

MARIA DE FÁTIMA PÍCCOLO

SELEÇÃO DE VARIEDADES COMERCIAIS DE SOJA
(*Glycine max* (L.) Merrill) PARA O PREPARO DO
LEITE VEGETAL

Tese apresentada à Escola Superior de Agricultura de Lavras, como parte das exigências do curso de Mestrado em Ciência dos Alimentos para obtenção do grau de "Magister Scientiae".

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS

LAVRAS -:- MINAS GERAIS

1 9 8 0

SELEÇÃO DE VARIEDADES COMERCIAIS DE SOJA (*Glycine max* (L.) Merrill)
PARA O PREPARO DO LEITE VEGETAL

APROVADA:

Fábio Portela.

Prof. Fábio de Borja Portela
orientador

Maria Isabel Chitarra

Prof.^a Maria Isabel Fernandes Chitarra

Luiz Henrique de Aquino

Prof. Luiz Henrique de Aquino

Luiz Carneiro de Freitas Girão

Prof. Luiz Carneiro de Freitas Girão

Igor M. Eustáquio V. von Tisenhausen

Prof. Igor M. Eustáquio V. von Tisenhausen

Aos meus pais, Mário e Celaste
pelo exemplo de vida

Aos meus irmãos, (12)
pelo incentivo constante

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao Cristo...

À Escola Superior de Agricultura de Lavras, especialmente ao Departamento de Ciência dos Alimentos e ao Departamento de Química.

Ao Programa de Desenvolvimento de Ciências Agrárias (PRODECA), bem como à Coordenação do Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão das bolsas de estudo durante a realização do curso.

A Estação Experimental de Uberaba pelo fornecimento da soja.

Ao Laboratório de Química de Proteínas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto-USP pela realização dos aminogramas.

Ao Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Rio de Janeiro-UFRJ, na pessoa do farmacêutico Álvaro Marques de Oliveira, pela liofilização das amostras.

Ao Professor Fábio de Borja Portela pela orientação no trabalho.

À Professora Maria Isabel Fernandes Chitarra, pelas valiosas sugestões.

Ao Professor Luiz Henrique de Aquino, bem como à Eng^o Agr^o Maria de Lourdes Barbosa dos Santos, pela orientação nas análises estatísticas.

Aos Professores Antônio William Oliveira Lima, Janice Guedes de Carvalho, Maria Grácia Pinheiro, Sin-Huei Wang, pelas sugestões no decorrer do trabalho.

Aos Bibliotecários Narro Botelho dos Santos, Dorval Botelho dos Santos e Maria Aparecida de Carvalho e Silva, da Biblioteca Central da ESAL, pelos esclarecimentos relativos às referências bibliográficas.

À família Sidnei pela amizade que me concedeu por todo esse tempo, em especial ao Eng^o Agr^o Jairo César Sidnei pela valiosa ajuda no decorrer deste trabalho e ainda pelo constante apoio e incentivo nas horas difíceis.

Aos Engenheiros Agrônomos Iseni Carlos Cardoso Nogueira, Delvaí Valdes de Murilo e Maria Zuleide de Negreiros, bem como à Economista Doméstica Angela Singui Marques Guimarães pelo convívio de irmandade.

Aos Engenheiros Agrônomos Edvaldo Ferreira Santos e Maria da Glória Fernandes Moreira Santos pelo apoio e amizade.

A todos os funcionários do DCA e DQI pela ajuda atenciosa na realização das análises de laboratório.

Enfim, a todos aqueles que de maneira direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

MARIA DE FÁTIMA PÍCCOLO, filha de Mário Píccolo e Celeste Sobreira Píccolo, nasceu em Alegre-ES, no dia 25 de setembro de 1954.

Concluiu o curso de 1º grau no Grupo Escolar "Professor Lellis" e Instituto "Sagrada Família" e o 2º grau no Colégio Estadual e Escola Normal "Aristeu Aguiar" em Alegre-ES. Em 1976 concluiu o curso de Economia Doméstica pela Escola Superior de Ciências Domésticas da Universidade Federal de Viçosa-MG.

Em março de 1977, ingressou no curso de Mestrado em Ciência dos Alimentos, do Departamento de Ciência dos Alimentos da Escola Superior de Agricultura de Lavras-MG e em agosto de 1979 foi contratada pela mesma Escola.

Em 1980, concluiu o curso de mestrado.

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO	01
1.1. O problema e sua importância	01
1.2. Proteína da soja	04
1.3. Solubilidade das proteínas vegetais.....	09
1.4. Fatores antinutricionais e inconvenientes na soja..	12
1.4.1. Ocorrência	12
1.4.2. Inativação dos inibidores proteolíticos.....	18
1.5. Influência da variedade na composição química do grão e do leite de soja.....	22
2. MATERIAL E MÉTODOS	31
2.1. Material	31
2.2. Delineamento experimental	31
2.3. Métodos	32
2.3.1. Proteínas	33
2.3.2. Lipídeos.....	33
2.3.3. Sólidos totais.....	34
2.3.4. Umidade.....	34
2.3.5. Fibra.....	34
2.3.6. Resíduo mineral fixo (cinzas).....	34

	Página
2.3.7. pH	34
2.3.8. Inibidores proteolíticos.....	34
2.3.8.1. Atividade dos inibidores de tripsi na pelo ensaio caseinolítico.....	35
2.3.8.2. Atividade dos inibidores de quimo- tripsina pelo ensaio caseinolítico	36
2.3.9. Análise de aminoácidos (aminograma).....	36
2.3.10. Cômputo Protéico Químico.....	37
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
3.1. Composição centesimal	38
3.2. Variedades de soja x leite obtido.....	46
3.3. Fração nitrogenada.....	51
3.4. Cômputo Protéico Químico.....	54
3.5. Inibidores proteolíticos	56
4. CONCLUSÕES	63
5. RESUMO	65
6. SUMMARY	67
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69
APÊNDICE	83

LISTA DE QUADROS

Quadro		Página
1	Médias de sedimentação das proteínas da soja separadas por ultracentrifugação.....	05
2	Propriedade dos inibidores de tripsina de "Kunitz" e "Bowman-Birk".....	15
3	Composição percentual média das várias frações de soja	23
4	Teor percentual médio dos componentes químicos do grão e do leite de soja.....	27
5	Composição centesimal do leite de soja e leite de vaca.....	28
6	Médias percentuais relativas a avaliação química dos grãos de dez variedades de soja cultivadas no Brasil	39
7	Valores dos principais constituintes químicos e pH do leite de soja (proporção soja: água 1:7) obtido de 10 variedades de soja cultivadas no Brasil.....	42

Quadro

Página

- 8 Valores médios percentuais do teor de proteína no grão (ordem decrescente) e no leite de soja, relativo as dez variedades em estudo e a porcentagem de proteína recuperada no leite 48
- 9 Composição média percentual em aminoácidos de proteína do leite de soja extraído de dez variedades cultivadas no Brasil 52
- 10 Composição média percentual dos aminoácidos limitantes da proteína do leite de soja; percentual do aproveitamento teórico da proteína do leite de soja em relação ao leite de vaca e ovo de galinha e a relação E/T dos leites de dez variedades de soja..... 55
- 11 Valores médios de UTI/ml e UQI/ml no extrato de soja cru e aquecido a 97^oC por 10' e porcentagem de UTI / ml retida no leite de soja 59

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Teor percentual de proteína e lipídeo no leite de <u>so</u> ja extraído de 10 variedades cultivadas no Brasil...	44
2	Teor percentual de proteína no grão e no leite de <u>so</u> ja extraído de 10 variedades cultivadas no Brasil...	47
3	Teor percentual de proteínas recuperadas no leite de soja após processamento (%).....	49

1. INTRODUÇÃO

1.1. O problema e sua importância

Um dos principais problemas da produção de alimentos no mundo, situa-se na obtenção de proteínas de alto valor biológico. O problema é mais acentuado nos países em desenvolvimento, onde a deficiência protéico-calórica tem sido causa de graves enfermidades, contribuindo para um elevado índice de mortalidade infantil, BUCHANAN & STEWART (15), FAO (32) e YOKAYA (95). Para BUCHANAN & STEWART (15) a deficiência protéico-calórica, quase sempre é seguida da carência de vitamina A, ferro, cálcio e iodo.

Segundo CUPERTINO (23), o consumo diário de proteínas de todas as origens pelo brasileiro oscila entre 44 e 52 gramas, ou seja, metade do padrão de 90 gramas correntes nos países desenvolvidos. BORLAUG (12), afirma serem as crianças as mais prejudicadas pela carência protéica, podendo mostrar-se posteriormente incapacitadas mentalmente de forma irreversível, inaptas a usarem o potencial intelectual que adquiriram por hereditariedade.

GARRUTI & BARROS (34), FERREIRA, BORGES & MENDES (30) e CUPERTINO (23), afirmam que, apesar da importância do leite na ali

mentação humana, é ainda marcante a deficiência do suprimento desse alimento básico aos brasileiros. Mais especificamente, de acordo com CUPERTINO (23), o consumo "per capita" de leite pelas crianças no Brasil, em geral, não ultrapassa a média de 100 ml, contra 600 ml no Canadá e quase um litro e meio na Finlândia.

Para EVANS & BANDEMER (29) as proteínas animais, tidas como proteínas completas, são tão escassas e caras nos países em desenvolvimento, que se encontram fora do alcance da maioria da população. Em decorrência, o interesse pelas proteínas vegetais vem aumentando, visando à sua introdução na alimentação humana; considere-se ainda que maior quantidade de proteína vegetal que animal pode ser obtida em determinada área geográfica, com menores custos de produção.

A soja, (Glycine max (L.) Merrill, pertence à família das leguminosas e possui características semelhantes às dos alimentos protéicos de alto valor nutritivo, por conter em suas proteínas todos os aminoácidos essenciais, COSTA & MIYA (19). Segundo BUOK WALTER et alii (9), a qualidade nutricional de sua proteína pode ainda ser melhorada pela suplementação com metionina, aminoácido limitante da soja, e, segundo GOMES (35), esta leguminosa possui considerável teor de sais minerais, cálcio e fósforo, principalmente, e vitaminas, sobretudo do complexo B.

CARLSON (17), MITAL & STEINKRAUS (57), afirmam que o leite de soja é importante fonte protéica da dieta infantil de muitos países orientais. Para HACKLER & STILLINGS (37) STEINKRAUS (82) e WEISBERG (85), nos países tropicais onde o fornecimento de leite

não é adequado, há grande interesse na obtenção de uma bebida à base de soja, especialmente para suprimento de crianças pré-escolares que necessitam de proteínas adequadas na dieta. Deve-se ainda considerar o caso de crianças alérgicas à lactose do leite de vaca.

BOURNE, CLEMENTE & BANZON (14), afirmam que a qualidade e a quantidade de proteína são dois fatores de relevante importância que devem ser verificados para extração do leite de soja. Sobre a qualidade da proteína e aceitabilidade do leite, intensos estudos têm sido desenvolvidos por BORGES (11), FERREIRA, BORGES & MENDES (30) e GARRUTI & BARROS (34). Sobre a quantidade da proteína do leite de soja, BOURNE, CLEMENTE & BANZON (14) afirmam que um dos fatores de influência é a variedade de soja utilizada na extração do leite, sendo que o leite rico em proteínas não depende de grãos com conteúdo alto de proteínas, e sim da solubilidade destas em água.

BAJAJ (5) informa que estudos têm sido conduzidos sobre a influência genética das leguminosas na quantidade de proteína e que o fato é geralmente observado por nutricionistas e geneticistas de plantas. Segundo SMITH & WOLF (79), embora as pesquisas relacionando variedades de soja para o uso alimentar sejam poucas, pode-se admitir, com base nas já existentes, que ocorrem diferenças marcantes entre as variedades, sendo necessárias mais pesquisas nesse setor.

O Brasil destaca-se como terceiro produtor mundial de soja em grão, conforme OLIVEIRA (62), possuindo dezenas de variedades

cultivadas que poderiam ser selecionadas para o preparo do leite vegetal, podendo, dessa forma, ser suprida, pelo menos em parte, a deficiência nutricional decorrente do baixo consumo de leite animal.

1.2. Proteína da soja

Segundo WOLF (90), as moléculas protéicas da soja diferem quanto ao peso molecular e estrutura. A separação das proteínas por ultracentrifugação, apresenta frações com média de sedimentação aproximada de 2; 7; 11 e 15 S, mostrada no Quadro 1.

Aproximadamente 70% da proteína total da soja é constituída de globulina 11 S e globulina 7 S, denominada glicinina, WOLF (90). Conforme WOLF, BABCOCK & SMITH (91) verifica-se uma variação na proporção das frações 7 S e 11 S em diversas variedades de soja.

Conforme MITAL, STEINKRAUS & NAYLOR (58), MUSTAKAS et alii (61), WILKENS & HACKLER (87) e DUTRA DE OLIVEIRA (27), a soja é reconhecida na alimentação humana como excelente fonte de proteína de baixo custo, apresentando, segundo BOOKWALTER et alii (10), elevado teor de lisina, fator que distingue a proteína da soja da maioria das proteínas vegetais, principalmente quando usada em combinação com cereais. De acordo com Coppock, citado por ROLIM (70), a proteína da soja também apresenta quantidades elevadas de leucina e isoleucina, porém KAKADE et alii (48), HACKLER & STILLINGS (37), citam como uma das principais inconveniências na sua utilização, a deficiência de aminoácidos sulfurados (metionina e cistina), os quais apresentam-se como limitantes.

QUADRO 1. Médias de sedimentação das proteínas da soja separadas por ultracentrifugação.

Fração proteica	Porcentagem Total (a)	Componentes	Peso Molecular	Referências (b)
2 S	22	Inibidor de Tripsina	8.000 - 21.500	Miller et alii e Wu & Sche raga
		Citocromo C	12.000	Fridman et alii
		Globulina 2,3 S	18.200	Vaintraub & Shutov
		Globulina 2,8 S	32.000	Vaintraub & Schutov
		Alantoïnase	50.000	Yuan
7 S	37	β - amilase	61.700	Gertler & Birk
		Hemaglutinina	110.000	Lis et alii
		Lipoxigenase	108.000	Stevens et alii
		Globulina 7 S	186.000 - 210.000	Koshiyama
11 S	31	Globulina 11 S	350.000	Wolf & Briggs
15 S	11	-	-	-

a) Wolf et alii citado por WOLF (90)

b) Citado por WOLF (90).

Mitchell & Smuts, Berry et alii, Shrewsbury & Bratzler e Mitchell & Block citados por BARTOLOMÉ (7) determinaram que além dos sulfurados metionina e cistina, a valina também apresenta - se como aminoácido limitante nessa leguminosa.

A influência das variedades de soja sobre o conteúdo de cistina foi primeiramente estudada por Csonka & Jones em 1934, citado por KAKADE et alii (48), que encontraram variação de 0,7 a 1,0 g/16 gN.

KAKADE et alii (48) desenvolveram pesquisas com o objetivo de verificar o conteúdo de cistina e metionina em 26 diferentes variedades de soja. Os valores limites encontrados foram: metionina + cistina entre 3,1 e 4,3 g/16 gN; metionina entre 1,0 e 1,9 g/16 gN e cistina, entre 1,6 e 2,9 g/16 gN. As variações foram atribuídas às variedades utilizadas. Não foi observada correlação entre o conteúdo de aminoácidos sulfurados das variedades com o Coeficiente de Eficácia Protéica (CEP). Foram selecionadas ainda neste estudo cinco variedades de soja submetidas a um tratamento térmico de 130°C por 30' para verificar o conteúdo de sulfurados e sua correlação com o CEP. Como resultado, observou-se um acentuado aumento no CEP, porém novamente ocorreu pequena ou nenhuma correlação deste, com o nível de aminoácidos sulfurados. Este estudo sugere que outros fatores, além do conteúdo de aminoácidos sulfurados, parecem estar envolvidos na determinação do valor nutritivo da proteína da soja, na qual os inibidores proteolíticos foram destruídos.

ALDERKS (1) não encontrou diferenças significativas no conteúdo de aminoácidos essenciais, quando determinados em 20 variedades de soja. Dentre cinco variedades não tratadas e tratadas com

calor, foi observada uma variação no conteúdo de metionina entre 1,38 e 1,45 e entre 1,39 e 1,48 g/100 g de proteína, respectivamente. No que diz respeito a sua composição em aminoácidos essenciais, também COSTA, MIYA & FUGITA (20) não encontraram diferenças significativas em sete variedades de soja.

HACKLER, STILLINGS & POLIMENI (38) determinaram o conteúdo de aminoácidos no leite de soja extraído da variedade Clark, observando valores para metionina da ordem de 1,44 g/16 gN e cistina da ordem de 1,61 g/16 gN, sendo esses mostrados como os aminoácidos limitantes no leite e o valor do CEP foi de 2,11.

Desenvolveram-se pesquisas no sentido de verificar o grau de influência do tempo e da temperatura empregados sobre a qualidade da proteína do leite de soja. ANTUNES & SCARBIERI (3), observaram que os grãos de soja, quando fervidos por 30 minutos, apresentavam um aumento na lisina disponível, e que esse tratamento por um período de tempo mais prolongado (45 minutos) provocava uma redução.

HACKLER & STILLINGS (37), verificaram que a composição do leite de soja não variava com tratamento térmico em tempos de 15 a 240 minutos à temperatura de 93°C; entretanto, o leite de soja processado a 121°C em tempos de zero a 120 minutos sofria uma redução nas concentrações de cistina e triptofano. Para o leite de soja em pó, na qual o tratamento foi realizado por "spray dryer" à temperatura entre 143°C e 316°C, não ocorria diminuição na cistina. Os autores concluíram que a cistina é sensível à destruição sob calor úmido, sendo porém estável ao calor seco.

VAN BUREN et alii (84), em estudo sob condições semelhantes ao de HACKLER & STILLINGS (37), verificaram que quando o leite de soja era submetido à temperatura de 121°C e em "spray dryer", ocorria um declínio na concentração de lisina metabolizável, mas não na lisina total.

