamínica).

Componentes	Quantidade
Vitamina A	20,000 U.I
Vitamina D	20,000 U.I
Vitamina E	600 mg
Vitamina K	1,00 mg
Tiamina HCl	12,50 mg
Vitamina B ₆	12,00 mg
Riboflavina	25,00 mg
Niacina	150,00 mg
Pantotenato de Cálcio	80,00 mg
Cloreto de Colina	7.500,00 mg
Vitamina B ₁₂	0,05 mg
Inositol	100,00 mg
Ácido Fólico	10,00 mg
Ácido p-aminobenzóico	100,00 mg
Biotina	1,00 mg
Farinha torrada de mandioca	Veículo para completar o peso de 100 gramas

4.- APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

4.1. Composição centesimal.

4.1.1. No Quadro V , apresentam-se os resultados da composição centesimal da farinha de soja desengordurada que constituiu a matéria prima para a elaboração da proteína texturizada de soja.

As determinações de umidade, proteína ($N \times 6.25$) e gordura foram efetuadas segundo se descreve em 3.4.1.1., 3.4.1.2. e 3.4.1.3. respectivamente e fibra crua, cinzas e carboidratos como se indicou em 3.4.1.4., 3.4.1.5. e 3.4.1.6. Os resultados expressos correspondem à média de 2 ou 3 determinações.

4.1.2. A composição centesimal da proteína texturizada de soja está expressa no Quadro VI . Como no caso anterior expressa-se a média dos resultados obtidos em duas ou mais determinações.

4.1.3. A composição centesimal da carne e das misturas liofilizadas de carne de bovino-proteína texturizada de soja, expressa-se nos Quadros VII, VIII e IX . Como indicou-se em 3.3.3., amostras representativas de cada mistura foram moídas e homogeneizadas novamente, procedendo-se posteriormente a análise das mesmas.

Quadro V . Composição da farinha de soja desengordurada.

(Os resultados são expressos em gramas por cem gramas da matéria úmida e em gramas por cem gramas da matéria seca).

	Base úmida	Base seca
Umidade	9,00	0,00
Proteína (N x 6.25)	50,50	55,49
Gordura	1,00	1,10
Fibra crua	3,00	3,30
Cinzas	5,00	5,49
Carboidratos	31,50	34,62

Quadro VI . Composição da farinha de soja texturizada.

(Os resultados estão expressos em gramas por cem gramas da matéria úmida e em gramas por cem gramas da matéria - seca).

	Base úmida	Base seca
Umidade	7,00	0,00
Proteína (N x 6.25)	51,00	54,84
Gordura	1,20	1,29
Fibra crua	3,1	3,33
Cinzas	6,0	6,45
Carboidratos	31,70	34,09

Quadro VII . Composição da carne de bovino.

(Os resultados estão expressos em gramas por cem gramas da matéria - úmida e em gramas por cem gramas da matéria seca).

	Base úmida	Base seca
Umidade	64,26	0,00
Proteína (N x 6.25)	20,58	57,58
Gordura	13,56	37,94
Cinzas	1,00	2,80
Carboidratos	0,60	1,68

Quadro VIII . Composição centesimal das misturas carne
de bovino-proteína texturizada de soja.
(Resultados expressos em base úmida).

Mistura	Porcentagem de substitui- ção da carne por P.S.T.	Umi- dade %	Pro- teína %	Gor- dura %	Cinzas %	Carboi- dratos %
A	0	60,00	17,87	16,94	4,01	1,18
B	6	62,25	16,97	15,08	4,01	1,69
C	12	61,30	17,47	14,71	4,06	2,46
D	18	63,25	16,26	13,38	4,09	3,02
E	24	64,75	15,86	12,03	3,97	3,39
F	30	64,00	16,15	11,54	4,16	4,15

Quadro IX . Composição centesimal das misturas carne de bovino-proteína texturizada de soja.
(Os resultados estão expressos em base seca).

Mistura	Porcentagem de substituição de carne por PTS	Proteína %	Gordura %	Cinzas %	Carboidratos %
A	0	44,68	42,34	10,04	2,94
B	6	44,96	39,95	10,62	4,46
C	12	45,13	38,01	10,50	6,36
D	18	44,24	36,41	11,14	8,20
E	24	45,00	34,15	11,25	9,60
F	30	44,85	32,08	11,55	11,52

4.1.4. No Quadro XI expressam-se os resultados das determinações do volume aparente em hamburguers de carne de bovino contendo diferentes percentagens de proteína texturizada de soja. As determinações foram efetuadas em hamburguers - crús e fritos seguindo o método descrito no 3.5.1. Também expressam-se no mesmo Quadro as porcentagens das variações desse volume aparente.

4.1.5. Nas Figuras^{III} e IV mostram-se os desenhos dos contornos de hamburguers crús e fritos contendo diferentes porcentagens de P.T.S. nas suas formulações. No Quadro XII apresentam-se os resultados das medições das áreas desses desenhos.

4.1.6. No Quadro XIII estão apresentadas as alturas dos hamburguers antes e após fritura. Estes resultados foram obtidos por cálculo, segundo descrito em 3.5.3.

4.2. Análise sensorial.

Nos Quadros XIV e XV estão apresentados os resultados da avaliação sensorial para odor, gosto, textura e preferência dos hamburguers estudados. Cada cifra representa a média dos valores obtidos pela equipe de 6 provadores.

Quadro X . Medidas reológicas de Hamburguers fritos elaborados com diferentes percentagens de carne de bovino-proteína texturizada de soja.

(Os resultados são a média de 6 determinações).

Amostra	Percentagens de substi tuição de carne por PTS	Texturômetro Warner Bratzler Shear. kg/cm ²
Hamburguers A (Padrão)	0%	0,39
Hamburguers B	6%	0,37
Hamburguers C	12%	0,32
Hamburguers D	18%	0,29
Hamburguers E	24%	0,25
Hamburguers F	30%	0,24

Quadro XI . Volume aparente dos Hamburguers de carne-proteina texturizada de soja crús e fritos e porcentagens de diminuição do volume após a fritura.

Amostra	Percentagem de substituição de carne por P.T.S.	Hamburguer crú (cm ³)	Hamburguer frito (cm ³)	% de diminuição após a fritura
Hamburguer A (Padrão)	0%	53.0	36.0	32.1
Hamburguer B	6%	52.0	36.0	30.8
Hamburguer C	12%	54.0	40.5	25.0
Hamburguer D	18%	51.0	40.0	21.6
Hamburguer E	24%	53.0	43.5	18.9
Hamburguer F	30%	52.0	44.7	14.1

Quadro XII . Área dos contornos dos Hamburguers de carne-proteína texturizada de soja crús e fritos e percentagem de diminuição da área após a fritura.

