

Efeito da maltagem e da extrusão termoplástica sobre a qualidade tecnológica da cultivar de soja Br 16

Luiz C. Trugo, Carlos W.P. Carvalho, Monica Pinto, Lair Cabral, Regina C. D. Modesta

Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil.

RESUMO. Sementes de soja cultivar BR 16 foram submetidas à maltagem por 24 e 48 horas e à extrusão obtendo-se flocos, os quais foram moídos e utilizados na fabricação de biscoitos. Flocos e biscoitos foram analisados sensorialmente. O efeito da maltagem e da extrusão foram também avaliados em relação às características químico-nutricionais. A composição em macro nutrientes não apresentou alterações acentuadas mostrando pequeno decréscimo nos teores de carboidratos totais e discreto aumento relativo nos teores de lipídeos no produto maltado. Dentre os fatores antinutricionais, os inibidores de tripsina apresentaram queda de 50% após 24h de maltagem e desaparecimento após a extrusão. Os teores de ácido fítico não sofreram variação expressiva, enquanto que os alfa-galactosídeos apresentaram decréscimo de até 80% com os processos combinados de maltagem e extrusão.

Palabras chave: Maltagem, extrusão, nutrientes da soja, anti-nutrientes da soja.

SUMMARY. Effect of malting and extrusion on the quality of derived products of soybean. Seeds of soybean cultivar BR 16 were submitted to malting for 24 and 48 hours and to extrusion originating flakes used as ingredient to make biscuits which were chemically and sensorially evaluated. Macronutrient composition did not show any relevant modification presenting only a small decrease in carbohydrates and increase in the relative lipid composition. Some anti-nutritional factors were affected by the processes. Trypsin inhibitors decreased about 50% after 24h of malting and disappeared after extrusion. Phytic acid was resistant to the processes while alfa-galactosides presented about 80% of loss as a result of the combination of malting and extrusion.

Key words: Malting, extrusion, soybean nutrients, soybean anti-nutrients.

INTRODUÇÃO

A soja apresenta características atrativas de custo e valor nutritivo, representando importante alternativa para a nutrição humana em geral, principalmente em países em desenvolvimento. Entretanto, o seu consumo tem sido prejudicado devido ao sabor característico nem sempre apreciado (1-3) e à presença de componentes indesejáveis como inibidores de tripsina, ácido fítico e alfa-galactosídeos (4-6).

A maltagem e a extrusão termoplástica avaliadas como processos isolados, apresentam-se potencialmente atrativos como formas de obtenção de produtos derivados de soja com qualidades superiores em termos nutricionais e sensoriais (7-11) surgindo, portanto, como alternativas para a ampliação do consumo.

Durante a maltagem, um processo germinativo das sementes, inúmeros sistemas enzimáticos tornam-se ativos, promovendo profundas modificações químicas e bioquímicas nas mesmas, geralmente melhorando a sua digestibilidade e o seu valor nutritivo (12).

Durante o processo germinativo de sementes de leguminosas, alguns componentes indesejáveis são também afetados, podendo ocorrer uma razoável diminuição nos inibidores de tripsina, uma queda menos acentuada nos fitatos e uma drás-

tica redução nos teores de alfa-galactosídeos (13-16). A fermentação intestinal que ocorre em não ruminantes quando da ingestão de leguminosas, devido a presença de carboidratos não digeríveis, é também drasticamente reduzida, como verificado através de ensaios em humanos (13).

A extrusão termoplástica é outro método bastante utilizado no processamento de cereais com o propósito de se obter produtos pré-cozidos, texturizados e com melhores características sensoriais e nutricionais (17-19).

Embora existam na literatura informações sobre a utilização dos processos de maltagem e de extrusão, em maior quantidade para cereais e mais escassas para leguminosas, a utilização combinada desses processos aplicados às sementes de leguminosas é muito pouco explorada.

Foi estabelecido portanto como objetivo do presente estudo explorar a combinação dos processos de maltagem e de extrusão para a obtenção de uma farinha de soja com melhores características sensoriais e nutricionais e que possa ser utilizada quer seja para consumo direto, ou como matéria-prima para enriquecimento de outros alimentos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Amostra

Foram utilizadas sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), cultivar BR 16, fornecidas pela EMBRAPA - CNPS.

Procedimento de maltagem

As sementes foram desinfetadas com solução de hipoclorito de sódio contendo 0,25% de cloro ativo, e hidratadas com água destilada por 5 h, previamente ao início da germinação que foi conduzida em ausência de luz, em temperatura de 30 °C e por períodos de 24 e 48h, nos quais foram retiradas amostras para os ensaios. As sementes germinadas, designadas então de maltadas, foram secas em estufa com circulação de ar a temperatura de 60 °C, até atingirem um teor de umidade próximo de 12%. As amostras maltadas e não maltadas foram moídas com malha de 1,0 mm.