DILMER (26) informa que a eficiência de uma dieta protéica decresce quando os aminoácidos essenciais estão abaixo do nível ideal. A proteína do ovo de galinha, leite de vaca e leite humano, são consideradas como proteínas padrões, pois, possuem quantidades suficientes de aminoácidos requeridos pelo organismo. A proteína da farinha de soja, mostrando-se deficiente em aminoácidos sulfurados, apresenta um aproveitamento pelo organismo de aproximadamente 70%, quando comparada à proteína do ovo.

Várias formas comerciais de proteína de soja têm sido elaboradas, como, por exemplo, a proteína texturizada ou semelhante a carne. Esses produtos protéicos apresentam aspectos promissores para o uso da proteína de soja na alimentação humana. Dentre os produtos existentes, merece destaque a bebida "Vitasoy" produzida pela Monsanto Company e vendida em Hong Kong, DILMER (26). No Brasil, COSTA et alii (21) informam que o Instituto de Tecnologia de Alimentos - ITAL desenvolveu um leite de soja adoçado, aromatizado e enriquecido com minerais e vitaminas, com o nome de "Vital", o qual foi bem aceito por crianças na faixa etária de 6 a 14 anos.

Tendo em vista a ocorrência de variações nos teores de aminoácidos sulfurados em diferentes variedades de soja e considerando o fato de que o Brasil tem-se destacado como um dos maiores pro

dutores dessa leguminosa, surge o interesse na utilização de variedades melhoradas para a alimentação humana, dispensando adições de aminoácidos limitantes no produto, os quais encareceriam o processo.

DUTRA DE OLIVEIRA & SCATENA (28), misturando leite de vaca com leite de soja em várias proporções, não encontraram melhoras significativas no valor nutricional da proteína, sendo que o leite de soja, quando suplementado com metionina, apresentou uma qualidade protéica razoavelmente boa.

1.3. Solubilidade das proteínas vegetais

A utilização de proteínas vegetais na alimentação humana tem aumentado de forma acentuada e numerosas pesquisas têm sido desenvolvidas com o objetivo de estudar os fatores que influenciam o seu aproveitamento, com atenção especial ao problema da solubilização dessas proteínas.

SMITH et alii (80) observam que devido a grande diversificação da estrutura, composição e propriedades das proteínas, torna-se difícil definir o seu uso na indústria. Afirmam ainda que o conhecimento adequado da solubilidade seria um fator importante na seleção de proteínas vegetais para possíveis aplicações industriais. A aplicação está na dependência das condições utilizadas na extração da proteína.

Estudos conduzidos por Evans & John, citados por GRAU & CARROL (36) comprovaram trocas na solubilidade de frações protéicas da farinha de soja, extraídas por diferentes solventes. Também

foi verificada a influência do aquecimento a 120°C , por tempos variados. As proteínas da farinha de soja foram fracionadas em albuminas (solúveis em água), globulinas (solúveis em cloreto de potássio a 5%), prolaminas (solúveis em etanol a 70%), glutelinas (solúveis em hidróxido de potássio a 0,2%) e residual protéico (fração não dispersa nos solventes usados).

SMITH et alii (80) verificaram que sementes, especialmente da família das Leguminosas, contêm aproximadamente teores semelhantes de proteína solúvel em água e em solução salina, ou mesmo mais, e que o conteúdo de nitrogênio não protéico atinge altos valores nessa família.

De acordo com Smith & Circle e Smith et alii, citados por WOLF (89), dentre os solventes experimentados para a extração da proteína de soja, os mais eficientes foram: água, água + álcali diluído (pH 7-9) e soluções de cloreto de sódio (0,5 a 2 M).

Conforme WOLF & SLY (93), a extração das proteínas da farinha de soja é adequada quando se utiliza uma proporção farinha : solvente igual a 1:10.

BOURNE, CLEMENTE & BANZON (14), analisando leite de soja de 30 variedades cultivadas nas Filipinas, utilizaram a razão soja : água de 1:10 e obtiveram um percentual de proteína recuperada no leite da ordem de 78,5, com limites entre 93,1 e 74,7. Estudos desenvolvidos por WILKENS & HACKLER (87), mostraram que no preparo do leite de soja utilizando grãos integrais e descascados, o tratamento dos grãos por embebição em água, durante um longo período de tempo e a temperaturas elevadas, pode acarretar a solidificação

de proteínas solúveis e insolúveis, contribuindo, assim, para uma redução no rendimento durante a filtração. Temperaturas acima de 70°C durante a trituração dos grãos de soja, para o preparo do leite, promovem uma diminuição na recuperação das proteínas.

Também ANTUNES & SGARIBIERI (3), com o objetivo de verificarem os mesmos efeitos acima mencionados, mostraram que a solubilidade da proteína de soja, em água na razão de 1:30, é diminuída quando grãos não embebidos, embebidos em água e embebidos e descascados, são aquecidos em água fervente por tempos variados. Verificaram que a fervura dos grãos, por um período de 5 minutos, era suficiente para tornar as proteínas insolúveis, exceto nos grãos não embebidos. Nestes, uma fervura por um período de 30 minutos ainda não foi suficiente para tornar todas as proteínas insolúveis. Essa diferença na velocidade de desnaturação das proteínas pelo calor é devida ao maior conteúdo de água e menor tamanho dos grãos descascados embebidos, permitindo uma transferência mais rápida de calor.

Segundo WOLF (90), os corpos de proteínas estão cercados por uma membrana que se admite consistir de fosfolipídeos, estável em diéter de hexano. O autor observou que quando a farinha desengordurada é dispersa em água destilada a pH 6,5, ocorre quase que um máximo na solubilidade das proteínas; elevando o pH com adição de álcali, há um leve aumento na solubilidade; porém, a adição de ácido até atingir a faixa de pH 4 a 5, que é a região isoelétrica, reduz abruptamente a solubilidade a um mínimo. A valores de pH bastante baixos as proteínas tornam-se positivamente carregadas e se redissolvem. A alta extratibilidade em água das proteínas de fari-

nhas desengorduradas, indica que as membranas fosfolipídicas que envolvem os corpos de proteínas são facilmente quebradas.

As propriedades de solubilização são fatores importantes que governam as aplicações das proteínas de soja em alimentos, e a solubilidade é quase sempre usada como um teste de controle de qualidade. Atualmente, há interesse no uso de proteínas em bebidas açucaradas, mas as proteínas de soja, quando normalmente preparadas, não se qualificam para esse uso.

Segundo DILMER (25), a solubilidade de proteínas é uma propriedade altamente desejável para alguns produtos de soja. Porém, para a obtenção de proteínas altamente solúveis, o tratamento térmico deve ser minimizado nestes produtos.

1.4. Fatores antinutricionais e inconvenientes na soja

1.4.1. Ocorrência

Além da deficiência em aminoácidos sulfurados (metionina e cistina), RACKIS (68) afirma que a soja crua apresenta substâncias que, atuando de maneira interrelacionada, são responsáveis por diferentes respostas biológicas e fisiológicas em animais. Entre essas substâncias encontram-se os inibidores proteolíticos, hemaglutininas, saponinas, substâncias bocígenas, enzimas como lipoxigenase, urease e outros fatores, tais como os causadores de flatulência.

Foram Read Haas, em 1938, conforme LIENER & KAKADE (55), os primeiros a reconhecerem a presença de inibidores de tripsina em material vegetal, sendo relatada a inibição da capacidade de tripsina

em liquefazer a gelatina quando na presença de extrato aquoso de soja. Essa fração responsável por este efeito foi isolada e cristalizada por Kunitz em 1945, a partir da proteína da farinha de soja crua.

FRATALLI & STEINER (33) e RYAN (71) afirmam que um grande número de inibidores de tripsina e quimotripsina tem sido isolado e purificado, não somente de soja, mas também de outras fontes vegetais e animais. Em vegetais, esses inibidores têm sido isolados principalmente das famílias das Leguminosas, Gramíneas e Solanáceas, RYAN (71).

Rackis & Anderson, citados por RYAN (71), afirmam que inibidores proteolíticos representam por volta de 6% da proteína de soja, e, segundo Birk & Waldman, citados por RYAN (71), esses inibidores estão concentrados nos cotilédones e o seu conteúdo na soja aumenta com a maturação do grão.

Segundo PORTELA (64), os inibidores proteolíticos, na sua maioria, são essencialmente inibidores de tripsina, possuindo capacidade de inibir parcialmente a quimotripsina. Afirma ainda que é necessário o conhecimento da existência dos inibidores em linhagens ou variedades de soja, visando ao melhoramento biológico do grão, através da eliminação desses inibidores proteolíticos por meios genéticos; entretanto, de acordo com RACKIS (67), os cultivos de variedades de soja geneticamente deficientes de fatores antinutricionais, não parecem promissores.

PORTELA (65) ressalta ainda que a autoclavagem destrói praticamente todos os inibidores proteolíticos e que o calor seco, pe

la tostaçãõ, nem sempre inativa inteiramente tais moléculas, tornando-se difícil a determinaçãõ de um ótimo para tal tipo de aquecimento.

LIENER & KAKADE (55) afirmam que na soja sãõ conhecidos vários inibidores proteolíticos, entre os quais o inibidor de "Kunitz", SBTI-A, SBTI-B₂, "Bowman-Birk", F₁, F₃ e 1,9 S, porém segundo WOLF & COWAN (92), foram purificados e estudados com detalhe apenas o inibidor de "Kunitz e o "Bowman-Birk".

As propriedades dos inibidores de tripsina de "Kunitz" e "Bowman Birk", citados por WOLF & COWAN (92) estãõ apresentadas no Quadro 2.

Também KAKADE et alii (48) afirmam que embora o tratamento térmico elimine a maioria das substâncias indesejáveis na soja, é de interêsse o cultivo de variedades ou linhagens de soja geneticamente deficientes em um ou mais destes fatores antinutricionais. Em seus estudos, envolvendo 108 variedades de soja, KAKADE et alii (48) encontraram um limite para os inibidores de tripsina de 66 a 233 Unidades de Tripsina Inibidas (UTI)/mg proteína.

PORTELA (64), pesquisando inibidores de tripsina e quimo-tripsina em 12 variedades de soja, encontrou para inibidores de tripsina limites de 30,3 a 55,8 UTI/ml do extrato aquoso de soja para as variedades Hardee e Ia-61-91, respectivamente. Com relação aos inibidores de quimotripsina, 0,6 a 28,1 Unidades de Quimotripsina Inibidas (UQI)/ml do extrato aquoso para as variedades Mineira e Viçõja, salientando que algumas variedades podem apresentar ausência de inibidores ou baixos níveis dos mesmos. SILVA, BARBOSA &

QUADRO 2. Propriedade dos inibidores de tripsina de "Kunitz" e "Bowman-Birk".

Parâmetros verificados	Propriedades		Referências*	Propriedades		Referências*
	"Kunitz"	"Bowman-Birk"		"Bowman-Birk"	"Bowman-Birk"	
Ocorrência na soja crua	1,4%	0,6%	Gertler, Birk & Bondi	0,6%	Gertler, Birk & Bondi	
Ponto isoelétrico (pH)	4,5	4,2	Kunitz	4,2	Birk, Gertler & Khalef	
Peso molecular	21.500	7.975	Wu & Scheraga	7.975	Fratalli	
Resíduos de aminoácidos	197	72	Yamamoto & Ikenaka	72	Fratalli	
Resíduos de cistina/mol	2	7	Yamamoto & Ikenaka	7	Fratalli	
Estabilidade ao calor, ácido ou pepsina	instável	estável	Kunitz	estável	Birk	
Inibidor de quimotripsina	baixo	alto	Kunitz	alto	Birk	
Hipertrofia pancreática	+	+		+		

*Citados por WOLF & COWAN (92).

PORTELA (76) analisando 48 variedades de soja encontraram valores limites de inibidor trípico de 15,34 a 107,22 UTI/ml e para o inibidor quimotríptico, limite de 0,00 a 33,72 UQI/ml.

KAKADE, SIMONS & LIENER (46), avaliando a atividade anti-trípica em uma variedade de soja, utilizando substrato natural (caseína), observaram médias de 54 UTI/ml do extrato aquoso de soja.

Entre os fatores antinutricionais da soja encontra-se também as hemaglutininas. Segundo WOLF & COWAN (92), no leite de soja, estes fatores estão concentrados na fração protéica do soro. Conforme LIENER (54), as hemaglutininas, aglutinam as células vermelhas do sangue, e frequentemente apresentam alto grau de especificidade, relacionada com eritrócitos humanos. Um dos efeitos da hemaglutinina poderia ser uma séria diminuição habilidade da célula epitelial intestinal em absorver nutrientes do trato gastrointestinal, causando inibição no crescimento e em casos extremos, morte. Segundo WOLF & COWAN (92), o teor de hemaglutinina na farinha de soja desengordurada está por volta de 3%.

ANTUNES & SGARBIERI (3) obtiveram uma completa inativação da hemaglutinina em grãos de soja embebidos e tratados por 45 minutos em água fervente, ao passo que no leite de soja, foi requerido somente 7,5 minutos para total inativação.

Parece existir um conteúdo não significativo de saponina, em diferentes variedades de soja. Em seis variedades analisadas, Gestetner et alii, citados por BIRK (8), encontraram limites entre 0,46 e 0,50% na soja integral. Segundo RACKIS (67), as saponinas

isoladas da soja não acarretam danos em ratos, camundongos e pin_{tos}, mesmo quando administradas em altos níveis.

A flatulência é causa de outro fator a ser discutido em produtos de soja. RACKIS et alii (69) indicam que o principal sistema de produção de gases está na interação da microflora intestinal com carboidratos (rafinose e estaquiose), em alimentos causadores de flatulência. O aparente aumento de bactérias anaeróbias no íleo e no cólon, associado ao aumento da concentração de carboidratos não digeríveis, resulta numa taxa altamente acelerada de produção gasosa com liberação de altas concentrações de CO₂ e H₂.

CARLSON (17) afirma que o problema de flatulência pelo uso do leite de soja ou outros produtos, tem sido essencialmente reduzido por tratamento alcalino desses produtos, visando à eliminação dos oligossacarídeos. RACKIS (67) informa que a remoção de oligossacarídeos em cultivos de soja não tem sido promissora.

Segundo KONIJN, GERSHON & GUGGENHEIM (50) um princípio causador do bócio foi isolado do soro do leite de soja. Esse princípio inibe a organificação do iodo pela tireóide "in vivo" e "in vitro" e parece ser um oligopeptídeo. Esse fator na soja tem fraco efeito bocigênico e pequenas adições de iodo são suficientes para eliminar o seu efeito, como também o adequado tratamento térmico dos produtos à base de soja, RACKIS (68).

Além dos fatores antinutricionais, a soja possui inconvenientes, tais como a presença da lipoxigenase. Segundo RACKIS et alii (69), o desenvolvimento de sabores e aromas estranhos em alguns alimentos de soja, durante o armazenamento e o processamento, são

atribuídos a degradação de lipídeos que podem ter sido catalizados por enzimas ou oxidados em presença de ar. Segundo WOLF (88), a lipoxigenase é a enzima responsável pela formação desses compostos indesejáveis, quando a soja é processada sob condições de alta umidade, como na preparação do leite, pelos processos tradicionais.

De acordo com BOURNE (13), 80 compostos voláteis foram isolados do leite de soja, dos quais 41 deles foram identificados. Um composto particular responsável pelo sabor e aroma de "feijão verde" em leite de soja é o etil vinil cetona, formado durante a oxidação de ácidos graxos insaturados pela ação da lipoxigenase. Depois de várias tentativas, BOURNE (13), utilizou um método de inativar a lipoxigenase antes que ela causasse danos ao sabor. O método consiste na trituração das sementes em água fervente, inativando assim a lipoxigenase, antes que a mesma produzisse sabores e aromas estranhos ao produto.

1.4.2. Inativação dos inibidores proteolíticos

Segundo RACKIS (67), a soja crua, quando ingerida, inibe o crescimento, diminui a energia metabolizável e a absorção de gordura, causa hipertrofia pancreática e hipersecreção de enzimas pelo pâncreas, reduz a digestibilidade da proteína e reduz a disponibilidade de aminoácidos, vitaminas e minerais. Pesquisas realizadas com soja crua demonstram a ocorrência de problemas pancreáticos em ratos, camundongos e pintos; entretanto, os cães podem adaptar-se à dieta de farinha de soja crua, não mostrando anormalidades no peso do pâncreas e funções exócrinas.

Osborne e Mendel, citados por WESTFALL & HAUGE (86), foram os primeiros a mostrar que a proteína de soja crua é pobre em qualidade, porém, quando submetida a adequado tratamento térmico e em presença de água, melhora consideravelmente o seu valor nutritivo.

BAKER & MUSTAKAS (6) estudaram o efeito da temperatura na destruição dos inibidores de tripsina, lipoxigenase e urease da soja e observaram que a lipoxigenase é mais termolábil que os inibidores da tripsina e urease. Em 15 minutos de cozimento, o primeiro decréscimo da atividade da lipoxigenase foi observado a 65°C, com inativação total a 82°C; para urease, a 73°C com inativação total a 90°C. Entretanto, para os inibidores de tripsina, o início da inativação foi observado somente a 82°C, com inativação total a 100°C.

BARTOLOMÉ (7) afirma que um dos maiores objetivos do aquecimento da soja é destruir os inibidores de tripsina, sem uma perda excessiva de nutrientes.

DILMER (25) comparou o tempo, a temperatura e a umidade requeridos para inativar os inibidores de tripsina em soja. Com um conteúdo inicial de 5% de umidade, o CEP atingiu valor igual a 1,87, ao passo que com teor inicial de umidade igual a 19%, o CEP atingiu valor de 2,04, próximo do obtido com a caseína, usada como padrão. O efeito da umidade era esperado, visto que os inibidores da tripsina são proteínas, e, como tal, são destruídos ou desnaturados mais rapidamente pelo calor úmido que pelo calor seco. Outra vantagem do vapor ou calor úmido no processamento da soja é o melhoramento do sabor e aroma.