Amostra	Percentagem de substituição de carne por P.T.S.	Hamburguers crus (cm ²)	Hamburguers fritos (cm ²)	% de diminuição após a fritura
Hamburguer A (Padrão)	0%	71,4	36,6	48,73
Hamburguer B	6%	67,6	37,8	44,08
Hamburguer C	12%	79,0	42,1	41,06
Hamburguer D	18%	75,0	48,4	36,8
Hamburguer E	24%	72,2	55,1	23,68
Hamburguer F	30%	74,3	62,3	16,15

Quadro XIII . Alturas dos Hamburguers de carne-proteína texturizada de soja, crus e fritos.

Amostra	Percentagem de substituição de carne por P.T.S.	Crus (altura em cm)	Fritos (altura em cm)
Hamburguer A (Padrão)	0%	0.742	0.984
Hamburguer B	6%	0.769	0.952
Hamburguer C	12%	0.683	0.998
Hamburguer D	18%	0.680	0.826
Hamburguer E	24%	0.734	0.780
Hamburguer F	30%	0.700	0.717

Quadro XIV . Resultados da avaliação sensorial de hambúrguers elaborados com carne-proteína texturizada de soja e de hambúguer padrão.

ODOR

Rep. I			Rep. II			Rep. III			Rep. IV			Rep. V		
A	B	C	A	B	D	A	B	E	A	B	F	A	C	D
6.83	7.33	7.67	6.67	7.50	6.83	7.00	7.67	6.33	8.17	7.67	7.17	7.83	7.83	7.66
D	E	F	C	E	F	C	D	F	C	D	E	B	E	F
5.83	7.67	7.83	8.00	8.00	7.67	6.33	7.83	7.17	7.83	7.50	7.67	7.83	7.16	7.83

Rep. VI			Rep. VII			Rep. VIII			Rep. IX			Rep. X		
A	C	E	A	C	F	A	D	E	A	D	F	A	E	F
7.50	7.83	7.83	6.83	6.50	6.00	7.50	7.16	7.83	6.80	5.80	5.80	7.83	7.00	7.17
B	D	F	B	D	E	B	C	F	B	C	E	B	C	D
7.50	7.83	7.33	5.33	6.00	6.33	7.33	7.66	7.00	5.40	3.60	5.80	6.17	6.33	6.67

GOSTO

Rep. I			Rep. II			Rep. III			Rep. IV			Rep. V		
A	B	C	A	B	D	A	B	E	A	B	F	A	C	D
7.50	8.00	7.67	7.17	8.00	8.00	7.67	8.50	7.50	7.83	7.67	7.83	7.00	7.83	8.00
D	E	F	C	E	F	C	D	F	C	D	E	C	E	F
6.33	7.00	7.17	8.33	7.83	8.00	7.00	8.67	7.33	7.00	7.17	7.00	7.16	7.83	7.33

Rep. VI			Rep. VII			Rep. VIII			Rep. IX			Rep. X		
A	C	E	A	C	F	A	D	E	A	D	F	A	E	F
7.83	7.33	7.33	6.00	6.33	6.66	7.66	6.83	7.50	5.80	6.60	6.60	7.00	7.17	7.83
B	D	F	B	D	E	B	C	F	B	C	E	B	C	D
7.66	7.16	6.50	5.16	6.83	6.83	7.50	7.00	7.83	5.60	4.40	6.20	6.50	7.00	6.67

Quadro XV . Resultados da avaliação sensorial de hamburguers elaborados com carne-proteína texturizada de soja e de hamburguer padrão.

TEXTURA

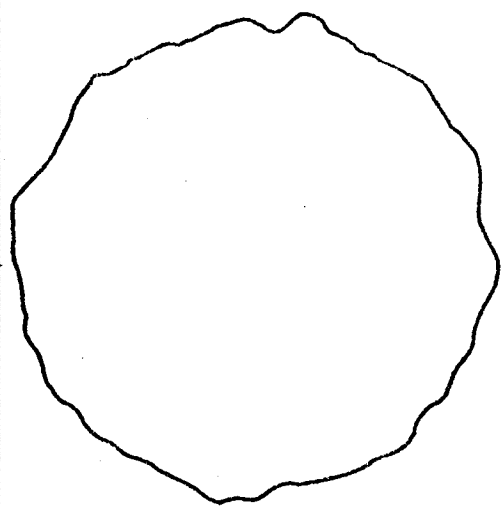
Rep.I			Rep.II			Rep.III			Rep.IV			Rep.V		
A	B	C	A	B	D	A	B	E	A	B	F	A	C	D
6.50	7.00	7.67	6.33	7.17	8.17	7.17	7.67	8.63	7.33	7.67	9.00	7.16	7.83	8.50
D	E	F	C	E	F	C	D	F	C	D	E	B	E	F
7.67	7.83	7.83	7.33	7.13	8.33	8.33	8.50	8.00	8.33	7.83	7.67	5.83	8.33	8.33

Rep.VI			Rep.VII			Rep.VIII			Rep.IX			Rep.X		
A	C	E	A	C	F	A	D	E	A	D	F	A	E	F
7.00	7.66	8.33	5.16	6.50	7.50	6.50	7.66	8.00	3.80	4.40	6.00	6.00	8.17	8.17
B	D	F	B	D	E	B	C	F	B	C	E	B	C	D
7.50	7.66	8.83	5.50	6.50	7.83	6.66	7.16	8.16	4.20	3.00	7.00	6.50	7.00	6.83

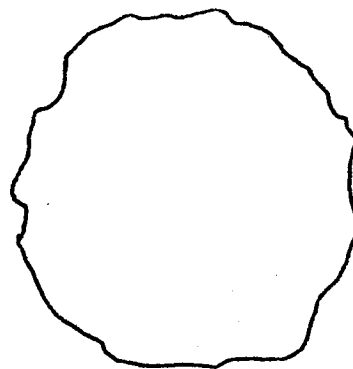
PREFERÊNCIA

Rep.I			Rep.II			Rep.III			Rep.IV			Rep.V		
A	B	C	A	B	D	A	B	E	A	B	F	A	C	D
7.33	7.50	6.83	7.00	7.50	7.00	7.50	8.00	7.83	7.67	7.67	7.67	6.83	7.83	7.83
D	E	F	C	E	F	C	D	F	C	D	E	B	E	F
6.67	7.17	7.50	7.50	7.83	8.17	7.17	8.67	7.33	7.50	7.67	7.50	6.50	7.66	8.00