De acordo com LAM-SÁNCHEZ (52), se os inibidores da tripsina não forem eliminados, há uma redução de 50% no valor nutritivo

do alimento. Outras considerações são abordadas por BADENHOP & HACKLER (4), sobre a qualidade da proteína de soja que pode ainda ser prejudicada pelas altas temperaturas alcançadas no processo de torrefação da farinha. Essas temperaturas são consideravelmente maiores que as necessárias para destruir o inibidor de tripsina existente. Os autores verificaram que o CEP foi inversamente proporcional às temperaturas de torrefação (170, 180 e 185°C) e aos teores de umidade das amostras. Por essas razões, são necessários ajustes de temperaturas para que não ocorra perda na qualidade da proteína.

Em outro estudo, Shurpalekar, citado por BARTOLOMÉ (7), mostra que a soja crua apresenta um CEP de 0,54; no entanto, para a soja aquecida este coeficiente atinge valor igual a 2,39. Em contraste com a ação do calor na digestibilidade de outros alimentos protéicos, o aquecimento melhora a digestibilidade da soja pela desnaturação do inibidor de tripsina. Outros agentes desnaturantes são os ácidos, álcalis e enzimas proteolíticas, como a papaína PORTELA (65). WESTFALL & HAUGE (86) informam que o grau de destruição do inibidor de tripsina é diretamente proporcional à habilidade do processo de crescimento de ratos pela ingestão da farinha, e, conseqüentemente, aumentar o CEP; porém, ANTUNES & SGARBIERI (3) não conseguiram boa correlação entre a atividade dos inibidores de tripsina e os valores de CEP.

HACKLER & STILLINGS (37), em pesquisas realizadas com leite de soja objetivando melhoria de sua qualidade nutricional, demonstraram que a temperatura empregada e o tempo de exposição ao tratamento térmico, podem alterar a qualidade nutritiva das

proteínas. Nos estudos feitos verificaram que o leite de soja apresentou uma diminuição do CEP nos primeiros 15 minutos de aquecimento a 93°C e, logo após 30 minutos, um acréscimo. Atribuíam o fato à inibição dos fatores antinutricionais, pelo uso do calor. O maior valor do CEP para o leite de soja processado a 121°C, foi mais alto que o maior valor do CEP para o leite processado a 93°C; SHIMOKOMAKI (72), afirma que a 121°C os fatores antinutricionais são inativados nos primeiros minutos de aquecimento, ao passo que a 93°C necessitam de maior espaço de tempo para essa inativação e mesmo assim a inativação não é tão completa quanto a 121°C.

O leite de soja, segundo o PROTEIN ADVISORY GROUP (66), deve ser fervido durante 60 minutos, ou esterilizado em garrafas seladas a 121°C durante 15 minutos, visando à destruição dos inibidores de tripsina, hemaglutinina e bactérias existentes.

Experimentos desenvolvidos por HADJILIS et al. (73), de mostraram que, após o processamento, em que 10% ou menos de inibidor de tripsina foi retido no leite de soja, não houve interferência no crescimento dos ratos, quantidade de ração ingerida ou CEP. Também para RACKIS (67), o valor nutritivo máximo para o leite de soja é observado com a inativação de 90% de inibidores de tripsina.

De acordo com BAKER & MUSTAKAS (6), o processamento de soja, a temperaturas elevadas em presença de soluções alcalinas, acelera a inativação dos inibidores de tripsina; entretanto, segundo WOODCARD & SHORT (94), o calor úmido sob condições suaves de alcalidade melhora a qualidade da proteína da soja; pode, porém, formar um aminoácido tóxico, a lisilalanina em proteínas vegetais e animais.

Devido a multiplicidade de fatores antinutricionais existentes na soja e sendo estes destruídos somente em condições ideais de tempo, temperatura e umidade, o que dificulta o processamento, maior segurança no que concerne a disponibilidade de nutrientes essenciais seria conseguida com utilização de variedades de soja livres de tais fatores.

1.5. Influência da variedade na composição química do grão e do leite de soja

Segundo LAM-SÁNCHEZ (52) a soja foi a primeira leguminosa a ser estudada quanto ao conteúdo de proteínas, principalmente sob o ponto de vista nutricional e do processamento.

CAMPOS & CANECHIO FILHO (16) afirmam que, embora a soja seja originária de clima temperado, adapta-se bem numa ampla faixa de outros climas. Assim, suas variedades aclimatadas desenvolvem-se muito bem nos climas tropical e sub-tropical.

Segundo GOMES (35), são cultivadas atualmente no Brasil, dezenas de variedades de soja, das quais doze foram introduzidas diretamente dos Estados Unidos. Após algumas modificações, adaptaram-se bem à ecologia nacional. As outras variedades foram conseguidas por hibridação ou por simples seleção de plantas, provenientes de sementes importadas.

De acordo com SMITH & CIRCLE (78) e SMITH & WOLF (79) as variedades de soja são bem conhecidas pela coloração, tamanho, forma das sementes e outras propriedades físicas, bem como pela sua composição química.

COLLINS & CARTTER (18) informam que a composição química da semente é uma das características mais importantes a ser considerada no melhoramento de variedades de soja, verificando-se que as propriedades físicas e químicas são modificadas consideravelmente pela hereditariedade e pelas condições climáticas nas quais são cultivadas. Do mesmo modo, para COWAN (22), o conteúdo de proteína e de óleo variam muito com a variedade, uso de fertilizantes e condições ambientais. A soja comercial contém aproximadamente 8% de casca, 90% de cotilédones, 2% de hipocotilédones e plúmula. Kawamura e Bailey; Copen & Clerc, citados por COWAN (22) informam que a composição percentual média das várias frações da soja apresentam-se de acordo com o Quadro 3.

QUADRO 3. Composição percentual média das várias frações de soja

Frações da soja	Proteína %	Gordura %	Carboidratos %	Cinzas %
Grão total	40	21	34	4,9
Cotilédone	43	23	29	5,0
Casca	8,8	1	86	4,3
Hipocotilédone	41	11	43	4,4

De acordo com HYMOWITZ et alii (42), embora a soja contenha principalmente proteínas e lipídeos, possui também uma quantidade apreciável de carboidratos, tais como: estaquiase (2,6%), rafinose (0,8%) e sacarose (5,9%).

DILMER (25) afirma que, no futuro, um aumento da produção de soja pode ser esperado e que esse aumento resultará do plantio de mais acres com variedades melhoradas, paralelo aos avanços de práticas agronômicas satisfatórias.

GOMES (35) informa que na seleção das variedades para cruzamento deve-se levar em consideração as características das variedades. Nas gerações F_2 e F_3 , cuida-se da época da floração, maturação, altura das plantas, resistência às doenças e da deiscência das vagens. Na geração F_6 considerem-se a produtividade e a composição química das sementes.

COSTA & MIYA (19), verificaram entre oito variedades de soja cultivadas no Brasil, uma média protéica de 40,37%, variando entre 39% (Davis) e 42% (Pelicano), sendo o teor médio de matéria graxa 22,89%, variando de 21% (Pelicano) e 24% (Davis); o teor médio de fibra foi de 5,72% com limites entre 5,02 e 7,85%, para variedades Davis e Pelicano respectivamente. Em outro estudo, COSTA, MIYA & FUGITA (20) analisando sete variedades de soja cultivadas no Brasil, encontram um teor médio de proteína de 40,75%, variando de 40 a 41,38% nas variedades IAC-1 e Viçõja, respectivamente; a média de matéria graxa foi de 22,74% com limites de 21,38% (IAC-1) e 23,57 (IAC-2); para as fibras (não incluindo hemicelulose e parte das pentosanas), encontraram um teor médio de 6,71%, variando de 6,13% (Santa Rosa) a 7,06% (IAC-1). Com exceção das variedades IAC-1 e Mineira, foi observado que a soma dos teores de matéria graxa e de proteína manteve-se dentro dos limites de $64\% \pm 0,5$, o que indica existir uma relação inversa entre os teores desses componentes no grão. Os dados apresentados acima foram calculados sobre a matéria seca.

SIKKA et alii (75) afirmam que a composição química da soja é governada por hereditariedade e caracteres ambientais. Analisando seis variedades de soja da Índia na safra 1973/74, verificaram um teor médio de proteínas de 47,64%, variando de 44,45% a 49,97% nas variedades Hill e JS-2 respectivamente e um teor médio de lipídeos de 24,45%, variando entre 20,96% (Kalitur) e 26,66% (Bragg). Em estudo semelhante, KAKADE et alii (48) encontraram em cinco variedades de soja cultivadas em Illinois E.U. um teor médio protéico de 38,8%, com limites de 36,6 a 41,2% para as variedades PI-153319 e Provar, respectivamente.

Segundo Kawamura, citado por LAM-SÁNCHEZ (52), a composição química da soja calculada sobre a matéria seca apresenta-se com 40,3% de proteínas, 21% de lipídeos, 4,9% de cinzas e 33,9% de carboidratos. Os constituintes dos carboidratos da soja consistem em 4,0% de celulose, 15% de hemicelulose, 3,8% de estaquiose, 1,1% de refinose, 5% de sacarose e 5,1% de outros açúcares.

Cartter & Hopper, citado por SMITH & CIRCLE (78) baseados em pesquisas realizadas, concluíram que a variação no conteúdo de proteínas da soja é resultante de dois fatores: a localidade onde os grãos foram cultivados, (tipo de solo e condições ambientais) e a variedade.

Pesquisas vêm sendo realizadas com o leite de soja, visando sua introdução não só na alimentação humana, como também na animal, pois segundo TIESENHAUSEN & NEIVA (83) a utilização do leite de soja no aleitamento artificial de bezerros têm demonstrado respostas satisfatórias em termos de desempenho produtivo, além de apresentar-se mais econômico que o leite de vaca.

BOURNE (13) informa que maior atenção é dada ao grão de soja e não a outros feijões para a fabricação de bebida protéica, pelo fato de ser a soja diferente em natureza e composição química em relação a outros feijões. Os teores de proteínas, lipídeos variam na soja Glycine max entre 30 a 40% e 18 a 21%, respectivamente, não contendo amido em sua composição. Para feijões comuns Phaseolus vulgaris, esse conteúdo encontra-se entre 16 a 23% de proteínas, 1 a 3% de lipídeo e Phaseolus aureus "mungo beans", mostra-se com 24,4% de proteínas, 1% de lipídeo e 64,6% de amido. WOLF (90) também afirma que a soja contém pouco ou nenhum amido, quase o dobro de proteínas e dez vezes mais lipídeos que as sementes comuns, enquanto que os feijões comuns possuem quase 2/3 de amido em sua composição.

A fração lipídica está contida nos grãos de soja em numerosas inclusões chamadas esferossomas (0,2 a 0,3 micra de diâmetro) e a proteína está contida em sítios de armazenagem chamados grãos de aleurona ou corpos de proteína (2 -20 micra de diâmetro) WOLF (90).

Segundo Daubert, citado por LAM-SÁNCHEZ (52), o óleo de soja contém 85% de ácidos graxos. Dentre eles, os principais insaturados presentes são o oléico, o linoléico e o linolênico; algumas evidências têm demonstrado que o conteúdo de ácido linolênico está relacionado com a qualidade do óleo, por ser um ácido graxo essencial.

BOURNE, CLEMENTE & BANZON (14), utilizando 30 variedades de soja cultivadas nas Filipinas para o preparo do leite de soja em proporção soja água de 1:10; obtiveram os seguintes percentuais

para o grão e leite de soja conforme Quadro 4.

QUADRO 4. Teor percentual médio dos componentes químicos do grão e do leite de soja.

Componentes	grão de soja		leite de soja	
	média	limites	média	limites
Proteína	33,30	(27,30-36,20)	2,70	(2,28-3,55)
Óleo	19,70	(14,70-22,60)	1,03	(0,35-1,32)
Fibra	6,46	(4,05-7,98)	-	-
Umidade	11,96	(9,70-14,70)	-	-

O teor de fibra não foi determinado no leite de soja por ter sido igual a zero, após a filtração. Observa-se pelos dados de BOURNE, CLEMENTE & BANZON (14) que as variedades I-78 e CES-425 destacaram-se com 36,2% de proteínas no grão, porém, foram encontrados apenas 2,87 e 3,55% de proteínas no leite extraído das respectivas variedades; portanto, o teor de proteínas no leite de soja depende de variedades com alto teor de proteína solúveis na água, ou seja, do maior rendimento da proteína durante a extração. O baixo valor do coeficiente de correlação encontrado por BOURNE, CLEMENTE & BANZON (14), indica que o conteúdo de proteína e gordura no grão de soja tem pouco efeito sobre esses componentes no leite de soja. Não foi verificada correlação entre o conteúdo de fibra no grão de soja e o conteúdo de proteína no leite.

MUSTAKAS et alii (61) apresentam a composição química do leite de soja, em dispersões de 10% e 12,5% e Watt et alii citados por MUSTAKAS et alii (61) mostram a composição do leite de vaca da seguinte ordem, conforme Quadro 5.

QUADRO 5. Composição centesimal do leite de soja e leite de vaca.

Componentes	Leite de soja em dispersão		Leite de vaca
	10%	12,5%	
	%	%	%
Água	90,0	87,5	87,4
Sólidos totais	10,0	12,5	12,6
Proteína	3,3	4,1	3,5
Lipídeo	3,0	3,7	3,5
Carboidrato	2,4	3,1	4,9
Fibra	0,14	0,2	0
Cinza	0,60	0,8	0,7

SHURPALEKAR et alii (74), em seus estudos com leite de soja e de amendoim mostram, para os respectivos leites, teores de proteína, iguais a 2,53% e 2,52% (N x 6,38); lipídeos 1,8% e 1,9%; carboidratos, 5,0% e 5,2%; cinzas 0,52% e 0,53, e sólidos totais : 9,8% e 10,1%.

MITAL, STEINKRAUS & NAYLOR (58), utilizando a variedade Harosoy para fabricação do leite de soja em proporção de soja : água de 1:9, encontraram 3,31% de proteínas (N x 5,71); 2,20 de gordura; 0,49% de cinzas; 91,77% de umidade e 2,23% de carboidratos.

MAN, STANLEY & RASPER (56), estudando 55 variedades de soja no Canadá e analisando a composição dos grãos e seus respectivos leites em razão soja: água de 1:10, encontram um conteúdo protéico do grão de soja dentro de um limite de 30,30 a 46,13%, com valor médio de 40,89% e um conteúdo protéico no leite de soja de 1,79 a 3,64%, com média de 2,71%. Para a gordura, foram encontrados no grão limites de 14,46 a 21,26%, com média de 17,16%; e, com relação ao leite, limites de gordura de 0,72 a 1,69%, com média de 1,24%.

Existe uma variação marcante entre a composição química do grão e do leite de soja, quando se trabalha com diferentes variedades, sendo que a variedade de soja utilizada na fabricação do leite merece considerada atenção, fazendo-se necessário uma triagem destas para o preparo de um leite de soja que satisfaça as necessidades nutricionais do indivíduo.

O presente trabalho teve os seguintes objetivos:

Objetivo geral:

Selecionar, entre dez variedades de soja cultivadas no Brasil, as mais indicadas, sob o aspecto nutricional, para o preparo do leite.

Objetivos específicos:

Verificar:

- . A composição centesimal do grão e do leite de soja;
- . Os principais aminoácidos limitantes do leite de soja extraído das dez variedades e determinar o seu aproveitamento teórico pelo organismo, através do Cômputo Protéico Químico;
- . A correlação existente entre proteína do grão x proteína do leite; proteína no grão x proteína recuperada no leite, lipídeo no grão x lipídeos no leite, fibra no grão x proteína no leite;
- . A atividade do inibidor de tripsina e quimotripsina na amostra de leite de soja cru e aquecido;
- . O percentual de inibidor de tripsina e quimotripsina retido no leite após o processamento térmico utilizado.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Material

As amostras analisadas foram constituídas dos grãos de 10 variedades comerciais de soja cultivadas no Brasil, colhidas na Estação Experimental de Uberaba-MG, na safra de 1977/78, submetidas aos mesmos tratamentos culturais.

As variedades ensaiadas foram: Paraná, UFV-1, IAC-5, Planalto, IAC-2, Flórida, Viçosa, Santa Rosa, Pampeira e IAS-4.

Dos grãos de cada variedade foi preparado o leite, conforme descrito em "Métodos".

2.2. Delineamento experimental

O delineamento experimental usado para os testes químicos, foi o inteiramente casualizado, num total de 10 tratamentos, sendo que as variedades de soja utilizadas foram sorteadas, constituindo os tratamentos, com 2 repetições para análise de aminoácidos e cinzas no leite de soja, e 3 repetições para análises de proteína, lipídeos, sólidos totais, umidade, fibra, pH e cinzas.

Para efeito de análise estatística, na medição da atividade dos inibidores proteolíticos, os resultados sofreram transformações aritméticas, perfazendo um total de 10 repetições, baseado no protocolo descrito conforme PORTELA (64).

As análises de variância, a aplicação do teste de Tukey para comparação entre as médias e a determinação dos coeficientes de correlação, foram feitos segundo os métodos usuais de PIMENTAL GOMES (63). Realizou-se análise de correlação entre os parâmetros: proteína no grão x proteína no leite; proteína no grão x proteína recuperada no leite; lipídeos no grão x lipídeos no leite e fibra no grão x proteína no leite.

2.3. Métodos

Os grãos foram analisados após terem sido triturados em moinho tipo "Willey", com peneiras de malha 20.

O leite de soja foi preparado de acordo com o método "DLC" adotado pelo Departamento Estadual da Criança, segundo SILVA, SARRIOS & COLI (77). Em linhas gerais, seguiram-se os seguintes passos: seleção e lavagem dos grãos, maceração (12 horas), descorticação, desintegração dos grãos, adição de água, aquecimento (97° C por 10 minutos, contados do início da ebulição do leite), filtração e correção do volume final.

Foi utilizada a proporção soja: água igual a 1:1, segundo Miller, citado por BOURNE, CLEMENTE & BANZON (14).

Tanto os grãos de soja como os leites obtidos das variedades em estudo, foram submetidos aos seguintes ensaios químicos:

2.3.1. Proteínas

Foi verificado o conteúdo de Nitrogênio do grão e do leite de soja, utilizando o método de Kjeldahl, multiplicando o valor do Nitrogênio pelo fator 6,25, segundo HORWITZ (41).

A proteína recuperada (PR) no leite, foi determinada pela fórmula:

$$PR = \frac{\% \text{ de proteína do leite} \times a \times 100}{\% \text{ de proteína da soja} \times b}$$

onde:

a = volume de leite utilizado correspondente a 500 ml

b = peso de soja utilizado correspondente a 71 g

2.3.2. Lipídeos

Para as amostras dos grãos de soja, foi realizado o extrato etéreo com auxílio de extrator contínuo de Soxhlet, conforme HORTWITZ (41).

Para os leites, seguiu-se o método do lactobutirômetro de Gerbur, segundo técnica descrita pelo I~~T~~AL (43).

I~~T~~AL

2.3.3. Sólidos totais

Secagem do material em estufa com circulação de ar regulada a 65°C, seguindo técnicas do IAL (43).

2.3.4. Umidade

Dessecação em estufa regulada a 105°C segundo HORWITZ (41).

2.3.5. Fibra

O material desegordurado foi submetido a digestão ácida , seguida da digestão alcalina, conforme o método de HENNEBERG (40).

2.3.6. Resíduo mineral fixo (cinzas)

Incineração do material em mufla regulada a 500°C até peso constante, de acordo com HORWITZ (41).

2.3.7. pH

O pH no leite foi determinado em potenciômetro com eletrodo combinado de vidro.

2.3.8. Inibidores proteolíticos

A determinação dos inibidores proteolíticos no extrato cru e extrato aquecido (leite), foi realizada segundo metodologia de

KUNITZ (51), que consiste na digestão da caseína pela enzima tripsina e quimotripsina, determinando-se sua atividade pela introdução do inibidor. Realizou-se o trabalho na faixa linear do ensaio. A determinação da atividade dos inibidores proteolíticos foi realizada conforme proposto por JAFFÉ (44 e 45).

Os resultados foram expressos em Unidade de Tripsina Inibida/ml (UTI/ml) e Unidade de Quimotripsina Inibida/ml (UQI/ml).

As leituras de absorvância foram realizadas em espectrofotômetro Beckman, modelo DU-2, na faixa de 275 e 280 nm, para tripsina e quimotripsina respectivamente.

2.3.8.1. Atividade dos inibidores de tripsina pelo ensaio caseinolítico

Determinação realizada de acordo com método de KUNITZ (51) descrito por KAKADE, SIMONS & LIENER (46). As leituras da solução estoque de tripsina foram multiplicadas pelo fator 0,70, segundo DECKER (24).

Uma unidade de tripsina (UT) foi definida como um aumento de 0,01 unidade de absorvância segundo KAKADE et alii (49) a 280nm por 20 minutos de incubação de 10 ml da mistura reativa (inibidor + solução de tripsina + solução tampão + solução de TCA + caseína) dentro das condições estabelecidas de temperatura, pH, concentração do extrato inibidor e enzimático, KUNITZ (51).

2.3.8.2. Atividade dos inibidores de quimotripsina pelo ensaio caseinolítico

Determinação pelo método de KUNITZ (51), de acordo com técnica de KAKADE, SWENSON & LIENER (47). As leituras foram realizadas numa faixa de 275 nm. As leituras da solução estoque de quimotripsina, foram multiplicadas pelo fator 0,5, segundo SCHMIDT et alii (72).

Uma unidade de quimotripsina (UQ), é definida como em aumento de 0,01 unidades de absorvância. O tempo de incubação foi de 20 minutos para os 10 ml da mistura reativa (inibidor + solução de quimotripsina + solução tampão + solução de TCA + solução de caseína). dentro das condições ideais estabelecidas, KUNITZ (51).

2.3.9. Análise de aminoácidos (aminograma)

As amostras do leite de soja obtidas das 10 variedades foram liofilizadas em liofilizador "Thermovac" à pressão de 0,03 atm, temperatura do banho - 60°C e temperatura de condensação - 90°C. A liofilização das amostras foi realizada no Instituto de Microbiologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro - RJ.

O hidrolisado protéico foi analisado por cromatografia líquida em coluna de resina de troca iônica, segundo técnica de SPACKMAN et alii (81) e MOORE & STEIN (60), usando analisador Beckman, modelo 120 C.

Devido a alta sensibilidade dos aminoácidos sulfurados à hidrólise ácida, foram estes previamente convertidos em compostos

mais estáveis pela oxidação com ácido perfórmico, segundo técnica de MOORE (59). Os hidrolisados obtidos foram analisados para ácido cistéico e metionina sulfona.

2.3.10. Cômputo Protéico Químico

Para verificação dos aminoácidos limitantes existentes nas proteínas em estudo, foi realizado o cômputo proteínico, tomando como referência as proteínas do ovo de galinha e leite de vaca, segundo FAO (31).

Foi calculada a relação E/T das proteínas do ovo e de leite, indicando-se a proporção de aminoácidos essenciais em relação ao nitrogênio total, FAO (31).

$$E/T = \frac{\text{Aminoácidos essenciais (g)}}{\text{Porcentagem de Nitrogênio total}}$$

Foi calculada a relação A/E, indicando-se quais dos aminoácidos essenciais encontram-se em desequilíbrio na proteína.

$$A/E = \frac{\text{Aminoácidos essenciais (mg)}}{\text{Total de aminoácidos essenciais (g)}}$$

Observou-se a porcentagem de diferença de cada aminoácido essencial da proteína em estudo, em relação a proteína ideal, e o aminoácido mais deficiente foi considerado como limitante, FAO (31).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Composição centesimal

Os resultados das análises químicas relativas aos grãos das 10 variedades de soja em estudo, estão apresentados no Quadro 6.

O resumo das análises de variância para proteína, lipídeos, umidade, fibra, cinza e Extrato Não Nitrogenado (E.N.N.) no grão de soja é apresentado no Quadro 1 B do apêndice.

Conforme o Quadro 6, verifica-se que os grãos de soja da variedade IAC-2 apresentaram maior teor de proteínas, mostrando-se estatisticamente iguais às variedades Paraná, UFV-1, IAC-5, Planalto e Flórida, e superiores aos grãos das demais.

Observa-se ainda que para o teor de lipídeos, a variedade Pampesira foi superior às demais, sendo que as variedades UFV-1, Planalto, IAC-2, Viçoja e IAC-5, sem diferirem entre si, apresentaram os menores teores de lipídeos.

Os resultados obtidos concordam com as afirmações de ALMEIDA (2), COWAN (22), SMITH & CIRCLE (78), SMITH & WOLF (79) de que a composição dos grãos de soja oscila com a variedade, sendo

QUADRO 6. Médias percentuais relativas a avaliação química dos grãos de dez variedades de soja cultivadas no Brasil.

Variedades	Umidade	Lipídeos	Proteínas*	Fibra	Cinza	E.N.N.**
Paraná	9,87	22,08	38,96	6,89	4,18	18,01
UFV-1	9,75	20,84	39,46	6,24	4,33	19,08
IAC-5	10,79	21,47	39,42	6,86	4,27	17,19
Planalto	11,96	21,14	39,17	6,74	4,14	16,92
IAC-2	10,86	21,01	39,73	6,56	4,30	17,58
Flórida	11,03	21,84	38,64	5,81	4,14	18,54
Viçosa	10,88	21,04	37,85	5,92	4,25	20,06
Santa Rosa	11,16	22,33	38,46	5,80	3,95	18,30
Pampeira	10,70	23,74	38,25	5,96	4,06	17,29
IAS-4	11,25	22,21	38,08	5,66	4,06	18,74
DMS Tukey 1%	2,28	0,78	1,21	0,63	0,19	3,06

* = N x 5,25

** = obtido por diferença.

afetada ainda pelo clima, solo, grau de maturação e tratos culturais, valendo salientar que todas as variedades analisadas foram cultivadas num mesmo tipo de solo, colhidas e analisadas numa mesma época.

Observando o Quadro 6, verifica-se que o conteúdo de umidade não diferiu estatisticamente entre as variedades analisadas, apresentando-se dentro dos limites 9,75 a 11,96% para as variedades UFV-1 e Planalto, respectivamente. Segundo WOLF & COWAN (92), alto teor de umidade em grãos de soja promove crescimento de fungos e mofo, transferindo um "odor de mofo" aos grãos. Com um conteúdo inicial de 12% de umidade, os grãos são geralmente estocados por 2 anos. Com 13 a 15% de umidade os grãos de soja podem ser estocados por vários meses, durante tempo frio e para um conteúdo de umidade mais elevado, são usualmente secos antes da estocagem. As variedades estudadas apresentaram teores de umidade abaixo de 12%, podendo provavelmente ser estocadas por um período de 2 anos.

O Quadro 6 mostra que o conteúdo de fibra da variedade Paraná foi superior ao das demais variedades e estatisticamente igual ao encontrado nas variedades "IAC-5", "Planalto" e "IAC-2", variando num limite de 5,66 a 6,89% para as variedades IAS-4 e Paraná, respectivamente. Os valores percentuais de fibra obtidos no presente trabalho encontram-se dentro do limite citado por BOURNE, CLEMENTE & BANZON (14) e MAN, STANLEY & RASPER (56) os quais são da ordem de 4,05 a 14,40%.

A variedade UFV-1 mostrou-se superior às demais quanto ao conteúdo de cinzas e estatisticamente igual a "Paraná", "IAS-5", "IAC-2" e "Viçosa", variando num limite de 3,95 a 4,33%. COSTA &

MIYA (19), analisando 9 variedades de soja, encontraram limites de 4,43 a 5,45 de cinzas, sendo esse limite próximo ao apresentado no Quadro 6. Provavelmente, a diferença do teor de cinzas no presente estudo esteja relacionada a diferenças de variedades, uma vez que as condições de cultura da soja foram semelhantes.

Quanto ao Extrato Não Nitrogenado (E.N.N.), verifica-se, pelo Quadro 6, que as variedades Paraná, UFV-1, IAC-2 e Viçosa foram as que mais se destacaram, mostrando-se significativamente iguais às demais, exceto na variedade Planalto. O limite médio encontrado para o E.N.N. foi de 16,92 a 20,06% nas variedades Planalto e Viçosa, respectivamente, mostrando esses dados concordância com os de O'belly & Gieger, citado por SMITH & CIRCLE (78) na soja, com valores entre 17,93 a 30,18%.

Observa-se que os limites médios encontrados para a composição centesimal das variedades de soja em estudo encontram-se dentro da faixa de valores obtidos por BOURNE, CLEMENTE & BANZON (14), pesquisando trinta variedades para o preparo do leite de soja, COSTA & MIYA (19) estudando nove variedades de soja e MAN, STANLEY & RASPER (56) estudando cinquenta e cinco variedades de soja também para o preparo do leite.

Os resultados obtidos pelos autores referidos (14, 19 e 56), apresentaram os seguintes limites, mostrados em percentagem: proteína 27,30 a 46,13; lipídeos 14,46 a 23,95 e umidade 4,21 a 14,70.

Os resultados percentuais das análises do leite de soja estão apresentados no Quadro 7.

QUADRO 7. Valores médios dos principais constituintes químicos e pH do leite de soja (proporção soja: água 1:7) obtido de 10 variedades de soja cultivadas no Brasil.

Variedades	Sólidos totais	Proteína*	Lipídeos	Cinza	pH
Paraná	8,14	3,84	2,57	0,30	6,57
UFV-1	7,74	4,16	2,07	0,32	6,56
IAC-5	8,08	4,22	2,37	0,29	6,48
Planalto	8,12	4,14	2,32	0,30	6,47
IAC-2	8,78	4,18	2,37	0,36	6,49
Flórida	7,13	4,16	2,10	0,27	6,62
Viçosa	7,42	4,05	2,13	0,34	6,55
Santa Rosa	8,34	4,30	2,13	0,34	6,39
Pampeira	8,49	3,94	2,20	0,38	6,46
IAS-4	7,30	4,01	2,07	0,32	6,64
DMS Tukey 1%	0,70	0,28	0,39	0,05	0,10

* = N x 6,25

O resumo das análises de variância para sólidos totais , proteína, lipídeos, encontra-se no Quadro 2 B, cinzas no Quadro 3 B e pH do leite de soja no Quadro 4 B do apêndice.

Conforme Figura 1, o leite de soja obtido da variedade Santa Rosa apresentou-se com mais alto teor de proteínas, sendo, de acordo com o Quadro 7, superior ao teor do leite das demais variedades e estatisticamente igual aos obtidos das variedades IAC-5 , IAC-2, UFV-1, Flórida, Planalto e Viçoja. O leite da "Paraná" mostrou-se inferior quanto ao teor protéico quando comparado com o das demais e estatisticamente igual aos das variedades, Pampeira , IAS-4 e Viçoja. Isto possivelmente se deve ao fato de que as proteínas da soja, segundo WOLF & COWAN (92), em sua maioria são globulinas, sendo essa classe de proteínas insolúvel em água na região do seu ponto isoelétrico (pH 4,2 a 4,6); porém, possui capacidade de se dissolver no seu estado isoelétrico, quando sais tais como cloreto de cálcio ou de sódio são adicionados. Se o pH está acima ou abaixo do seu ponto isoelétrico, a globulina se dissolve em solução aquosa, na ausência de sais. Baseado no exposto, provavelmente as proteínas de soja das variedades Santa Rosa, IAC-5 , IAC-2, UFV-1, Flórida, Planalto e Viçoja, sejam constituídas de maior conteúdo de globulina, quando comparadas com as demais variedades aqui estudadas, ou, ainda, essas variedades provavelmente possuem proteínas com baixo peso molecular, apresentando-se com maior poder de solubilização na água. Segundo WOLF & COWAN (92), as globulinas de soja tratadas com pepsina são solúveis na região do seu ponto isoelétrico, mostrando-se extensivamente hidrolisadas e com baixo peso molecular, quando comparadas com as proteínas não trata-

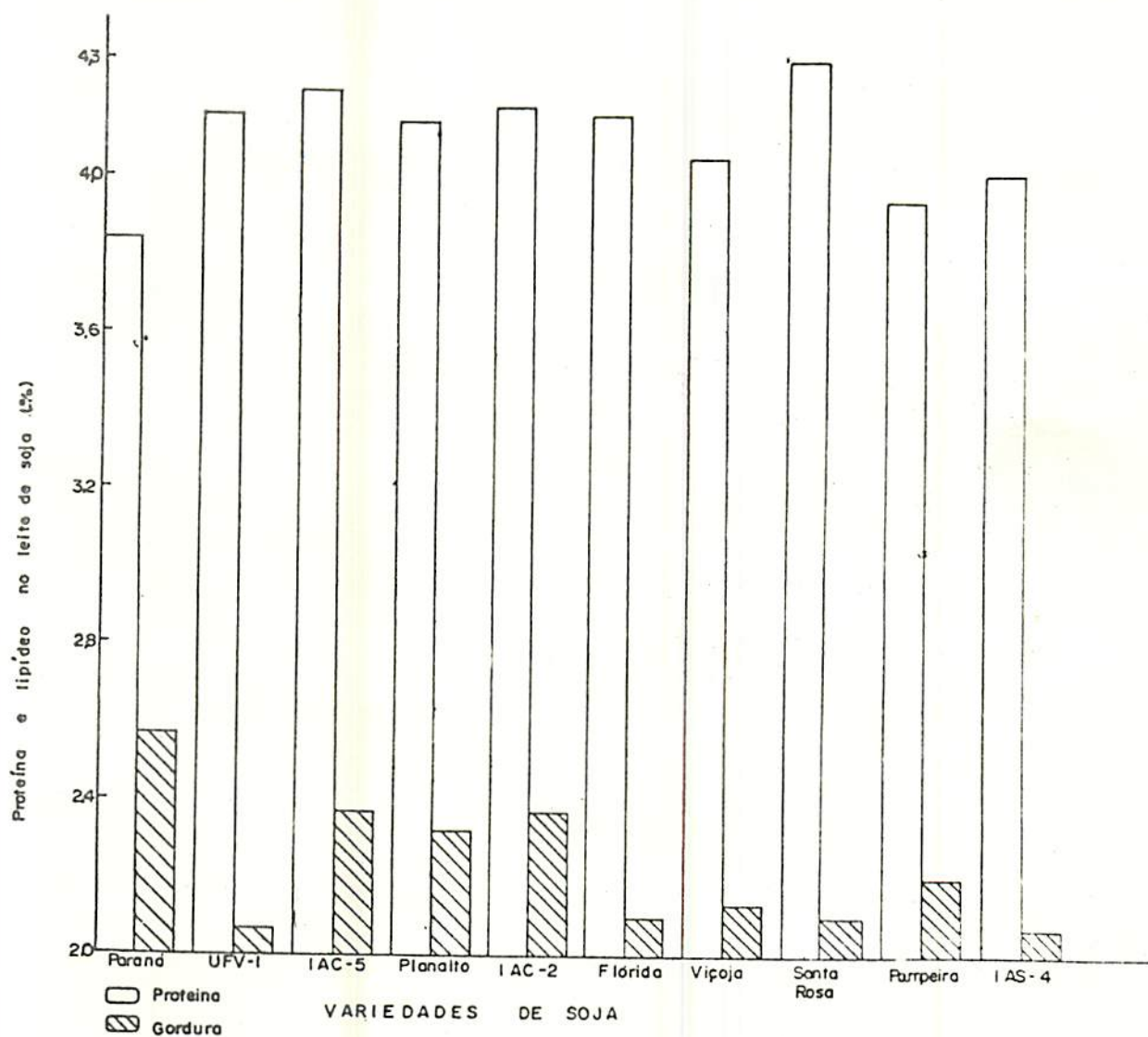


FIGURA 1: Teor percentual de proteína e lipídeo no leite de soja extraído de 10 variedades cultivadas no Brasil.

das, as quais são pouco solúveis.