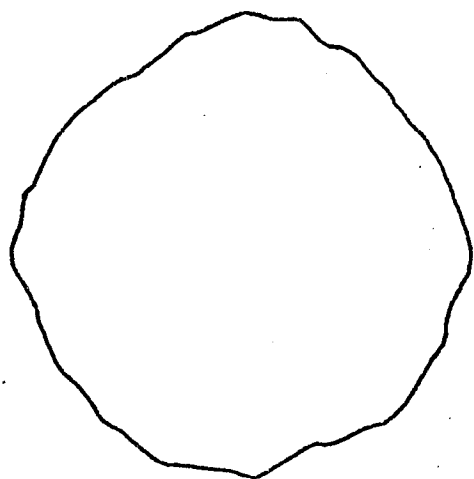
Rep.VI			Rep.VII			Rep.VIII			Rep.IX			Rep.X		
A	C	E	A	C	F	A	D	E	A	D	F	A	E	F
8.00	7.50	7.50	6.16	6.50	7.00	7.00	7.00	7.33	5.00	5.40	5.80	7.17	7.50	7.83
B	D	F	B	D	E	B	C	F	B	C	E	B	C	D
7.83	7.50	7.00	5.66	7.00	7.50	7.33	7.16	8.00	4.80	4.00	6.80	6.83	7.50	6.67



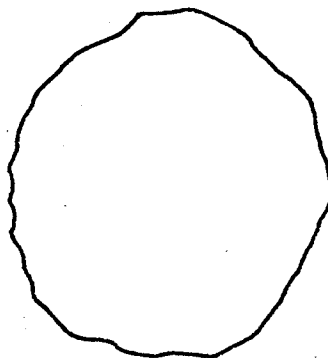
Cru



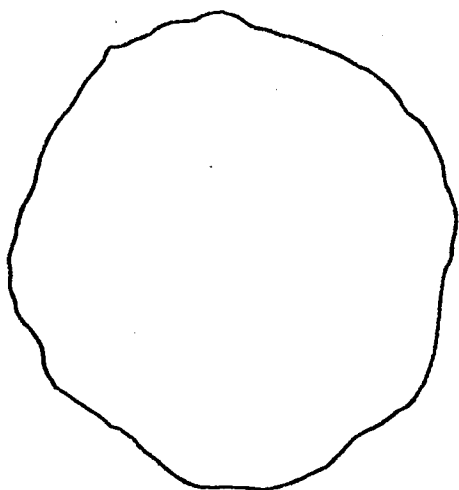
Frito
"Hamburguers" A
(carne exclusivamente)



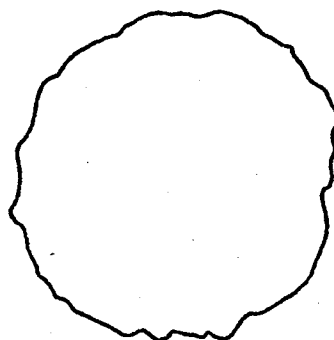
Cru



Frito
"Hamburguers" B
(6% de P.T.S)



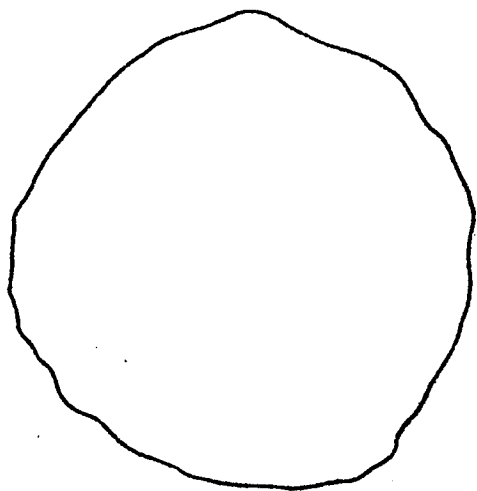
Cru



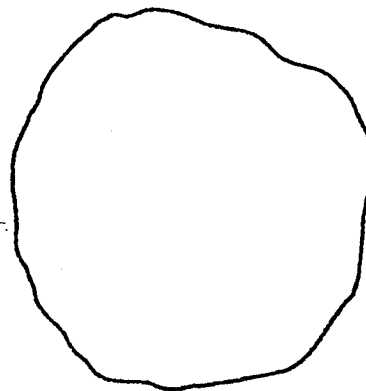
Frito
"Hamburguers" C
(12% de P.T.S.)

Figura 3 . Contorno dos "Hamburguers" antes e após fritura.

(Redução = 3:1)

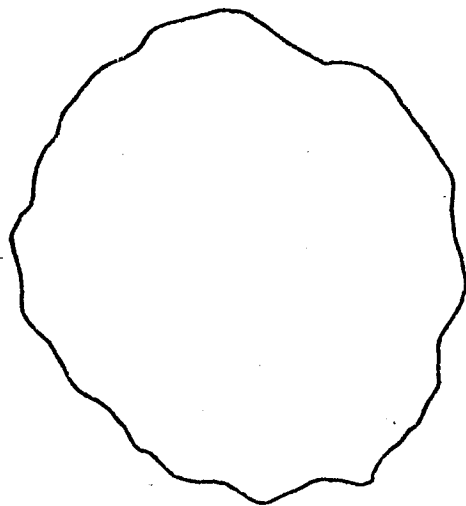


Cru

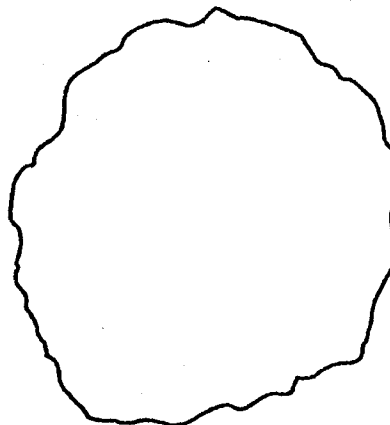


Frito

"Hamburguers" D
(18% de P.T.S.)

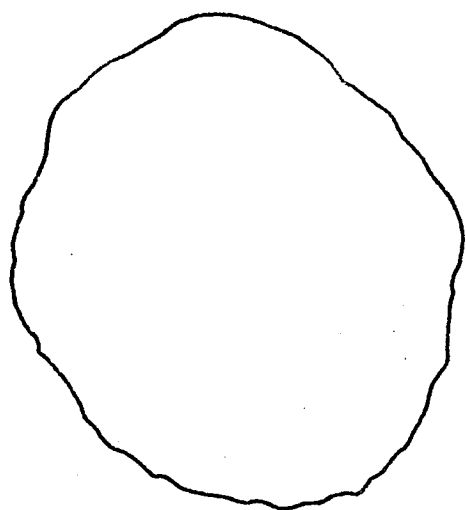


Cru

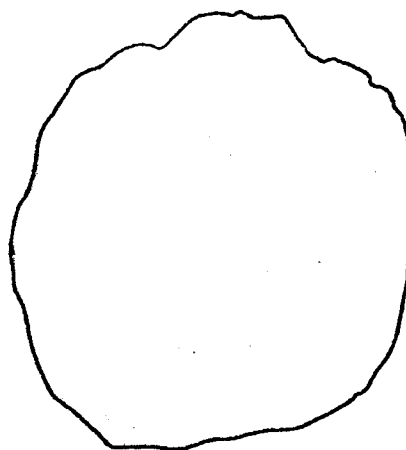


Frito

"Hamburguers" E
(24% de P.T.S.)