Segundo Smith & Circle, citado por WOLF & COWAN (92), uma suspensão em água de farinha de soja desengordurada mostrou pH por volta de 6,5 e cerca de 85% dos componentes nitrogenados (principalmente proteínas) se dissolveram; como o pH dos leites em estudo variou de 6,39 a 6,64, conforme Quadro 7, provavelmente ocorreu uma dissolução de aproximadamente 85% dos componentes protéicos, nas distintas variedades.

Os teores protéicos do leite de soja analisados no presente estudo encontram-se ligeiramente acima dos valores verificados por MITAL, STEINKRAUS & MAYLOR (58) e BOURNE, CLEMENTE & BANZON (14), devido à proporção soja: água utilizada, ser da ordem de 1:9 e 1:10, respectivamente. Observa-se pela Figura 1 e Quadro 7 que a variedade Paraná proporcionou leite com maior teor lipídico, mostrando-se estatisticamente igual aos leites obtidos pela "IAC-5", "Planalto", "IAC-2" e "Pampeira"; nota-se que com exceção da variedade Pampeira, as demais acima citadas, não se destacaram quanto ao teor de lipídeos no grão.

SMITH & CIRCLE (78) afirmam que o conteúdo de óleo na soja, e a composição de seus ácidos graxos são influenciados por características genéticas da variedade e pelas condições climáticas, durante o período de elaboração do óleo na semente.

Os teores de lipídeos mostrados no quadro 7 encontram-se acima dos citados por BOURNE, CLEMENTE & BANZON (14) e MAN, STANLEY & RASPER (56) devido a diferença na proporção soja: água utilizada.

O leite de soja extraído da variedade Pampeira, mostrou-se estatisticamente superior aos das demais quanto ao teor de cinzas e igual ao leite obtido das variedades IAC-2, Viçõja e Santa Rosa. Observa-se que os teores de cinzas apresentados no Quadro 7 encontram-se ligeiramente abaixo dos obtidos por SHURPALEKAR et alii (74) e MITAL, STEINKRAUS & NAYLOR (58).

3.2. Variedades de soja x leite obtido

O Quadro 8 apresenta os valores médios percentuais do teor de proteína no grão e no leite de soja e proteína recuperada no leite.

O resumo da análise de variância para proteína recuperada no leite encontra-se no Quadro 4 B do apêndice.

Verifica-se pelo Quadro 8 e Figura 2 que as variedades com alto teor de proteínas no grão, como "IAC-2", "UFV-1", "IAC-5", "Planalto" e "Paraná", proporcionaram leite com teor protéico variável; isto se explica, provavelmente, pela quantidade de proteínas solúveis em água existente em cada variedade, como o caso da "Paraná", que apresenta considerável conteúdo de proteínas insolúveis em água.

As variedades IAS-4 e Viçõja apresentaram teores mais baixos de proteínas no grão e no leite. Observa-se que o leite das variedades UFV-1 e Flórida apresentaram os mesmos conteúdos de proteína; porém, o teor protéico do grão da "Flórida" foi menor do que o da "UFV-1", o que leva a suposição de que para se obter um leite rico em proteínas, outros fatores são envolvidos, além do teor

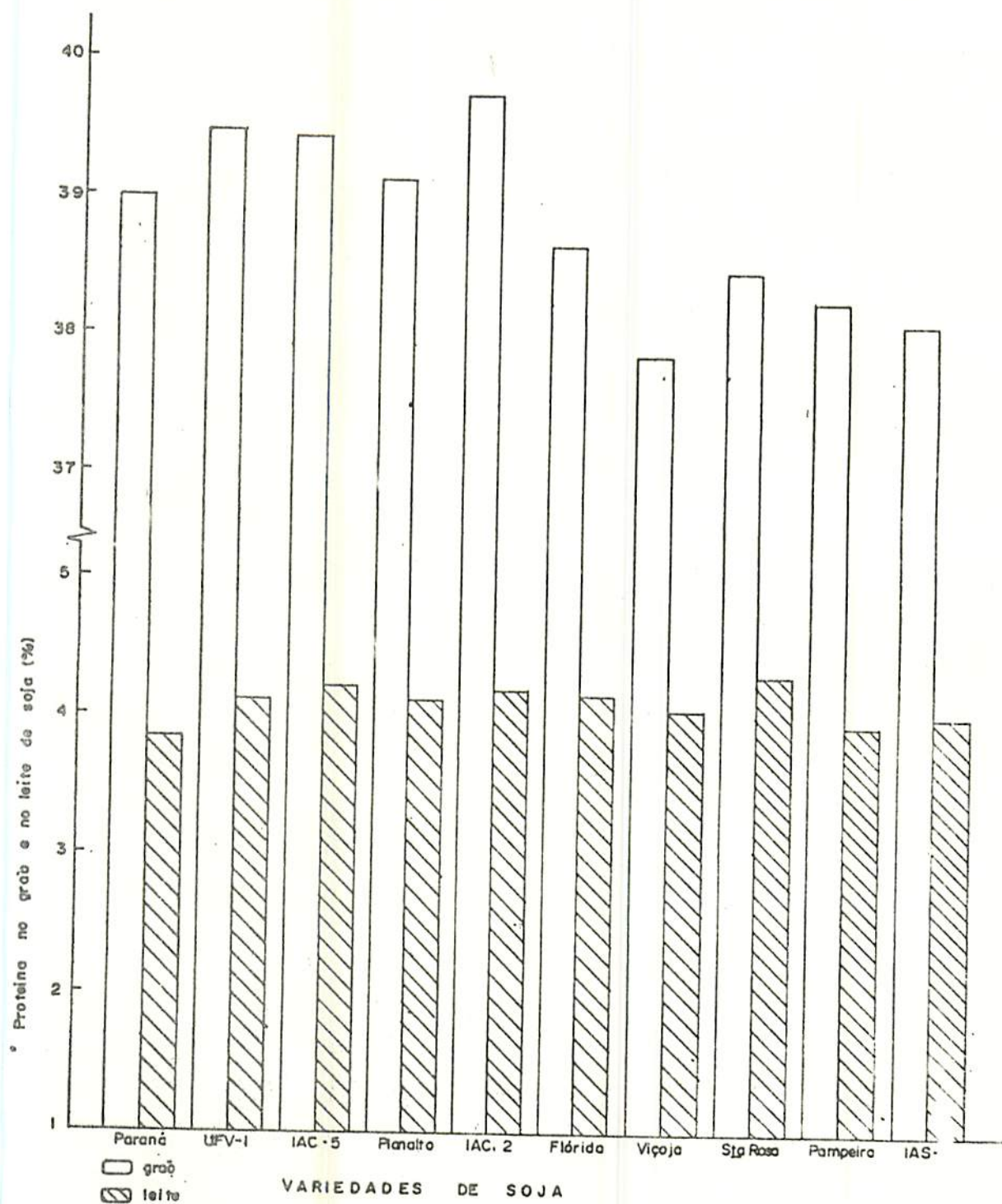


FIGURA 2 : Teor percentual de proteína no grão e no leite de soja extraído de 10 variedades cultivadas no Brasil.

protéico do grão.

Quanto ao conteúdo de proteínas no grão que foi recuperado no leite (Quadro 8), verificou-se que a variedade Santa Rosa foi superior às demais, porém diferiu estatisticamente apenas das variedades Pampeira e Paraná, podendo o fato ser melhor visualizado pela Figura 3. Provavelmente a variedade Paraná, mostraria problemas para fabricação do leite de soja, visto que, durante a filtração, quantidade considerável de proteína é descartada no resíduo.

QUADRO 8. Valores médios percentuais do teor de proteína no grão (ordem decrescente) e no leite de soja, relativo às dez variedades em estudo e a porcentagem de proteína recuperada no leite.

Variedades	Proteína %		Proteína recuperada no leite %
	grão	leite	
IAC-2	39,73	4,18	74,20
UFV-1	39,46	4,16	74,23
IAC-5	39,42	4,22	75,42
Planalto	39,17	4,14	74,36
Paraná	38,96	3,84	69,51
Flórida	38,64	4,16	75,81
Santa Rosa	38,46	4,30	78,68
Pampeira	38,25	3,94	72,48
IAS-4	38,08	4,01	74,12
Viçoja	37,85	4,05	75,33
DMS Tukey1%	1,21	0,28	5,23

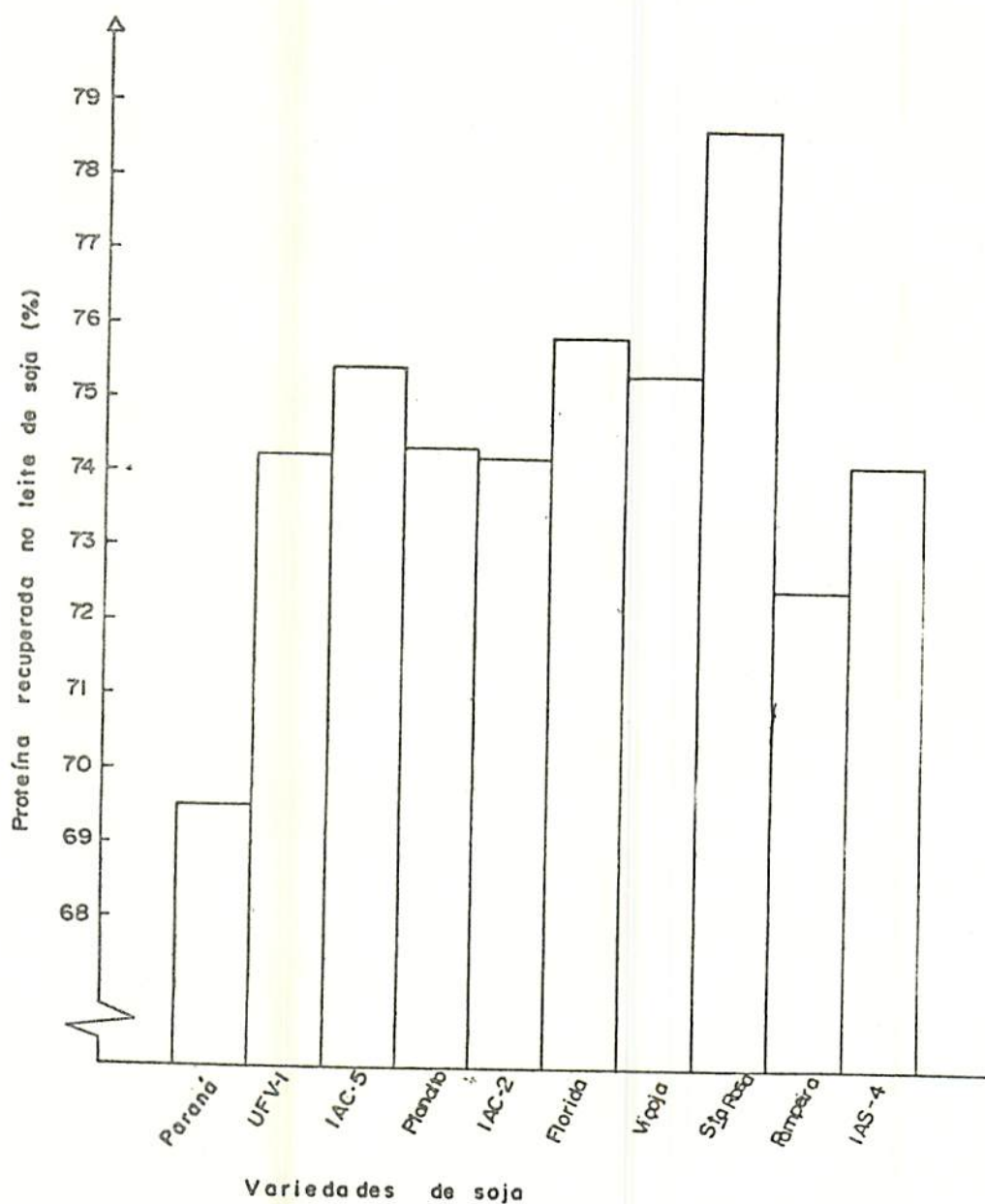


FIGURA 3: Teor percentual de proteínas recuperadas no leite de soja após processamento (%)

Nas considerações acerca da variedade Santa Rosa, ressalta-se ainda que o teor de proteínas no seu grão mostrou-se inferior a penas ao da "IAC-2" e estatisticamente igual às demais. Provavelmente, existe maior conteúdo de proteínas solúveis em água na variedade Santa Rosa que na "IAC-2", embora, estatisticamente, o teor de proteínas no leite de ambas não tenha diferido.

Observando os dados do Quadro 8, e com base no fato de ter sido seguido um padrão para a fabricação do leite de soja, pode-se observar que o percentual médio de proteínas no grão que foi recuperado no leite, foi de 74,41% com limite de 69,51 a 78,68% nas variedades Paraná e Santa Rosa, respectivamente.

Esses valores estão concordantes com os de HACKLER, STILLINGS & POLIMENI (38), os quais, trabalhando com a variedade Clark, obtiveram no leite uma recuperação de 83% da proteína do grão. BOURNE, CLEMENTE & BANZON (14), obtiveram um valor médio de recuperação protéica no leite de soja de 78,5, com limites de 63,9 a 93,1% e ainda MAN, STANLEY & RASPER (56) obtiveram limites de 49,2 a 94,1, com média de 72,69%.

Os coeficientes de determinação (r^2) entre os parâmetros : proteína no grão x proteína no leite; proteína no grão x proteína recuperada no leite; lipídeo no grão x lipídeo no leite e fibra no grão x proteína no leite, foram iguais a: 13,53; 1,67; 0,24 e 0,52%. Os coeficientes de correlação foram todos não significativos e os baixos valores encontrados mostraram a inexistência de associação entre os parâmetros analisados. Os valores encontrados estão abaixo dos obtidos por BOURNE, CLEMENTE & BANZON (14), os quais, estu-

dando 30 variedades de soja para o preparo do leite, encontram pelo coeficiente de determinação (r^2) valores de 34,81; 0,49; 6,25 e 9,61%, indicando que os conteúdos de tais componentes no grão de soja refletem pouco efeito sobre o conteúdo no leite.

3.3. Fração nitrogenada

Os resultados da caracterização e quantificação dos aminoácidos presentes no leite de soja, obtidos das dez variedades em estudo, encontram-se no Quadro 9, e o resumo da análise de variância dos aminoácidos encontra-se no Quadro 5 B do apêndice.

A análise da composição protéica do leite de soja, demonstrou a presença de todos os aminoácidos essenciais. Observa-se que os aminoácidos essenciais fenilalanina e leucina se destacaram nas proteínas dos leites obtidos das variedades UFV-1, Pampeira, Paraná, IAS-4, Viçosa, Planalto, IAC-2 e IAC-5.

O leite obtido da variedade UFV-1 conteve maiores teores de isoleucina e histidina, enquanto que teores de lisina mais elevados foram encontrados no leite obtido das variedades Paraná e UFV-1.

Para o conteúdo de valina, foi o leite das variedades Viçosa e UFV-1 que se sobressaiu, e, finalmente, para os aminoácidos metionina e cistina, considerados por HACKLER & STILLINGS (37), BOOKWALTER et alii (10) e KAKADE et alii (48) como aminoácidos limitantes da soja, destacou-se, no primeiro, o leite obtido pelas variedades IAC-5, Paraná, Santa Rosa e Viçosa, e, para a cistina,

QUADRO 9. Composição média percentual em aminoácidos da proteína do leite de soja extraído de dez variedades cultivadas no Brasil.

Aminoácidos g/16 gN	V A R I E D A D E S										DMS
	Paraná	UFV-1	IAC-5	Planalto	IAC-2	Flórida	Viçoja.	Santa Rosa	Pampeira	IAS-4	
Lisina (a)	6,49	6,42	4,97	5,68	5,69	3,81	5,43	4,10	5,95	5,76	2,22**
Histidina	2,85	3,41	2,16	2,23	2,16	1,77	2,61	1,78	2,68	2,51	-
Arginina	7,74	8,64	6,61	6,84	6,25	5,09	5,59	4,96	7,68	7,67	-
Ácido Aspártico	13,63	11,95	11,04	10,16	9,86	8,07	12,27	8,76	13,53	12,21	-
Treonina (a)	4,03	3,87	3,54	3,32	3,42	2,32	3,46	2,62	3,65	3,53	1,35*
Serina	6,19	5,62	4,82	4,74	5,05	3,44	5,14	3,96	5,74	5,57	-
Ácido Glutâmico	20,75	19,38	17,91	17,23	19,96	12,39	20,68	14,14	21,94	20,37	-
Prolina	5,78	5,16	3,67	3,37	4,40	3,95	4,75	3,86	6,18	4,86	-
Glicina	4,64	4,37	3,57	3,46	3,39	2,69	4,63	2,90	3,96	4,18	-
Alanina	4,48	4,68	3,85	3,72	3,92	2,66	4,40	3,03	4,57	4,24	-
Cistina	1,84	1,67	1,69	1,31	2,29	1,62	1,95	1,81	1,54	1,88	-
Valina (a)	2,72	3,58	2,66	2,81	2,63	1,61	5,31	2,16	3,26	2,95	1,95**
Metionina (a)	1,88	1,50	2,02	1,04	1,34	1,53	1,71	1,77	1,15	1,41	0,37**
Isoleucina (a)	3,04	3,25	2,58	2,39	2,49	1,58	2,74	2,04	3,08	2,71	1,08**
Leucina (a)	7,09	7,38	6,01	5,79	5,97	3,93	6,34	4,70	7,73	6,72	2,86**
Tirosina	3,50	3,98	4,03	3,13	2,97	2,05	3,41	3,08	4,26	3,58	-
Fenilalanina (a)	4,79	5,04	3,96	4,12	4,03	2,68	4,37	3,11	4,91	4,75	1,41**

(a) Aminoácidos essenciais.