Cru



Frito

"Hamburguers" F
(30% de P.T.S.)

Figura 4 . Contorno dos "Hamburguers" antes e após fritura.
(Redução = 3:1)

4.3. Testes reológicos.

No Quadro X podem-se apreciar os resultados das medições reológicas de amostras de hamburguer no "Warner Bratzler Shear" em cujas formulações contêm diferentes percentagens de proteína texturizada de soja. As amostras para estas medições reológicas foram preparadas segundo a descrição em 3.5.4. e os valores expressos em kg/cm^2 são os resultados das médias de 6 determinações.

4.4. Composição de aminoácidos.

A composição em aminoácidos essenciais e não essenciais das proteínas de soja texturizadas, carne de bovino e misturas de carne-soja liofilizadas expressam-se no Quadro XVI. Os resultados são expressos em gramas de aminoácidos por 100 gramas de amostra seca e desengordurada.

No Quadro XVII expressa-se a composição de aminoácidos essenciais (com exceção de triptofano) das proteínas da farinha texturizada, carne de bovino, misturas de carne-proteína texturizada e a proteína padrão da F.A.O. (1973). Os resultados foram expressos em gramas de aminoácidos por 100 gramas de proteína.

4.5. Ensaio biológico.

4.5.1. Determinação do valor PER.

Os valores de PER (Quociente de Eficiência Proteica) das

diferentes misturas de carne-soja utilizadas no presente estudo, estão expressos no Quadro XVIII. Para estes ensaios, seguiu-se o procedimento descrito em 3.7.1. e utilizou-se em todos os casos caseína como proteína padrão.

4.5.2. Curvas de crescimento médio dos ratos.

Na Figura 5 estão representadas as curvas de crescimento médio dos ratos, as quais foram elaboradas - utilizando-se as médias dos pesos de cada grupo de ratos em intervalos de tempo de ingestão das dietas durante todo o correr do teste. Estas pesagens foram efetuadas no 1º, 7º, 14º, 21º e 28º dia do ensaio.

4.5.3. Índice químico.

No Quadro XIX expressam-se os valores de índice químico da proteína de soja texturizada e das misturas de carne-soja usadas no presente estudo.

Quadro XVI . Composição de aminoácidos da proteína de soja texturizada e das misturas de carne-soja. (Os resultados estão expressos em gramas por cem gramas de amostra).

Aminoácido	P.T.S.	Mistura A	Mistura B	Mistura C	Mistura D	Mistura E	Mistura F
Ácido aspártico	5.02	3.61	3.62	3.70	3.85	3.80	3.82
Treonina	1.95	2.05	2.05	2.04	1.99	2.00	1.97
Serina	2.15	1.53	1.55	1.54	1.57	1.58	1.63
Ácido glutâmico	9.80	7.09	7.11	7.10	7.15	7.18	7.21
Prolina	2.30	1.69	1.68	1.69	1.72	1.74	1.74
Cistina	0.60	0.60	0.59	0.59	0.57	0.58	0.57
Glicina	2.05	2.44	2.35	2.31	2.27	2.18	2.10
Alanina	1.88	2.49	2.45	2.47	2.40	2.30	2.20
Valina	2.73	2.24	2.25	2.26	2.21	2.25	2.24
Metionina	0.65	1.12	1.10	1.06	1.03	0.98	0.87
Isoleucina	2.35	1.86	1.88	1.90	1.87	1.91	1.90
Leucina	3.98	3.53	3.52	3.53	3.45	3.50	3.46
Tirosina	1.42	1.38	1.32	1.38	1.35	1.37	1.35
Fenilalanina	2.75	1.91	1.93	1.95	1.95	1.99	2.00
Histidina	1.22	1.32	1.28	1.30	1.30	1.29	1.30
Lisina	3.14	3.84	3.80	3.78	3.65	3.67	3.64
Arginina	3.45	2.64	2.70	2.70	2.76	2.82	2.85

Quadro XVII . Composição de aminoácidos essenciais das proteínas de soja texturizada, misturas de carne-soja e da proteína padrão da FAO/OMS-73. (Os resultados estão expressos em gramas por cem gramas de proteína).

Aminoácido	Proteína texturizada de soja	Mistura A	Mistura B	Mistura C	Mistura D	Mistura E	Mistura F	FAO/OMS-73
Isoleucina	4.29	4.16	4.18	4.21	4.23	4.24	4.24	3.7
Leucina	7.26	7.90	7.83	7.82	7.80	7.78	7.71	5.6
Lisina	5.73	8.59	8.45	8.38	8.25	8.16	8.12	7.5
Metionina	1.19	2.51	2.45	2.35	2.33	2.18	1.94	3.4
Cistina	1.09	1.34	1.31	1.31	1.29	1.29	1.27	
Treonina	3.56	4.59	4.56	4.52	4.50	4.44	4.39	4.4
Valina	4.98	5.01	5.00	5.61	5.00	5.00	4.99	4.1.
Fenilalanina	5.01	4.27	4.29	4.32	4.41	4.42	4.46	3.4
Tirosina	2.59	3.09	2.94	3.06	3.05	3.04	3.01	

Quadro XVIII. Valor "PER" (QUOCIENTE DE EFICIÊNCIA PROTEICA)
nas misturas estudadas e corrigido para ca-
seína: 2.50.

Amostra	Percentagem de substi- tuição da carne por P.T.S.	PER encontrado	PER corrigido
Caseína	-	3.40	2.50
A	0%	3.56	2.62
B	6%	3.56	2.62
C	12%	3.27	2.40
D	18%	3.13	2.30
E	24%	2.72	2.00
F	30%	2.59	1.90

Quadro XIX . Índice químico das proteínas de soja texturizada e das misturas estudadas (tomando-se como padrão a proteína referência FAO-OMS-1973).

Amostra	Percentagem de substituição de carne por P.T.S.	Índice químico
Proteína texturizada de soja	-	67,05%
Mistura A	0%	113,23%
Mistura B	6%	110,58%
Mistura C	12%	107,64%
Mistura D	18%	106,47%
Mistura E	24%	102,05%
Mistura F	30%	94,41%

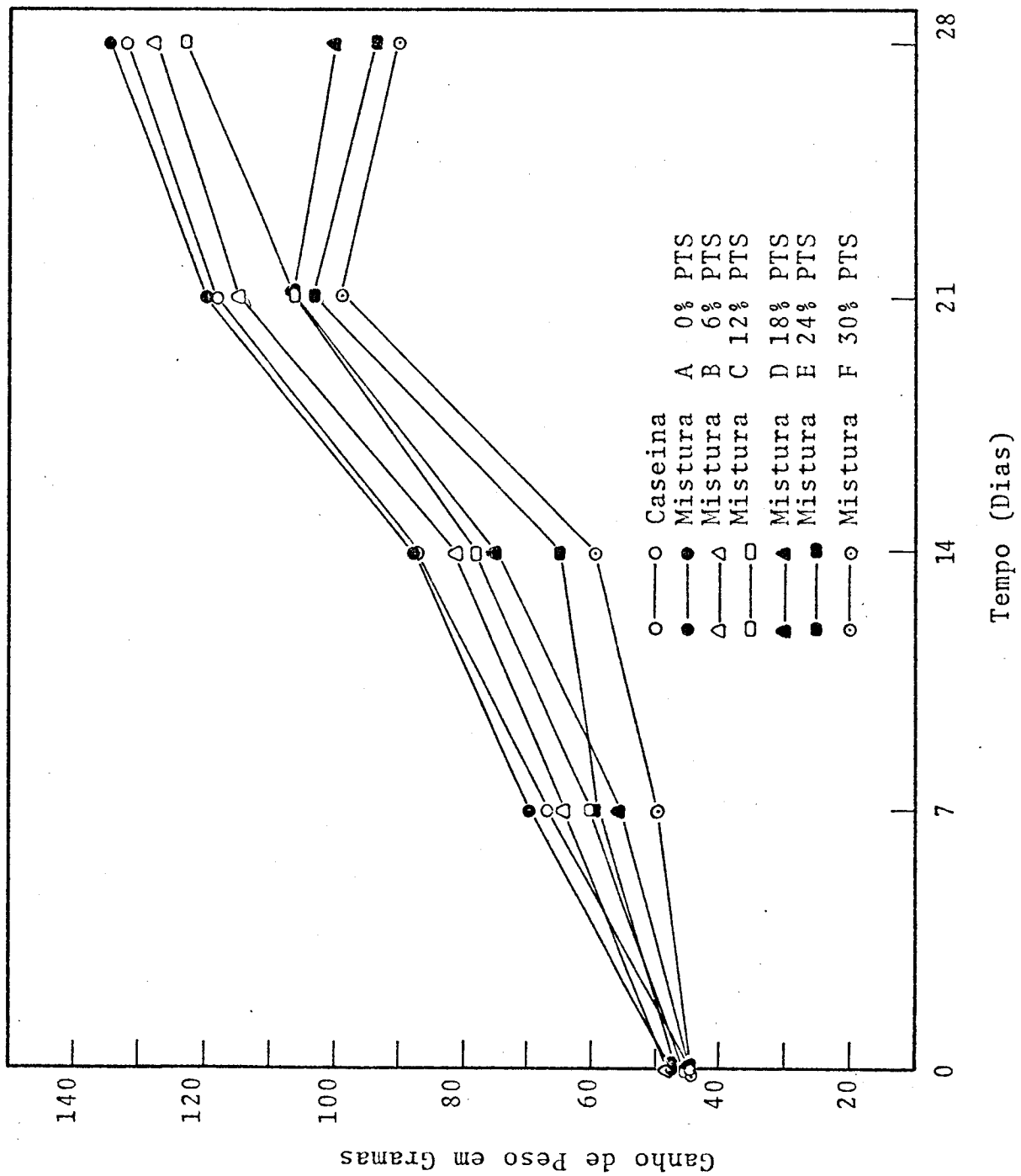


Figura 5 . Curva de Crescimento dos Ratos Utiliza-
dos nos Ensaios Biológicos.

5.- DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

5.1. Composição centesimal das matérias primas.

Nos Quadros V e VI se expressa a composição centesimal da farinha desengordurada e da farinha extrudada e como se pode observar, o conteúdo de proteína ($N \times 6.25$), gordura, fibra crua, cinzas e carboidratos é praticamente o mesmo, embora aparentemente estes valores sejam ligeiramente mais altos na farinha extrudada, isto se deve ao conteúdo de umidade que é ligeiramente menor em comparação com a farinha sem gordura.

Os resultados da composição centesimal para a farinha sem gordura e a farinha extrudada são similares ao reportado na literatura nos trabalhos de Kellor (1974), Moretti (1976), Horam (1974) e concordam com as especificações estabelecidas para estes produtos, citadas por Smith e Circle (1972).

Nos Quadros V e VI comparam-se os resultados das determinações referente a matéria seca (0% de umidade) e pode-se apreciar que a composição química da farinha durante a extrusão não é alterada. Estudos efetuados por Mustakas et al (1970) demonstram que durante o processo de extrusão, as proteínas sofrem mudanças significativas no que se refere a digestibilidade, valor biológico, solubilidade, textura e em outras propriedades funcionais.

5.1.1. Composição centesimal das misturas carne-proteína texturizada

zada se soja.

Os resultados da composição centesimal das misturas estudadas, elaboradas com carne bovina e proteína texturizada de soja, estão expressos nos Quadros VIII e IX . Nota-se que o conteúdo de proteína em todas as misturas é quase constante ao variar a porcentagem de proteína texturizada nas formulações, isto se deve a que o conteúdo de proteína na farinha texturizada é aproximadamente o mesmo que a da carne.

Pode-se observar também que o conteúdo de gordura vai diminuindo a medida que se incrementa a proporção de farinha texturizada nas misturas como uma consequência do baixo conteúdo na farinha texturizada. Esta diminuição da gordura poderia ser considerada como vantagem em virtude de hoje se discutir a conveniência da ingestão de alimentos com baixo teor de gordura. Entretanto, as amostras apresentam um maior conteúdo de hidratos de carbono quando é aumentada a proporção de proteína texturizada nas mesmas.

5.2. Determinações físicas.

5.2.1. Volume aparente.

Os resultados das determinações do volume aparente e a porcentagem de redução do volume em "Hamburguers" fritos - cujas formulações contenham diferentes proporções de proteína texturizada de soja expressam-se no Quadro XI . As determinações foram feitas em "Hamburguers" crus e fritos como se indica em

e os resultados estão expressos em cm^3 . Como se pode observar nos resultados expressos neste quadro, o efeito da adição de proteína texturizada a carne se manifestou pela menor redução do volume aparente dos hamburguers que foi cada vez menor à medida que se aumentou o conteúdo de proteína texturizada de soja.