* DMS Tukey ao nível de 5% de probabilidade

** DMS Tukey ao nível de 1% de probabilidade

encontrou-se teor altamente significativo no leite de todas as variedades, com exceção apenas da proteína do leite da variedade Plnalto.

Os teores de aminoácidos essenciais da proteína do leite de soja obtido da maioria das variedades aqui estudadas, aproximam-se dos valores relatados por HACKLER & STILLINGS (37), que, trabalhando com a variedade Clark, detectaram, na proteína do leite submetido a 93°C por 15 minutos, num total de aminoácidos essenciais (expressos em g/16gN), da seguinte ordem: lisina 6,20, histidina 2,54; treonina 3,84; valina 4,85; metionina 1,39; isoleucina 5,10; leucina 8,25; fenilalanina 5,17 e triptofano 1,33. Verifica-se que teores de valina, com exceção da variedade Viçoja e isoleucina do presente estudo mostraram-se relativamente inferiores aos citados pelos referidos autores.

O leite extraído das variedades Flórida e Santa Rosa mostrou-se com exceção da metionina, conteúdo de aminoácidos essenciais acentuadamente abaixo quando comparado aos citados por HACKLER & STILLINGS (37).

Segundo LIENER (53), a maior deficiência da proteína da soja, quando comparada com a proteína do leite de vaca ou leite humano, é quanto ao conteúdo de aminoácidos sulfurados.

Observando a composição dos aminoácidos presentes no leite de soja, verificou-se que os não essenciais: arginina, ácido aspártico e ácido glutâmico, corresponderam a um maior percentual nas proteínas do leite de cada variedade, variando de 25,55%, (Flórida) a 43,15% ("Pampeira"); porém, HACKLER & STILLINGS (37), verifica-

ram que os aminoácidos responsáveis pelo maior percentual na proteína do leite de soja foram ácido glutâmico, ácido aspártico e leucina, perfazendo um total de 38,75% do total de aminoácidos presentes.

3.4. Cômputo Protéico Químico

A combinação dos aminoácidos essenciais da proteína do leite de vaca e ovo de galinha, está apresentada no Quadro 1 A do apêndice. Os resultados do cômputo protéico das amostras dos leites de soja encontram-se nos Quadros 2 A a 11 A do apêndice.

Pelos resultados obtidos, verifica-se (Quadro 10) que os aminoácidos limitantes no leite de soja foram a valina, isoleucina, metionina e total de sulfurados. Tais resultados concordam com os de EVANS & BANDEMER (29), os quais relatam que leguminosas mostram-se deficientes em metionina e total de sulfurados, apresentando-se, ainda levemente deficientes em valina, isoleucina e triptofano, e severamente deficiente em histidina.

Os aminoácidos limitantes verificados no presente trabalho concordam ainda em parte com os de SIKKA et alii (75), os quais constataram que os aminoácidos limitantes primários em quatro variedades de soja estudadas foram os sulfurados e os limitantes secundários foram a valina e treonina, sendo esses resultados confirmados ainda por Mitchell e Smuts, Berry et alii, Shrewsbury & Brazler e Mitchell & Block, citados por BARTOLOMÉ (7).

QUADRO 10. Composição média percentual dos aminoácidos limitantes da proteína do leite de soja; percentual do aproveitamento teórico da proteína do leite de soja em relação ao leite de vaca e ovo de galinha e a relação E/T dos leites de dez variedades de soja.

Variedades	Aminoácidos limitantes (g/16 gN)				Aproveitamento teórico da proteína (%)		Relação E/T
	Isoleucina	Metionina	Valina	Total de Sulfurados	Relação ao leite	Relação ao ovo	
Paraná	3,04	-	2,72	-	72,93	71,34	2,29
UFV-1	3,25	1,50	3,58	-	75,80	74,14	2,38
IAC-5	2,58	-	2,66	-	65,29	63,86	2,05
Planalto	2,39	1,04	2,81	-	61,46	60,12	1,93
IAC-2	2,49	1,34	2,63	-	64,01	62,62	2,01
Flórida	1,58	-	1,61	-	44,58	43,61	1,40
Viçosa	2,74	-	-	-	71,66	70,09	2,25
Santa Rosa	2,04	-	2,16	-	53,18	52,02	1,67
Pampeira	3,08	1,15	3,26	2,69	73,25	71,65	2,30
IAS-4	2,71	1,41	2,95	-	68,78	67,29	2,16

O aproveitamento teórico das proteínas do leite de soja variou entre 44,58 a 75,80% em relação ao leite animal e entre 43,61 a 74,14% em relação ao ovo, nas variedades Flórida e UFV-1, respectivamente. Observa-se que o valor 70% relatado por DILMER (26), encontra-se dentro desses limites.

Pelo Quadro 1 A do apêndice pode-se verificar que a relação E/T do leite de vaca é igual a 3,14 e a do ovo igual a 3,21. A relação E/T das proteínas do leite de soja das variedades em estudo encontra-se no Quadro 10, podendo observar uma variação de 1,40 ("Flórida") a 2,38 ("UFV-1"), os quais mostram-se abaixo dos valores das proteínas do leite e ovo, consideradas proteínas ideais.

Segundo FAO (31), se a relação E/T é demasiadamente alta, os aminoácidos essenciais serão usados como fonte de nitrogênio para os aminoácidos não essenciais, que, apesar de serem assim designados, são partes necessárias da molécula de proteína, e, em consequência, necessários para a sua síntese. Tanto na proteína do leite humano quanto na do ovo, a proporção de aminoácidos essenciais é mais elevada do que a necessária para crianças e adultos, embora não esteja clara a razão fisiológica desse fato.

3.5. Inibidores proteolíticos

Os resultados de unidade de tripsina e quimotripsina inibidas no extrato de soja cru e aquecido, estão apresentados no Quadro 11, e o resumo de análise de variância encontra-se no Quadro 6 B do apêndice.

QUADRO 11. Valores médios de UTI/ml e UQI/ml no extrato de soja cru e aquecido à 97°C por 10' e porcentagem de UTI/ml retida no leite de soja.

Variedades	UTI/ml		UQI/ml		% retida no leite	
	extrato de soja		extrato de soja		UTI/ml	UQI/ml
	cru	aquecido	cru	aquecido		
Paraná	129,44	23,93	59,85	28,56	18,49	47,72
UFV-1	108,85	13,16	42,72	34,72	12,09	81,27
IAC-5	126,83	31,77	40,53	29,48	35,05	72,74
Planalto	88,58	26,75	46,61	14,51	30,20	31,13
IAC-2	117,05	45,49	66,26	26,30	38,86	39,69
Flórida	99,38	19,80	46,76	9,99	19,92	21,36
Viçosa	110,06	36,35	47,53	26,33	33,03	55,40
Santa Rosa	119,32	39,40	85,81	14,74	33,02	17,18
Pampeira	136,38	33,13	33,21	22,26	24,29	67,03
IAS-4	106,94	19,91	68,05	10,54	18,62	15,49
DMS Tukey1%	22,64	5,96	10,99	5,58	-	-

Pelos resultados do Quadro 11 observa-se uma variação entre 88,58 a 136,38 UTI/ml no extrato de soja cru, obtido das variedades Planalto e Pampeira, respectivamente. A variedade Planalto destacou-se das demais pelo baixo nível de inibidor de tripsina, mostrando-se, porém, estatisticamente igual às variedades Flórida, IAS-4, UFV-1 e Viçoja. Após a aplicação do tratamento térmico nas amostras de leite de soja, foi observada uma inativação parcial dos inibidores, sendo que os valores de UTI/ml variaram dentro do limite de 13,16 a 45,49 nas variedades UFV-1 e IAC-2, respectivamente. O leite da variedade UFV-1 foi significativamente superior aos leites das demais, apresentando após o processamento térmico, baixo nível de inibidor de tripsina. As variedades Flórida, IAS-4 e Paraná apresentaram, também, após o processamento térmico, níveis baixos desse inibidor.

A variedade Planalto, embora tenha apresentado o nível mais baixo de inibidor de tripsina no grão cru, após atuação do calor, não foi esta variedade que mostrou menor teor desse inibidor, quando comparada com as demais, levando a observar que uma maior eficiência na redução do inibidor de tripsina não dependeria exclusivamente do maior ou menor teor de inibidor no material cru, mas também de suas características. Segundo Kunitz e Birk, citado por WOLF & COWAN (92), o inibidor de "Bowman-Birk" é mais estável ao calor que o de "Kunitz". Provavelmente, as variedades Planalto, IAC-5, Viçoja, Santa Rosa e IAC-2, possuam maiores quantidades do inibidor de "Bowman-Birk", e as demais, o de "Kunitz". KAKADE et alii (48), encontraram em 26 variedades de soja um limite de 100 a 184 UTI/mg de proteína. Os mesmos autores, autoclavando a soja a

130°C por 30 minutos, obtiveram uma destruição de 90 a 95% nas atividades inibitórias de tripsina.

Transformando o limite médio de UTI/ml do extrato de soja cru obtido por PORTELA (64) para a proporção soja: água (1:7) utilizada no presente experimento, observam-se valores de 82,24 a 151,46 UTI/ml para as variedades "Hardee" e "Ia-61-91", respectivamente, semelhantes aos valores encontrados e apresentados no Quadro 11.

O limite médio de UTI/ml do extrato de soja cru encontra-se acima do valor obtido por KAKADE, SIMONS & LIENER (46), quando trabalharam com uma variedade de soja na verificação da atividade do inibidor de tripsina. Esses valores elevados são justificados pelas diferenças existentes na proporção soja: água utilizada.

Para o inibidor de quimotripsina, observou-se uma variação entre 33,21 a 85,81 UQI/ml no extrato de soja cru, obtido das variedades Pampeira e Santa Rosa, respectivamente. As variedades IAC-5 e UFV-1 também apresentaram baixos níveis de atividades inibitória de quimotripsina, sendo estatisticamente iguais à "Pampeira".

Os valores de UQI/ml do extrato de soja cru obtidos por PORTELA (64), transformados para a proporção soja: água 1:7, a qual foi utilizada no presente estudo, apresenta-se limite da ordem de 1,63 a 76,27 UQI/ml do extrato de soja cru nas variedades Mineira e Viçoja, respectivamente, sendo o limite inferior acentuadamente abaixo dos valores apresentados no Quadro 11.

Observa-se pelo Quadro 11, que a variedade "Pampeira" mostrou-se com mais alto nível de inibidor de tripsina e o mais baixo nível de inibidor de quimotripsina no material cru.

Segundo Birk, citado por KAKADE et alii (48), a atividade do inibidor de quimotripsina pode ser atribuída primeiramente à presença do inibidor de "Bowman-Birk", o qual, em contraste com o de "Kunitz", é também um potente inibidor de quimotripsina, levando assim novamente a enfatizar que provavelmente a variedade Santa Rosa possui em sua estrutura protéica o de "Bowman-Birk". Os inibidores de tripsina da variedade IAS-4 e Paraná, embora tenham verificado serem instáveis ao calor (características do inibidor de "Kunitz") mostraram-se com alto nível de inibidor de quimotripsina, (característica do de "Bowman-Birk"); tais resultados sugerem que essas variedades possuam níveis equilibrados do inibidor de "Bowman-Birk" e do de "Kunitz".

Observa-se pelo Quadro 11 que após a aplicação do processamento térmico nas amostras dos leites de soja, os valores de atividade inibidora de quimotripsina foram da ordem de 9,99 a 34,72 UQI/ml do extrato aquecido (leite), nas variedades Flórida e UFV-1, respectivamente.

Após o processamento térmico, o percentual de UTI/ml retido no leite foi da ordem de 12,09 a 38,86% pelas variedades UFV-1 e IAC-2, respectivamente, e para inibidores de quimotripsina retidos no leite, um percentual de 15,49 a 81,27% pelas variedades IAS-4 e UFV-1.

A variedade UFV-1 mostrou-se com menor percentual de inibidor de tripsina retido no leite e maior de quimotripsina. Provavelmente a temperatura necessária para eliminar os inibidores de quimotripsina deverá ser mais elevada que a para eliminar os inibidores de tripsina. Com exceção apenas da variedade Santa Rosa e IAS-4, as demais mostraram um percentual mais elevado de inibidores de quimotripsina, retido no leite mais elevado que o de tripsina.

Ensaaios biológicos com ratos conduzidos por HACKLER et alii (39), demonstram que a presença de inibidores triptícos no leite de soja após o processamento térmico num valor de 10% ou menos, não interfere no crescimento dos animais. Observando o Quadro 11 verifica-se que os valores de inibidores triptícos retidos no leite encontram-se acima de 10%. Provavelmente para maior eliminação desses inibidores, seria necessário utilizar-se de temperatura mais elevada ou tempo mais prolongado no processamento do leite. HACKLER et alii (39) processaram o leite de soja da variedade Clark numa temperatura de 93°C , porém, utilizaram tempo de aquecimento igual a 15, 30, 60, 120 e 240 minutos. Verificaram que o inibidor de tripsina retido no leite foi igual a 66,56, 14,4 e zero %, respectivamente. Comparando o parâmetro, 93°C por 15 minutos, no qual os autores (39) obtiveram um valor de 66% de inibidores triptícos retidos no leite de soja, com os valores encontrados no presente estudo (Quadro 11), observa-se que, numa temperatura um pouco mais elevada (97°C), por um tempo mais reduzido (10 minutos), obteve-se maior redução do inibidor de tripsina. Deve-se ressaltar que as diferenças no conteúdo de inibidores triptícos podem também ser in

fluenciadas pelas diferentes variedades de soja utilizadas em am
bos os ensaios.

4. CONCLUSÕES

Diante das condições experimentais utilizadas na realização do trabalho e de acordo com os resultados obtidos, conclui-se que:

1. O teor protéico do leite de soja não depende do teor protéico do grão, e sim da quantidade de proteínas solúveis em água.

2. Os aminoácidos limitantes da proteína do leite de soja em relação às proteínas do leite de vaca foram a metionina, valina e isoleucina para o leite da variedade Pampeira; isoleucina para o da "Viçoja" e valina e isoleucina para o leite extraído das demais variedades.

3. Os aminoácidos limitantes da proteína do leite de soja em relação a proteína do ovo de galinha foram a metionina, valina, isoleucina e total de sulfurados para o leite da variedade Pampeira; metionina, valina e isoleucina para o da "UFV-1", "Planalto", "IAC-2" e "IAS-4"; isoleucina para o da "Viçoja" e valina e isoleucina para o leite das demais variedades.

4. As variedades estudadas apresentaram um teor de proteína recuperada no leite, após o processamento acima de 72%, exceto a "Paraná" (69,50%).

5. O leite da variedade UFV-1 apresentou menor teor de inibidores de tripsina, e o leite da variedade Flórida mostrou menor teor de inibidor de quimotripsina, após processamento térmico , quando comparados ao leite das demais variedades.

6. O processamento térmico do leite de soja a 97°C por 10 minutos, não foi suficiente para reduzir os inibidores proteolíticos ao nível de 10% ou menos.

7. A proteína do leite das variedades Paraná, UFV-1, Viçoja e Pampeira apresentou índice de aproveitamento protéico teórico acima de 70%, sendo essas, as mais indicadas para a fabricação do leite.

5. RESUMO

Analísaram-se os grãos de dez variedades de soja (Paraná , UFV-1, IAC-5, Planalto, IAC-2, Flórida, Viçoja, Santa Rosa, Pampeira e IAS-4) e respectivo leite desses produtos. As variedades de soja foram colhidas na Estação Experimental de Uberaba-MG na safra 1977/1978. Procurou-se selecionar as variedades mais indicadas para a fabricação de leite, através de análises da composição centesimal, inibidores proteolíticos do grão e do leite; aminograma , cômputo protéico químico e proteína recuperada no leite.

O delineamento experimental usado para os testes químicos foi o inteiramente casualizado, num total de 10 tratamentos, sendo que as variedades utilizadas consistiram nos tratamentos com 3 repetições para análise de proteína, lipídeos, sólidos totais, umidade, fibra, pH e cinzas no grão; 2 repetições para aminograma e cinzas no leite e 10 repetições para os inibidores proteolíticos.

Os aminoácidos limitantes encontrados de maneira geral nas proteínas do leite de soja foram metionina, valina, isoleucina e total de sulfurados tomando como proteína ideal a do leite de vaca e do ovo de galinha.

A variedade Santa Rosa, embora se tenha destacado quanto ao teor protéico, e proteína recuperada no leite mostrou-se com baixo índice de aproveitamento protéico teórico.

O leite da variedade UFV-1 foi o que apresentou menor teor de inibidor de tripsina e o da "Flórida" mostrou menor teor de inibidor de quimotripsina, após processamento térmico.

O processamento térmico do leite de soja a 97°C por 10 minutos contados do início da ebulição, não foi suficiente para reduzir os inibidores proteolíticos ao nível de 10% ou menos.

As variedades Paraná, UFV-1, Viçoja e Pampeira mostraram-se destacáveis no aproveitamento protéico teórico, sendo essas as variedades mais indicadas para a fabricação do leite, embora esse estudo necessite de complementação com ensaios biológicos para confirmações mais precisas. }

6. SUMMARY

SELECTION OF COMERCIAL VARIETIES OF SOYBEAN (*Glycine max* (L.) Mer rill) TO BE USED IN PROCUCING VEGETABLE MILK.