Os hamburguers elaborados somente com carne ao serem fritos diminuem seus volumes em até 32%, enquanto que os hamburguers que contêm proteína texturizada de soja em sua formulação sofrem uma redução de volume no máximo de 14%.

A menor diminuição de volume dos hamburguers, que contêm soja, durante a fritura pode-se interpretar como uma consequência da propriedade funcional da proteína de soja de aumentar a retenção de água e sucos da carne. Este fato é de suma importância porque implica também na retenção de nutrientes da carne durante a fritura para seu consumo, além de melhorar também a aparência, succulencia e sabor.

5.2.2. Redução das áreas dos hamburguers durante a fritura.

Para quantificar o efeito da adição de proteína de soja à carne para elaboração de hamburguers em relação ao encolhimento que sofrem estes ao serem fritos, efetuou-se a medição da área ocupada pelo desenho do contorno das amostras estudadas cruas e fritas. A medição da área foi efetuada seguindo o método descrito em 3.5.2. Os resultados dessas áreas são apresentados no Quadro XII e os desenhos dos contornos das amostras

tras antes e depois de fritas estão apresentadas nas Figuras 3 e 4.

As diferenças das áreas dos desenhos dos hamburguers crús e fritos podem ser correlacionados com os resultados das medições do "volume aparente", ou seja, que a medida que se aumenta a porcentagem de proteína texturizada de soja nas formulações de hamburguers, o enrugamento é cada vez menor; conseqüentemente, níveis de 30% de proteína texturizada de soja proporcionam somente uma diminuição de área de 16% em comparação com 48% de diminuição quando não contém proteína texturizada de soja.

Ao se comparar as reduções de área e de volume das amostras de hamburguers elaborados com diferentes proporções de proteína texturizada de soja, nota-se que o aumento da proporção de P.T.S., resulta numa redução proporcionalmente menor em área do que em volume. Isto pode ser verificado no Quadro XII. Em vista desta observação, foi feito o cálculo das alturas dos "hamburguers" crús e fritos. Os resultados expressos no Quadro XIII, mostram que os incrementos de P.T.S. à carne, resultam numa redução na altura dos hamburguers fritos. Os preparados única e exclusivamente com carne, apresentam uma altura média, após fritura, de 0,984 cm, enquanto que os hamburguers com 30% de P.T.S. apresentam após fritura uma altura média de 0,717 cm, portanto quase igual a altura original do hamburguer crú. Portanto a influência da proteína texturizada de soja, em formulações de "hamburguers", é negativa quando se trata da altura final do produto

frito. Entretanto, a redução em área é muito melhor beneficiada por esta adição, visto que hamburguers elaborados exclusivamente com carne, tem sua área reduzida em 32,1%, e os elaborados com 24% de P.T.S. apresentam uma redução de somente 18,9%.

5.3. Análise sensorial.

O efeito da adição de proteína texturizada de soja à carne para elaboração de hamburguers em relação a odor, gosto, preferência e textura pode ser apreciado pelas qualificações resultantes do teste de análise sensorial, para as misturas estudadas. As medidas sensoriais estão expressas nos Quadros XIV e XV e manifestam que em relação ao odor não houve diferença significativa entre as amostras estudadas, sendo que a amostra A (só carne) obteve a maior média. Em relação a avaliação do gosto a adição de proteína texturizada de soja manifesta-se benéfica já que a amostra F (hamburguer com 30% de soja) alcançou a maior média. Isto é compreensível porque como já foi mencionado, a proteína de soja ajuda a reter os sucos da carne.

A análise da textura mostra diferença significativa ao nível de 1% entre as amostras. Aplicando o teste de Tukey(1960) verificou-se que a amostra A (só carne) diferiu a um nível de 5% da amostra D (18% de proteína) e a níveis de 1% das amostras E (24% de soja) e F (30% de soja). A amostra B (6% de soja) diferiu nesse mesmo nível das amostras C (12% de soja), D (18% de soja), E (24% de soja) e F (30% de soja). A amostra F (30% de soja) alcançou-

a maior média de textura (8.01) e a amostra B (6% de soja) a média mais baixa (5.87).

5.4. Análise reológica.

A textura dos hamburguers fritos elaborados com diferentes porcentagens de proteína texturizada de soja, foi também determinada por medições reológicas usando para isso o texturômetro "Warner Bratzler Shear" e como pode ser observado no Quadro X os hamburguers elaborados a base de carne apresentam maior resistência ao corte (0.39 kg/cm^2) que os hamburguers elaborados com adição de proteína texturizada de soja, cuja resistência ao corte é menor à medida que aumenta o conteúdo de proteína de soja em sua formulação.

As medidas reológicas obtidas pelo texturômetro, podem ser correlacionadas com as medidas subjetivas obtidas pela equipe sensorial indicando que quanto maior é a força necessária para cortar a carne, menor é a medida dada pela equipe sensorial. Esta correlação foi observada também por Chaib (1976) em estudos de textura de frango.

5.5. Determinação dos aminoácidos.

O aminograma efetuado na proteína texturizada de soja e nas misturas de carne de bovino-proteína texturizada de soja, revelam que a proporção da maioria dos aminoácidos não é alterada significativamente quando se adiciona diferentes porcentagens de proteína de soja.

Aminoácidos tais como treonina, cistina, serina, prolina, isoleucina, tirosina, fenilalanina e histidina, permanecem quantitativamente quase constantes nas misturas estudadas.

Ácido aspártico, ácido glutâmico e arginina são incrementados ligeiramente com a adição de proteína texturizada. Finalmente, aminoácidos como glicina, alanina, metionina, lisina e leucina baixam ligeiramente, já que a soja contém estes aminoácidos em menor concentração que a carne.

A composição quantitativa de aminoácidos nas misturas estudadas está representada no Quadro XVI e estes valores estão expressos em gramas de aminoácido por cem gramas de amostra.

O Quadro XVII mostra o conteúdo de aminoácidos essenciais expressos em gramas de aminoácidos por cem gramas de proteína na proteína de soja texturizada, na carne bovina e nas diferentes misturas de carne-soja, comparados com o conteúdo dos mesmos aminoácidos essenciais da proteína padrão da F.A.O - OMS - 1973. Pode ser verificado que somente os aminoácidos sulfurados (metionina e cistina) resultam inferiores aos recomendados, quando se tem misturas de 70% de carne com 30% de proteína de soja.