Beans and milk of ten varieties of soybeans (Paraná, UFV-1, IAC-5, Planalto, IAC-2, Flórida, Viçosa, Santa Rosa, Pampeira and IAC-4) were analysed. The varieties of soybeans were gathered at the Experimental Center of Uberada, M.G., in the 1977/1978 harvest. The aim was to select the varieties better suited for the preparation of milk, through analyses of centesimal composition, proteolytic inhibitors of brans and milk, aminogram, chemical proteinaceous count and protein recovered in milk.

The experimental design used for the chemical tests was entirely randomized, with a total of ten treatments, three repetitions for protein analysis, lipids, total solids, moisture, fibre, pH and ash in grain, two repetitions for ash and aminogram in milk and 10 repetitions for proteolytic inhibitors.

The limiting aminoacids found in the Soymilk in general were methionine, valine, isoleucine and all the sulfurated ones, considering the protein in cow's milk and in hen's eggs as ideal protein.

Milk from the UFV-1 variety showed the lowest content of trypsin inhibitors and milk from "Flórida" showed the lowest content of chymotrypsin inhibitor after thermal processing.

Thermal processing of the soymilks at 97°C, maintained for ten minutes counted from boiling point was not sufficient to reduce the proteolytic inhibitors to the level of 10% or less.

The varieties Paraná, UFV-1, Viçosa e Pampeira were found to be outstanding in utilization of theoretical protein, these two varieties being more indicated for preparation of milk, though complementary work with biological analyses is necessary for more precise confirmation.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AIDERSKS, 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. Journal of the American Oil Chemists' Society, Chicago, 26:126-32, Mar. 1949.
2. ALMEIDA, Carlos Tomaz de. A soja. Minas Gerais, Secretaria da Agricultura, Indústria, Comércio e Trabalho, Departamento de Produção Vegetal, 1945. 103 p.
3. ANTUNES, P.L. & SGARBIERI, V.C. Processing effects on the nutritive value of soybean seeds and products. Archivos Latinoamericanos de Nutricion, Caracas, 27(1):33-47, 1977.
4. BADENHOP, A.F. & HACKLER, L.R. Protein quality of dry roasted soybeans; amino acid composition and protein efficiency ratio. Journal of Food Science, Chicago, 36(1):1-4, Jan./Feb. 1971.

5. BAJAJ, Satinder. Biological value of legume proteins as influenced by genetic variation. In: SYMPOSIUM OF NUTRITIONAL IMPROVEMENT OF FOOD LEGUMES BY BREEDING, Rome, 1972. Proceedings... New York, Protein Advisory Group of The United Nations System, 1973. Cap. 3, p. 223-32.
6. BAKER, E.C. & MUSTAKAS, G.C. Heat inactivation of trypsin inhibitor, lipoxygenase and urease in soybeans; effect of acid and base additives. Journal of the American Oil Chemists' Society, Chicago, 50(5):137-41, 1973.
7. BARTOLOMÉ, Francisco Mabalay. An investigation of a whole soy bean - wheat flour pasta product for underdeveloped countries. Indiana, Purdue University, 1968. 86 p. (Thesis MS).
8. BIRK, Yehudith. Saponins. In: LIENER, I.E. Toxic constituents of plant foodstuffs. New York, Academic Press, 1969 . Chap. 7, p. 189-91.
9. BOOKWALTER, G.N. et alii. Fortification of dry soybean - based foods with DL - methionine. Journal of Food Science, Chicago, 40(2):266-70, Mar./Apr. 1975.
10. _____ et alii. Full-fat soy flour extrusion cooked; properties and food uses. Journal of Food Science, Chicago, 36(1): 5-9, Jan./Feb. 1971.

11. BORGES, José Marcondes. Contribuição ao estudo do leite de soja. São Paulo, 1958. 202 p. (Tese de Mestrado).
12. BORLAUG, Norman. Uma revolução para combater a fome no mundo . Ruralidade, Goiânia, 3(13):18-23, abr. 1973.
13. BOURNE, Malcomm C. Production, acceptability, and nutrition aspects of soy beverage in the Philippines. Los Banos, University of the Philippines, 1971. 11 p. (Mimeografado).
14. _____; CLEMENTE, Mauro G. & BANZON, Julian. Survey of suitability of thirty cultivars of soybeans for soymilk manufacture. Journal of Food Science, Chicago, 41(5):1204-8, Sept. / Oct. 1976.
15. BUCHANAN, Ben F. & STEWART, George F. Identifying solutions to malnutrition in Latin America. Food Technology, Chicago, 31(9):60-70, Sept. 1977.
16. CAMPOS, Tharcizio de & CANÉCHIO FILHO, Vicente. Principais culturas. Campinas, Instituto Campineiro de Ensino Agrícola , 1975. v. 2, 405 p.
17. CARLSON, Jerry. New interest in soy milk. Soybean Digest, Hudson, 36:23-5, Nov. 1976.
18. COLLINS, F.I. & CARTTER, J.L. Variability in chemical composition of seed from different portions of the soybean plant . Agronomy Journal, Madison, 48:215-9, 1956.

19. COSTA, Sebastião Irineu da & MIYA, Emília E. Composição química e qualidades organolépticas das principais variedades de soja cultivadas no Brasil. Divulgando a Pesquisa, (1):1-3, 1972.
20. _____; _____ & FUGITA, Judith Tie. Composição química e qualidades organolépticas e nutricionais das principais variedades de soja cultivadas no estado de São Paulo. Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas, 5:305-19, 1973/74.
21. _____ et alii. O emprego da soja na alimentação humana. Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas, (46):1-24, jun. 1976.
22. COWAN, J.C. Soybeans. In: ENCYCLOPEDIA OF CHEMICAL TECHNOLOGY. Washington, 1969. v. 18, p. 599-614.
23. CUPPERTINO, Fausto. População e saúde pública no Brasil; povo pobre é povo doente. Rio de Janeiro, Civilização Brasileira, 1976. 110 p. (Realidade brasileira).
24. DECKER, Lilian A. Worthington enzyme manual. Freehold, New Jersey Worthington Biochemical Corporation, 1977. 346 p.
25. DILMER, R.J. Oilseed proteins. Chemical Engineering Progress, New York, 65(9):20-6, Sept. 1969.

26. DILMER, R.J. Oilseed proteins sources and potentials; soybeans. Chemical Engineering Symposium Series, New York, 65(93):22-9, 1969.
27. DUTRA DE OLIVEIRA, J.E. Desafio brasileiro; alimentar adequadamente 110 milhões de habitantes. Boletim Informativo ABIA / SAPRO, São Paulo, (26):43-52, set. 1976.
28. _____ & SCATENA, L. Nutritional value of protein from a soy bean milk powder. Journal of Food Science, Chicago, 32(5) : 592-4, Sept./Oct. 1967.
29. EVANS, Robert J. & BANDEMER, Selma L. Nutritive value of legume seed proteins. Journal of Agricultural and Food Chemistry, Washington, 15(3):439-43, May/June 1967.
30. FERREIRA, Elmo; BORGES, José Marcondes & MENDES, Antônio Carlos Coutinho. Novo processo na elaboração do leite de soja. Revista Ceres, Viçosa, 21(117):422-5, set. 1974.
31. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Necessidades de proteínas. Roma, 1966. 91 p. (Informe de um Grupo Mixto FAO/OMS de Expertos).
32. _____. Comité mixte FAO/OMS d' experts de la nutrition; huitième rapport, enrichissement des produits alimentaires ma lnutrition proteino calorique. Genève, 1971. 83 p. (Organisation Mondiale de la Santé: Série de rapports techniques , 477. Réunions de la FAO sur la nutrition, 49).

33. FRATTALI, V. & STEINER, R.F. Soybean inhibidores. I. separation and some properties of there inhibitors from commercial crude soybean trypsin inhibitor. Biochemistry, Washington , 7(2):521-30, Feb. 1968.
34. GARRUTI, R.S. & BARROS, L.V.S.Q. Influência da variedades, no sabor e aroma do leite de soja. Bragantia, Campinas, 19(64): 1071-9, dez. 1960.
35. GOMES, Pimentel. A soja. 3. ed. São Paulo, Nobel, 1978. 152 p.
36. GRAU, C.R. & CARROL, R.W. Evaluation of protein quality. In: ALTSCHUL, A.M. Processed plant protein foodstuffs. New York, Academic Press, 1958.
37. HACKLER, L.R. & STILLINGS, B.R. Amino acids composition of heat-processed soymilk and its correlation with nutritive value . Cereal Chemistry, St. Paul, 44(1):69-77, Jan. 1967.
38. _____; _____ & POLIMENI, R.J. Correlation of amino acid indexes with nutritional quality os several soybean fracti - ons. Cereal Chemistry, St. Paul, 44:438-44, Nov. 1967.
39. _____ et alii. Effect of heat treatment on nutritive value of soymilk protein fed to wenling rats. Journal of Food Sci ence, Chicago, 30(4):723-8, July/Aug. 1965.

40. HENNENBERG, G. Landaw vers. Sta. 6:497, 1964. In: WINTON, A. L. & WINTON, K.B. Analisis de alimentos. Buenos Aires, Hispano Americano, 1947. p. 76.
41. HORWITZ, W., ed. Official methods of analysis of the Association Official of Analytical Chemists. Washington, 1970. 1015 p.
42. HYMOWITZ, T. et alii. Stability of sugar content in soybean strains. Communications in Soil Science and Plant Analysis, New York, 3(5):367-73, 1972.
43. INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas de qualidade de alimentos. São Paulo, 1966. v. 1. 371 p.
44. JAFFÉ, W.G. Inhibidor de Quimotripsina; metodologia apresentada no "Meeting on nutritional Aspects of Common Beans and Other Legume Seeds as Animal and Human Food". Ribeirão Preto, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, 1973.
45. _____. Inhibidor de Tripsina; metodologia apresentada no "Meeting on Nutritional Aspects of Common Beans and Other Legume Seeds as Animal and Human Food". Ribeirão Preto, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, 1973.
46. KAKADE, M.L.; SIMONS, Nancy & LIENER, I.E. An evaluation of natural vs. synthetic substrates for measuring the antitryptic activity of soybeans samples. Cereal Chemistry, St. Paul, 46(5):518-26, Sept. 1969.

47. KAKADE, M.L.; SWENSON, D.H. & LIENER, I.E. Note on the determination of chymotrypsin and chymotrypsin inhibitor activity using casein. Analytical Biochemistry, New York, 35:255-8 , 1970.
48. _____ et alii. Biochemical and nutritional assessment of different varieties of soybeans. Journal of Agricultural and Food Chemistry, Washington, 20(1):81-90, Jan./Feb. 1972.
49. _____ et alii. Determination of trypsin inhibitor activity of soy products: a collaborative analysis of an improved procedure. Cereal Chemistry, St. Paul, 51(3):376-82, May/June 1974.
50. KONIJN, A.M.; GERSHON, B. & GUGGENHEIM, K. Further purification and mode of action of a goitrogenic material from soybean flour. The Journal of Nutrition, Bethesda, 103(3):378-83 , Mar. 1973.
51. KUNITZ, M. Crystalline soybean trypsin inhibitor. II. General properties. Journal of General Physiology, Baltimore, 30:291-310, 1947.
52. LAM-SÁNCHEZ, Alfredo. Production and nutritive value of soy beans. Archivos Latinoamericanos de Nutricion, Caracas, 28 (2):155-68, jun. 1978.

53. LIENER, I.E. Nutritional value of food protein products. In: SMITH, A.K. & CIRCLE, S.J. Soybeans; chemistry and technology. 2 ed. Westport, AVI, 1978. v. 1, chap. 7, p. 203-77.
54. _____. Phytohemagglutinins (Phytolectins). Annual Review of Plant Physiology, Palo Alto, 27:291-319, 1976.
55. _____ & KAKADE, Madhusudan L. Protease inhibitors. In: _____ & _____. Toxic constituents of plant foodstuffs. New York , Academic Press, 1969. Chap. 2, p. 8-53.
56. MAN, J.M. de; STANLEY, D.W. & RASPER, V. Composition of Ontario soybeans and soymilk. Canadian Institute of Food Science and Technology Journal, Ottawa, 8(1):1-8, 1975.
57. MITAL, B.K. & STEINKRAUS, Keith H. Flavor acceptability of unfermented and lactic-fermented soymilks. Journal of Milk and Food Technology, Albany, 39(5):342-4, May 1976.
58. _____ & NAYLOR, H.B. Growth of lactic acid bacteria in soymilks. Journal of Food Science, Chicago, 39(5):1018-22, Sept/Oct. 1974.
59. MOORE, S. On the determination of cystine as cysteic acid. Journal of Biological Chemistry, Baltimore, 238(1):235-7, Jan. 1963.

60. MCORE, S. & STEIN, W.H. Chromatography of amino acids on sulfonated polystyrene resins. Journal of Biological Chemistry, Baltimore, 192(1):663-81, 1951.
61. MUSTAKAS, G.C. et alii. New process for low-cost, high-protein beverage base. Food Technology, Chicago, 25(5):80-6, May 1971.
62. OLIVEIRA, Francisco Tarcizio Goes de, coord. Cotações do mercado e demais indicadores econômicos; soja. Brasília, EMBRAPA, 1978. 22 p. (Série Economia 1).
63. PIMENTEL GOMES, F. Curso de estatística experimental. 6. ed. São Paulo, Nobel, 1976. 430 p.
64. PORTELA, F.B. Bases bioquímicas para o melhoramento de variedades de soja, Glycine max (L.) Merrill. Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, 1977. 114 p. (Tese de Doutorado).
65. _____. Inibidores proteolíticos no grão de soja; desnaturação protéica e importância nutricional. Zootecnia, Nova Odessa, 16(3):147-9, jul./set. 1978.
66. PROTEIN ADVISORY GROUP. PAG Guideline for the preparation of milk substitutes of vegetable origin and toned milk containing vegetable protein. New York, 1972. 8 p. (PAG Guideline, 13).

67. RACKIS, Joseph J. Biological and physiological factors in soybeans. Journal of the American Oil Chemists' Society, Chicago, 51(1):161A-74A, Jan. 1974.
68. _____. Biologically active components. In: SMITH, A.K. & CIRCLE, S.J. Soybeans; chemistry and technology. 2. ed. Westport, AVI, 1978. v. 1, chap. 6, p. 158-202.
69. _____ et alii. Flavor and flatulence factors in soybean protein products. Journal of Agricultural and Food Chemistry, Washington, 18(6):977-82, Nov./Dec. 1970.
70. RDLIM, Henriqueta Merçon Vieira. Avaliação nutricional de proteína de soja texturizada por extrusão. Viçosa, UFV, 1977. 55 p. (Tese de Mestrado).
71. RYAN, C.A. Proteolytic enzymes and their inhibitors in plants. Annual Review of Plant Physiology, Palo Alto, 24:173-96, 1973.
72. SCHMIDT, E. et alii. The importance of measurement of enzyme activity in medicine. In: BERGMAYER, H.V. Methods of enzymatic analysis. New York, Academic Press, 1965. 1064 p.
73. SHIMOKOMAKI, Massami. Efeito da temperatura na composição das proteínas nos produtos derivados da soja. Boletim do Centro Tropical de Pesquisas e Tecnologia de Alimentos, Campinas, (12):1-9, dez. 1967.

74. SHURPALEKAR, S.R. et alii. Studies on milk substitutes of vegetable origin. Part. 1: The nutritive value of milk substitutes prepared from soybean and groundnut. Annals of Biochemistry and Experimental Medicine, Calcutta, 19(11):269-74, 1959.
75. SIKKA, Krishan C. et alii. Comparative nutritive value, amino acid content, chemical composition, and digestibility in vitro of vegetable and grain - type soybeans. Journal of Agricultural and Food Chemistry, Washington, 26(2):312-6, Mar./Apr. 1978.
76. SILVA, A.D.; BARBOSA, C.F. & PORTELA, F.B. Inibidores proteolíticos em variedades de soja. Científica, Jaboticabal, 7(2):317-20, 1979.
77. SILVA, J. Gomes da; BARROS, C.S. & COLI, M. A soja no prato de cada dia. São Paulo, Secretaria da Agricultura, Serviço de Divisão Agrícola, 1957. 24 p. (Publicação, 73).
78. SMITH, A.K. & CIRCLE, S.J. Chemical composition of the seed. In: _____ & _____. Soybeans; chemistry and technology. 2 ed. Westport, AVI, 1978. v. 1, chap. 3, p. 61-92.
79. _____ & WOLF, Walter J. Food uses and properties of soybean protein. 1. Food uses. Food Technology, Chicago, 15(5):4-10, May 1961.
80. SMITH, C.R. et alii. Comparison of solubility characteristics of selected seed proteins. Journal of Agricultural and Food Chemistry, Washington, 7(2):133-6, Feb. 1959.

81. SPACKMAN, D.H. et alii. Automatic recording apparatus for use in the cromatografy of amino acids. Analytical Chemistry , Easton, 30(7):1190-260, 1958.
82. STEINKRAUS, Keith H. Soybean milk processing and technology . Applied Nutrition, California, 4(2):49-62, Mar. 1976.
83. TIESENHAUSEN, I.M.E.V. von & NEIVA, R.S. Leite de soja na alimentaçaõ de bezerros. Gado Holandês, São Paulo, 41(78):44 , jul./ago., 1978.
84. VAN BUREN, J.P. et alii. Indices of protein quality in dried soymilks. Journal of Agricultural and Food Chemistry, Was hington, 12(6):524-8, 1964.
85. WEISBERG, Samuel M. Nutritional experience with infant formulas containing soy. Journal of the American Oil Chemists' Socie ty, Chicago, 51(1):204A-7A, Jan. 1974.
86. WESTFALL, R.J. & HAUGE, S.M. The nutritive quality and the try psin inhibitor content of soybean flour heated at various tem peratures. The Journal of Nutrition, Bethesda, 35(3):379-89, Mar. 1948.
87. WILKENS, W.F. & HACKLER, L.R. Effect of processing conditions on the composition of soymilks. Cereal Chemistry. St. Paul, 46(4):391-7, July 1969.