Em relação a limitação de aminoácidos sulfurados, estes resultados são similares aos encontrados por Camacho et al (1976) em estudos efetuados com misturas de proteína texturizada de soja com carne de suíno para elaboração de embutidos, e também aos estudos de balanço de nitrogênio de proteína de soja, carne e suas

misturas efetuados por Hammdy (1974) e Wilding (1974) que encontraram a metionina como aminoácido limitante nas misturas de carne com 30% de soja.

Aminoácidos como isoleucina, leucina, lisina, e a soma de fenilalanina + tirosina presentes nas proteínas das misturas de carne-soja resultam em excesso quando comparados com os da proteína padrão da F.A.O. - OMS - 1973.

5.5.1. Ensaio biológico.

O valor biológico das proteínas das amostras estudadas - caracterizou-se pela determinação do valor PER (quociente de eficiência proteica) e que é o quociente que resulta da divisão do ganho de peso expresso em gramas pela quantidade em gramas de proteína ingerida na dieta.

Como pode ser observado no Quadro XVIII onde estão representados estes valores comparados com caseína como proteína padrão, as amostras "A" de carne tem maior valor biológico que as amostras que contêm soja, como o demonstra o valor PER encontrado - de 2.6 para as amostras de carne bovina e valores de PER cada vez menores à medida que se aumenta o conteúdo de soja nas amostras estudadas.

Os valores PER que apresentam as misturas A (0% de soja) e B (6% de soja) resultam ligeiramente superiores ao encontrado para caseína e a mistura C (12% de soja) é ligeiramente inferior ao da caseína. Na amostra E (18% de soja) o valor PER diminui -

notoriamente em relação ao valor PER da caseína, e com adição de 30% de proteína texturizada de soja encontra-se um valor PER de 1.9 equivalente a 76% do valor PER da caseína.

O decréscimo do valor PER em produtos de carne quando tenha sido adicionada soja, foi constatado por Wilding (1974). Neste as pecto encontra-se semelhança com os resultados obtidos no presen te estudo, porém Wilding nesses estudos encontrou valores de PER ligeiramente superiores ao da caseína a níveis de 30% de pro teína de soja em misturas com carnes. Este fato talvez se deva a qualidade das partes de carnes utilizadas naquele estudo.

Além do mais, Rakosky (1970) menciona que não se encontraram - respostas significativas em relação ao decréscimo do valor PER quando se misturavam carne com diferentes níveis de proteína de soja, até 25%. Entretanto Horam (1974) cita dados da eficiência proteica relativa de misturas de proteína de soja com diversos tipos de produtos e dá para a mistura de carne-soja (70-30%) uma eficiência proteica relativa igual a 110 tomando a caseína como 100.

5.5.2. Curvas de crescimento.

Foram feitas curvas de crescimento seguindo os processos descritos em 4.8.2. tomando a média das pesagens dos gru pos de animais aos 1º, 7º, 14º, 21º e 28º dias do teste. Na Figura 5 pode ser verificado que o crescimento dos ani-

mais está em relação direta com o valor biológico da proteína medida em função do valor PER.

5.5.3. Índice químico

No Quadro XIX onde estão apresentados os valores de índice químico das proteínas de soja texturizada e das misturas estudadas pode-se observar que as misturas elaboradas exclusivamente com carne apresentam maior valor de índice químico e vai diminuindo à medida que é incrementada a porcentagem de PST na composição das misturas.

Estes índices químicos obtidos podem indicar o valor biológico das proteínas já que estudos efetuados por Bender(1973) demonstraram que quando as proteínas apresentam altos valores biológicos, entre 0.5 e 1.0 (como no caso de carne e soja) estes valores podem ser perfeitamente correlacionados com o índice químico.

6.- CONCLUSÕES

- 1.- Verificou-se que a adição de P.T.S. à carne para elaboração de "hamburguers" melhora seu comportamento durante a fritura, minimizando sua diminuição de volume.
- 2.- A incorporação de P.T.S. resulta numa maior retenção de sucos durante a fritura, mantendo portanto, uma melhor suculência após a mesma.
- 3.- A textura dos "hamburguers" elaborados com P.T.S. melhora - proporcionalmente com o aumento da concentração de P.T.S. - até o nível de 30%, tanto física, quanto sensorialmente.
- 4.- Os "hamburguers" elaborados com carne, com 6% e 12% de substituição de carne por P.T.S. tiveram um incremento médio de 37% na altura após a fritura. Além dessas quantidades a P.T.S. resulta numa altura proporcionalmente menor à medida que o nível de P.T.S. aumenta até 30%, quando esse incremento chega a cerca de 2,4% somente.
- 5.- Até níveis de 24% de substituição da carne por P.T.S. não ocorreu deficiência em aminoácidos essenciais quando os "hamburguers" foram comparados com a proteína referência FAO-OMS-1973; ocorrendo uma deficiência em aminoácidos sulfurados - quando o nível de substituição foi de 30%, resultando em um

Índice químico de 94,4%.

- 6.- Os resultados dos ensaios biológicos mostraram que até níveis de 18% de P.T.S. nas formulações de "Hamburguers" de - crescem significativamente seu valor PER, sendo que uma substituição de 18% de carne por P.T.S. resulta num valor PER equivalente a 92% do valor PER da caseína.

7.- LITERATURA CITADA

- 1.- ALTSCHUL, A.M. Modelos de alimentación y papel de la soya. Memorias de la Primera Conferencia Latino Americana sobre Proteína de Soya. México, 13,1975.
- 2.- ATKINSON, W.T. Process for preparing a high protein snack. U.S. Pat. 3, 480,442. Nov. 25,1969.
- 3.- Anon. Soybean protein products new entry in market. Food Technol. 21, 176, 1967B.
- 4.- Anon. Improves properties of textured protein. Food Eng. 42, (7), 161,1970.
- 5.- A.O.A.C. Official methods of analysis of the Association of Official Agricultural Chemist. IIed. Washington,D.C., 1970.
- 6.- Anon. New route to texture, flavor or color control of product uses "tailored protein". Food Prod. Develop. 1, (1), 35,1967A.
- 7.- ATKINSON, W.T. Meat-like protein food product. U.S. Pat. 3.488,770. Jan.6,1970.
- 8.- BENDER, A.E. Chemical score and availability. In: PORTER, J.W.G. & ROLLS,B.A. ed. Protein in human nutrition. London, Academic Press, 167,1973.
- 9.- BOYER, R.A. High protein food product and process for its preparation. U.S. Pat. 2,682,466. Jan. 29,1954.
- 10.- BOYER, R.A. Methods of manufacturing a high protein food

product and the resulting product. U.S. Pat. 2730,447.
Jan. 10,1956.