88. WOLF, Walter J. Lipoxygenase and flavor of soybean protein products. Journal of Agricultural and Food Chemistry, Washington, 23(2):136-41, Mar./Apr. 1975.
89. _____. Purification and properties of the proteins. In: SMITH, A.K. & CIRCLE, S.T. Soybeans; chemistry and technology. 2. ed. Westport, AVI, 1978. v. 1, chap. 4, p. 93-143.
90. _____. What is soy protein? Food Technology, Chicago, 26(5):44-54, May 1972.
91. _____; BOBOCK, G.E. & SMITH, A.K. Ultracentrifugal differences in soybean protein composition. Nature, London, 191(4796): 1395-6, July/Sept. 1961.
92. _____ & COWAN, J.C. Soybeans as a food source. Florida, CRC Press, 1979. 101 p.
93. _____ & SLY, Dayle Ann. Cryoprecipitation of soybean 11 S protein. Cereal Chemistry, St. Paul, 44:655-68, Aug. 1967.
94. WOODARD, J. Carroll & SHORT, Dennis D. Toxicity of alkali treated soyprotein in rats. The Journal of Nutrition, Bethesda, 103(4):569-74, Apr. 1973.
95. YOKOYA, Fumio. Recentes contribuições da tecnologia de alimentos na nutrição humana. Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas, (23):49-83, set. 1970.

APÊNDICE

QUADRO 1 A. Combinações dos aminoácidos essenciais das proteínas do leite de vaca e ovo de galinha.

Aminoácidos	Leite			Ovo		
	mg/gN	g/16gN	Relação A/E	mg/gN	g/16gN	Relação A/E
Isoleucina	407	6,4	127	415	6,6	129
Leucina	630	9,9	197	553	8,8	172
Lisina	496	7,8	155	403	6,4	125
Cistina	57	0,9	18	149	2,4	46
Metionina	154	2,4	48	197	3,1	61
Total de Sulfurados	211	3,3	66	346	5,5	107
Fenilalanina	311	4,9	97	365	5,8	114
Tirosina	323	5,1	101	262	4,2	81
Total de Aromáticos	634	10	198	627	10	195
Treonina	292	4,6	91	317	5,1	99
Valina	440	6,9	138	454	7,3	141
Triptofano	90	1,4	28	100	1,6	31
Total a.a.e.	3200	50,3	-	3215	51,3	-

Relação E/T

Leite = 3,14

Ovo = 3,21

Fonte : FAU/DMS - 1966

QUADRO 2 A. Cômputo protéico químico dos aminoácidos essenciais do leite de soja obtido da variedade Paraná.

Aminoácidos	mg/gN	g/16gN	Relação A/E	Cômputo protéico	
				relação ao leite	relação ao ovo
Isoleucina	190	3,04	83	65**	64**
Leucina	443	7,09	193	98	112
Lisina	406	6,49	177	114	142
Cistina*	115	1,84	50	278	109
Metionina	117	1,88	51	106	84
Total de Sulfurados	232	3,72	101	153	94
Fenilalanina	299	4,79	130	134	114
Tirosina*	219	3,50	95	94	117
Total de Aromáticos	518	8,29	266	114	116
Treonina	252	4,03	110	121	111
Valina	170	2,72	74	54**	52**
Triptofano***	83	1,33	36	128	116
Total a.a.e.	2294	36,71	-	-	-

* Aminoácidos considerados não essenciais

** Aminoácidos limitantes

Relação ao leite = valina e isoleucina

Relação ao ovo = valina e isoleucina

*** Fonte: HACKLER & STILLINGS (37) (Para efeito de cálculo)

Relação E/T = 2,29

Aproveitamento da Proteína

Em relação ao leite = 72,93%

Em relação ao ovo = 71,34%

QUADRO 3 A. Cômputo protéico químico dos aminoácidos essenciais do leite de soja obtido da variedade UFV-1.

Aminoácidos	mg/gN	g/16gN	Relação A/E	Cômputo protéico	
				relação ao leite	relação ao ovo
Isoleucina	203	3,25	85	67**	66**
Leucina	461	7,38	194	98	113
Lisina	406	6,49	170	110	136
Cistina*	104	1,67	44	244	96
Metionina	94	1,50	39	81	64**
Total de Sulfurados	198	3,17	83	126	78
Fenilalanina	315	5,04	132	136	116
Tirosina*	249	3,98	104	103	128
Total de Aromáticos	564	9,02	237	120	122
Treonina	242	3,87	102	112	103
Valina	224	3,58	94	68**	67**
Triptofano***	83	1,33	35	125	113
Total a.a.e.	2381	38,09			

* Aminoácidos considerados não essenciais

** Aminoácidos limitantes

Relação ao leite = isoleucina e valina

Relação ao ovo = metionina, isoleucina e valina

*** Fonte: HACKLER & STILLINGS (37) (Para efeito de cálculo)

Relação E/T = 2,38

Aproveitamento da Proteína

Em relação ao leite = 75,80%

Em relação ao ovo = 74,14%

QUADRO 4 A. Cômputo protéico químico dos aminoácidos essenciais do leite de soja obtido da variedade IAC-5.

Aminoácidos	mg/gN	g/16gN	Relação A/E	Cômputo protéico	
				relação ao leite	relação ao ovo
Isoleucina	161	2,58	78	61**	60**
Leucina	376	6,01	183	93	106
Lisina	311	4,97	152	98	122
Cistina*	106	1,69	52	289	113
Metionina	126	2,02	61	127	100
Total de Sulfurados	232	3,71	113	171	106
Fenilalanina	247	3,96	120	182	105
Tirosina*	252	4,03	123	127	152
Total de Aromáticos	499	7,99	243	123	125
Treonina	221	3,54	108	119	109
Valina	166	2,66	81	59**	57**
Triptofano***	83	1,33	40	143	129
Total a.a.e.	2049	32,79			

* Aminoácidos considerados não essenciais

** Aminoácidos limitantes:

Relação ao leite = valina e isoleucina

Relação ao ovo = valina e isoleucina

*** Fonte: HACKLER & STILLINGS (37) (Para efeito de cálculos)

Relação E/T = 2,05

Aproveitamento da Proteína

Em relação ao leite = 65,29%

Em relação ao ovo = 63,86%

QUADRO 5 A. Cômputo protéico químico dos aminoácidos essenciais do leite de soja obtido da variedade Planalto.

Aminoácidos	mg/gN	g/16gN	Relação A/E	Cômputo protéico	
				relação ao leite	relação ao ovo
Isoleucina	149	2,39	77	61**.	60**
Leucina	362	5,79	187	95	109
Lisina	355	5,68	184	119	147
Cistina*	82	1,31	42	233	91
Metionina	65	1,04	34	71	56**
Total de Sulfurados	147	2,35	76	115	71
Fenilalanina	258	4,12	134	138	118
Tirosina*	196	3,13	101	100	125
Total de Aromáticos	454	7,25	235	119	120
Treonina	208	3,32	108	119	109
Valina	176	2,81	91	66**	64**
Triptofano***	83	1,33	43	154	139
Total a.a.e.	1934	30,92			

* Aminoácidos considerados não essenciais

** Aminoácidos limitantes

Relação ao leite = isoleucina e valina

Relação ao ovo = metionina, isoleucina e valina

*** Fonte: HACKLER & STILLINGS (37) (Para efeito de cálculo)

Relação E/T = 1,93

Aproveitamento da Proteína

Em relação ao leite = 61,46%

Em relação ao ovo = 60,12%

QUADRO 6 A. Cômputo protéico químico dos aminoácidos essenciais do leite de soja obtido da variedade IAC-2.

Aminoácidos	mg/gH	g/16gN	Relação A/E	Cômputo protéico	
				relação ao leite	relação ao ovo
Isoleucina	156	2,49	78	61**	60**
Leucina	373	5,97	186	94	108
Lisina	356	5,69	177	114	142
Cistina*	143	2,29	71	94	154
Metionina	84	1,34	42	88	69**
Total de Sulfurados	227	3,63	113	171	106
Fenilalanina	252	4,03	125	129	110
Tirosina*	186	2,97	92	91	114
Total de Aromáticos	438	7,00	218	110	112
Treonina	214	3,42	106	116	107
Valina	164	2,63	82	59**	58**
Triptofano***	83	1,33	41	146	132
Total a.a.e.	2011	32,16			

* Aminoácidos considerados não essenciais

** Aminoácidos limitantes

Relação ao leite = valina e isoleucina

Relação ao ovo = valina, isoleucina e metionina

*** Fonte: HACKLER & STILLINGS (37) (Para efeito de cálculo)

Relação E/T = 2,01

Aproveitamento da Proteína

Em relação ao leite = 64,01%

Em relação ao ovo = 62,62%

QUADRO 7 A. Cômputo protéico químico dos aminoácidos essenciais do leite de soja obtido da variedade Flórida.

Aminoácidos	mg/gN	g/16gN	Relação A/E	Cômputo protéico	
				relação ao leite	relação ao ovo
Isoleucina	99	1,58	70	55**	54**
Leucina	246	3,93	175	89	102
Lisina	238	3,81	170	110	136
Cistina*	101	1,62	72	400	156
Metionina	96	1,53	68	142	111
Total de Sulfurados	197	3,15	140	212	131
Fenilalanina	168	2,68	120	124	105
Tirosina	128	2,05	91	90	112
Total de Aromáticos	296	4,73	211	106	108
Treonina	145	2,32	103	113	104
Valina	101	1,61	72	52**	51**
Triptofano***	83	1,33	59	211	190
Total a.a.e.	1405	22,46			

* Aminoácidos considerados não essenciais

** Aminoácidos limitantes

Em relação ao leite = valina e isoleucina

Em relação ao ovo = valina e isoleucina

*** Fonte: HACKLER & STILLINGS (37) (Para efeito de cálculo)

Relação E/A = 1,40

Aproveitamento da Proteína

Em relação ao leite = 44,58%

Em relação ao ovo = 43,61%

QUADRO 8 A. Cômputo protéico químico dos aminoácidos essenciais do leite de soja obtido da variedade Viçoja.

Aminoácidos	mg/gN	g/16gN	Relação A/E	Cômputo protéico	
				relação ao leite	relação ao ovo
Isoleucina	171	2,74	76	60**	59**
Leucina	396	6,34	176	89	102
Lisina	339	5,43	150	97	120
Cistina*	122	1,95	54	300	117
Metionina	107	1,71	47	98	77
Total de Sulfurados	229	3,66	102	154	95
Fenilalanina	273	4,37	121	125	105
Tirosina*	213	3,41	94	93	116
Total de Aromáticos	486	7,78	216	109	111
Treonina	216	3,46	96	105	97
Valina	332	5,31	147	106	104
Triptofano***	83	1,33	37	132	119
Total a.a.e.	2252	36,05			

* Aminoácidos considerados não essenciais

** Aminoácidos limitantes

Em relação ao leite = isoleucina

Em relação ao ovo = isoleucina

*** Fonte: HACKLER & STILLINGS (37) (Para efeito de cálculo)

Relação E/T = 2,25

Aproveitamento da Proteína

Em relação ao leite = 71,66%

Em relação ao ovo = 70,09%

QUADRO 9 A. Cômputo protéico químico dos aminoácidos essenciais do leite de soja obtido da variedade Santa Rosa.

Aminoácidos	mg/gN	g/16gN	Relação A/E	Cômputo protéico	
				relação ao leite	relação ao ovo
Isoleucina	128	2,04	77	61**	60**
Leucina	294	4,70	176	89	102
Lisina	256	4,10	153	99	122
Cistina*	113	1,81	68	378	148
Metionina	111	1,77	66	138	108
Total de Sulfurados	224	3,58	134	203	125
Fenilalanina	194	3,11	116	120	102
Tirosina*	192	3,08	115	114	142
Total de Aromáticos	386	6,19	231	117	118
Treonina	164	2,62	98	108	99
Valina	135	2,16	81	59**	57**
Triptofano***	83	1,33	50	178	161
Total a.a.e.	1670	26,72			

* Aminoácidos considerados não essenciais

** Aminoácidos limitantes

Relação ao leite = valina e isoleucina

Relação ao ovo = valina e isoleucina

*** Fonte: HACKLER & STILLINGS (37) (Para efeito de cálculo)

Relação E/T = 1,67

Aproveitamento da Proteína

Em relação ao leite = 53,18%

Em relação ao ovo = 52,02%

QUADRO 10 A. Cômputo protéico químico dos aminoácidos essenciais do leite de soja obtido da variedade Pampeira.

aminoácidos	mg/gN	g/16gN	Relação A/E	Cômputo protéico	
				relação ao leite	relação ao ovo
Isoleucina	192	3,08	83	65**	64**
Leucina	483	7,73	210	106	122
Lisina	372	5,95	161	104	129
Metionina*	96	1,54	42	233	91
Metionina	72	1,15	31	64**	51**
Total de Sulfurados	168	2,69	73	111	68**
Fenilalanina	307	4,91	133	137	117
Tirosina*	266	4,26	115	114	142
Total de Aromáticos	573	9,17	249	126	128
reonina	228	3,65	99	109	100
Valina	204	3,26	88	64**	62**
Triptofano**	83	1,33	36	128	116
Total a.a.e.	2303	36,86			

Aminoácidos considerados não essenciais

* Aminoácidos limitantes

Em relação ao leite = metionina, valina e isoleucina

Em relação ao ovo = metionina, valina, isoleucina e sulfurados

** Fonte: HACKLER & STILLINGS (37) (Para efeito de cálculo)

Relação E/T = 2,30

Aproveitamento da Proteína

Em relação ao leite = 73, 25%

Em relação ao ovo = 71, 65%

QUADRO 11 A. Cômputo protéico químico dos aminoácidos essenciais do leite de soja obtido da variedade IAS-4.

aminoácidos	mg/gN	g/16gN	Relação A/E	Cômputo protéico	
				relação ao leite	relação ao ovo
Isoleucina	169	2,71	78	61**	60**
Leucina	420	6,72	194	98	113
Valina	361	5,78	167	108	134
Metionina*	118	1,88	54	300	117
Cisteína	88	1,41	41	85	67**
Total de aminoácidos sulfurados	206	3,29	95	144	89
Fenilalanina	297	4,75	137	141	120
Tirosina*	224	3,58	103	102	127
Total de aminoácidos aromáticos	521	8,33	241	122	124
Triptofano	221	3,53	102	112	103
Valina	184	2,95	85	62**	60**
Triptofano***	83	1,33	38	136	122
Total a.a.e.	2165	34,64			

Aminoácidos considerados não essenciais

* Aminoácidos limitantes

Relação ao leite = isoleucina e valina

Relação ao ovo = isoleucina, valina e metionina

** Fonte: HACKLER & STILLINGS (37) (Para efeito de cálculo)

Relação E/T = 2,16

Aproveitamento da Proteína

Em relação ao leite = 68,78%

Em relação ao ovo = 67,29%

QUADRO 1 B. Análise de variância (quadrados médios) dos parâmetros avaliados: proteína, lipídeos, umidade, fibra, cinza e extrato não nitrogenado (E.N.N.) do grão de soja.

Causas da Variação	G.L.	Quadrados médios					E.N.N.
		Proteína	Lipídeos	Umidade	Fibra	Cinza	
Tratamentos	9	1,2292**	2,3170**	1,2341*	0,6856**	0,0438**	2,9777**
Resíduo	20	0,1179	0,0497	0,4204	0,0321	0,0028	0,7563
CV%		0,88	1,02	5,99	2,87	1,28	4,78

* Significância ao nível de 5% de probabilidade

** Significância ao nível de 1% de probabilidade

QUADRO 2 B. Análise de variância (quadrados médios) dos parâmetros avaliados: sólidos totais, proteína e lipídeo do leite de soja.

Causas da Variação	G.L.	Quadrados médios		
		Sólidos totais	Proteína	Lipídeo
Tratamentos	9	0,8758**	0,0575**	0,0826**
Resíduo	20	0,0403	0,0062	0,0124
CV%		2,52	1,92	4,99

** Significância ao nível de 1% de probabilidade.

QUADRO 3 B. Análise de variância (quadrados médios) das cinzas no leite de soja.

Causas da Variação	G.L.	Quadrado médio	
		Cinza	
Tratamentos	9	0,0023**	
Resíduo	10	0,0001	
CV%		3,10	

** Significância ao nível de 1% de probabilidade.

QUADRO 4 E. Análise de variância (quadrados médios) da proteína recuperada e pH do leite de soja.

Causas das Variação	G.L.	Quadrados médios	
		Proteína recuperada	pH
Tratamentos	9	16,6804**	0,0182**
Resíduo	20	2,2191	0,0009
CV%		2,0000	0,15

** Significância ao nível de 1% de probabilidade.

QUADRO 5 B. Análise de variância (quadrados médios) dos aminoácidos essenciais da proteína do leite de soja.

Causas da Variação	G.L.	Quadrado médio						
		Isoleucina	Leucina	Lisina	Valina	Metionina	Fenilalanina	Treonina
Tratamento	9	0,5060**	2,7712**	1,6077	1,9432**	0,1948**	1,2171**	0,5494*
Resíduo	10	0,0446	0,3157	0,1896	0,1454	0,0053	0,0767	0,1161
CV%		8,15	9,11	8,01	12,85	4,73	6,63	10,09

* Significância ao nível de 5% de probabilidade.

** Significância ao nível de 1% de probabilidade.

QUADRO 6 B. Análise de variância (quadrados médios) de UTI/ml e UQI/ml do extrato de soja cru e aquecido.

Causas da Variação	G.L.	Quadrados médios			
		UTI/ml extrato		UQI/ml extrato	
		cru	aquecido	cru	aquecido
Tratamentos	9	2102,4789**	1008,5139**	2536,2224**	757,2599**
Resíduo	90	177,3447	12,3016	41,7998	10,7634
CV%		11,65	12,10	12,03	15,08

** Significância ao nível de 1% de probabilidade.