- 11.- BRESANI, R. Calidad proteínica de la soya y su efectividad suplementaria. Memorias de la Primera Conferencia Latino Americana sobre la proteína de soya. México, 65,1975.
- 12.- BUCKLE, S.T. & ZAPATA, L.E. Las proteínas vegetales y sus posibilidades en Colombia. Ciencia Interamericana . 16, 2,1973.
- 13.- CAMACHO, J.L., BERNAL, E. & BOURGES, H. Diseño y evaluación nutricional de productos a base de carne extendida con soya. Rev. Tecnologia de Alimentos. México, 11, 5,1976.
- 14.- CHAIB, M.A.. "Avaliação sensorial e reológica de carnes de aves. Influência da congelação e da suplementação com lecitina de soja sobre a textura". Campinas, 1976. Tese (Doutorado) - FEA/UNICAMP.
- 15.- COPPOCK, J. Soy protein in foods-retrospect and prospect. J. Am. Oil Chem. Soc. 51, 59A,1974.
- 16.- CUMMING, D.B., STANLEY, D.W. & DE MAN, J.M. Fate of water soluble soy protein during thermo plastic extrusion. J.Food Sci. 32, 320,1973.
- 17.- DUTRA DE OLIVEIRA, J.E. La producción de soya, su valor nutritivo y el consumo humano de productos de soya en Brasil. Memorias de la Primera Conferencia Latino Americana sobre la proteína de soya. México, 65,1975.
- 18.- HAMDY, M.M. Nutritional aspect in textured soy protein. J. Am. Oil Chem. Soc. 51, 85A,1974.

- 19.- HORAM, F.E. In: ALTSCHUL, A.M. ed. New Protein Foods. New York, Academic Press, 386,1974.
- 20.- ————— In: ALTSCHUL, A.M. ed. New Protein Foods. New York, Academic Press, 389,1974.
- 21.- HORAM, F.E. Soy protein products and their production. J.Am. Oil Chem.Soc. 51, 67A,1974.
- 22.- JENKINS, S.L. Expanded soy bean products. U.S. Pat. 3,496,858. Febr. 24,1970.
- 23.- KELLOR, R.L. Defatted soy flour and grits. J.Am.Oil Chem. Soc. 51, 77A,1974.
- 24.- KIES, C. Valor nutritivo de la proteína texturizada. Me morias de la Primera Conferencia Latino Americana de soya. México, 118,1975.
- 25.- KIES, C. & FOX,H.M. Comparison of the protein nutritional value of textured vegetable protein, methionine enriched textured vegetable protein, and beef at two nivel of intake for human adults. J.Food Sci. 36, 841,1971.
- 26.- LOCKMILLER, N.R. What are textured protein products? Food Tech. 26, 56,1972.
- 27.- LYMAN, R.L. The effect of raw soy beanand trypsin inhibitor diets on the intestinal and pancreactic nitrogen in the rat. J.Nutr. 62, 285,1957.
- 28.- LYMAN, R.L. & LEPKOWSKY, S. The effect of raw soy bean meal and tripsin inhibitor diets on pancreatic enzyme secretion in the rat. J.Nutr. 62, 269,1957.
- 29.- MATTIL, K.F. Composition, nutritional and functional properties and quality criteria of soy protein

- isolated. J.Am. Oil Chem. Soc. 51, 81A,1974.
- 30.- MEYER, E.W. Soja protein isolated for food. In: LAURIE, R.A. ed. Protein as human food. Academic Press. London, 358,1970.
- 31.- MORETTI, R.H. Proteína texturização: Extrusão ou fibrilação? Anais do Congresso Soja Realidade e Perspectivas. Porto Alegre, R.S., Brasil. 83,1976.
- 32.- MORETTI, R.H. Proteína texturizada de soja. Indústria Alimentar. 2, 31,1976.
- 33.- MUSTAKAS, G.C., ALBRECHT, W.J., BOOKWALTER, G.N., MCGHEE, J.E., KWOLET, W.F. & GRIFFIN, E.L. Extruder-Processing to improve nutritional quality, flavor and keeping quality of full-fat soy flour. Food. Tech. 24, 1290,1970.
- 34.- OSBORNE, T. B. & MENDEL, L.B. The use of soy bean as food. J. Biol. Chem. 32, 369,1917.
- 35.- PRINGLE, W. Full-fat soy flour. J.Am. Oil Chem. Soc. 51, 74A,1974.
- 36.- RACKIS, J.S. Soy bean protein: uses, problems and potential. J.Am. Oil Chem. Soc. 54, 290A,1977.
- 37.- RAKOSKY, J. Soy products for the meat industry. J. Agr. Food Chem. 18, 1005,1970.
- 38.- RALSTON Purina. Soy bean protein foodstuff. Japanese Pat. 16778/70. Jun. 10,1970.
- 39.- ROBINSON, R.F. What is the future of textured protein products? Food Tech. 26, 59,1972.
- 40.- ROGER, Q.R. & HARPER, A.E. Aminoacid diets and maximal growth in the rat. J.Nutr. 87, 267,1965.

- 41.- ROSENFELD, D. & HARTMAN, W.E. Spun-Fiber textured products. J. Am. Chem. Soc. 51, 91A, 1974.
- 42.- SMITH, A.K. & CIRCLE, S.J. Soy bean: Chemistry and Technology. Avi Publishing. Westport Conn. 1972.
- 43.- SMITH, O.B. Versatility of texturing by extrusion cooking. 67 th Annual meeting. American Institute of Chemical Engineer. Washington, D.C. 8, 1974.
- 44.- SMITH, O.B. Textures by Extrusion Processing. American Chemical Society. Division of Agriculture and Food Chemistry. Las Vegas, Nevada. 5, 1974.
- 45.- SMITH, O.B. Textured vegetable protein. World soy bean research conference. University of Illinois. 1975.
- 46.- TUKEY, Em: GÓMES, F.P. Curso de estatística experimental. Piracicaba, São Paulo, Brasil. 229, 1960.
- 47.- VAN DE KAMER, S.H., & VAN GINKEL, L. Rapid determination of crude fiber in cereal. Cereal Chemistry. 29, 239, 1952.
- 48.- WARNER, R.C. Nutrient requirements of the laboratory rat. In: NAS/NRC. Nutritional requirements of the laboratory rats. Washington, D.C. NAS/NRC. 51, 1962.
- 49.- WESTFALL, R. J. & HAUGE, S.M. The nutritive quality and the trypsin inhibitor of soy bean flour heated at various temperatures. J. Nutr. 35, 379, 1948.
- 50.- WILDING, M.D. Textured protein in meats and meat-like products. J. Am. Oil Chem. Soc. 51, 128A, 1974.
- 51.- WOLF, W.J. What is soy protein? Food Tech. 26, 44, 1972.