Processo de extrusão

Os ensaios de extrusão foram conduzidos em extrusor Brabender modelo 20DN (USA) de parafuso único. Os principais indicadores considerados para otimização do processo foram o teor de óleo e a atividade ureática na amostra, após a extrusão. As condições que ofereceram o melhor resultado foram: parafuso com taxa de compressão 5:1, rotação do parafuso a 40 rpm, temperatura na zona 1 e 2 de aquecimento, respectivamente, 80 e 140 °C e retirada da terceira zona de aquecimento. Após a extrusão, parte da soja sob a forma de flocos foi analisada sensorialmente. O material restante foi moído em moinho de rolos lisos, marca Tecmolín. Esta farinha foi empregada na fabricação de biscoito doce do tipo amanteigado substituindo-se a farinha de trigo ao nível de 10%, de acordo com a Tabela 3, os quais foram destinados à avaliação sensorial.

Fabricação dos biscoitos

A formulação básica empregada foi estabelecida após ensaios prévios de fabricação, sendo descrita na Tabela 1. O método de mistura adotado foi o de duas etapas com formação de creme, o qual consistiu na mistura de gordura, açúcar e lecitina de soja. Posteriormente, adicionou-se os demais ingredientes.

TABELA 1
Formulação empregada na fabricação dos biscoitos destinados à análise sensorial

Ingredientes	%*
Farinha de trigo	90
Farinha de soja	10
Açúcar	33
Gordura	18
Lecitina de soja	1,5
Fermento químico	1,0
Sal	0,5

* porcentagem em relação ao peso de farinha

Composição centesimal e minerais

Para a determinação do teor de umidade, proteína, lipídios e cinzas utilizaram-se as metodologias descritas pela AOAC (20) sendo os carboidratos totais obtidos por diferença. Para a determinação de minerais, seguiram-se as técnicas descritas nas Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (21), para a abertura das amostras e destruição da matéria orgânica, sendo os minerais quantificados por espectroscopia de emissão de plasma no equipamento marca Spectro, série 5074/93 (USA).

Oligossacarídeos

Oligossacarídeos foram determinados por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) usando uma bomba ISCO (USA) com válvula de injeção de 20 µl (Rheodyne-USA) e detector de índice de refração diferencial (Waters 410 - USA). A extração e demais detalhes da análise dos oligossacarídeos foram descritas previamente (6).

Atividade do inibidor de tripsina

A atividade do inibidor de tripsina foi medida de acordo com a metodologia descrita por Kakade e colaboradores (22), utilizando tripsina bovina como referência e N-benzoyl-DL-arginine-p-nitroanilide como substrato. A atividade do inibidor de tripsina foi expressa em unidades de tripsina inibida (ITU) por mg de amostra seca.

Atividade ureática

Foi determinada de acordo com a metodologia descrita pela AOCS (23) baseada na mudança de pH devido à formação de amônia por ação da urease presente na amostra encubada com solução tampão de uréia em pH 7,0.

Acido fítico

Foi determinado por cromatografia de troca iônica, segundo metodologia descrita por Harland e Oberleas (24). As sementes moídas e desengorduradas (0,5g) foram extraídas com solução de ácido clorídrico 1,2% (10ml) por 3 h e após centrifugação e filtragem, uma alíquota de 5ml foi diluída 1:5 com água destilada e 2ml dessa solução foi então utilizada para a cromatografia. O isolamento do ácido fítico foi realizado em resina AG1-X8, que foi então eluído com solução de cloreto de sódio 0,7M. O ácido fítico do eluato foi hidrolizado com ácido sulfúrico 10N a 150-160 °C por 4h 30min. O fósforo liberado foi então determinado colorimetricamente.

Avaliação sensorial de flocos de soja maltada

Foi avaliada a qualidade sensorial entre três amostras de flocos de soja maltada (1-0 (referência); 2- 24; 3- 48) pelo método de Comparação Múltipla. Para isto foi utilizada uma equipe de 6 provadores previamente selecionados e treinados.

Inicialmente foi realizada uma caracterização, em prova aberta, na qual as amostras foram apresentadas à equipe, sendo definido que apenas o sabor seria avaliado.

Os testes definitivos foram realizados no laboratório de

Análise Sensorial do CTAA-EMBRAPA em cabines individuais sob iluminação vermelha, sendo as amostras apresentadas em pires de porcelana pretos, cobertas com tampas de alumínio e servidas em bandejas de aço inox, acompanhadas de água mineral à temperatura ambiente e do formulário. No formulário, o provador manifestava sua opinião se amostra era pior, igual ou melhor do que a referência e se a diferença era nenhuma, leve, moderada, muito e extrema.

O delineamento estatístico utilizado foi de blocos completos (25) e os dados submetidos a análise de variância (ANOVA) ao nível de 5%, sendo as médias dos tratamentos submetidas ao teste de Dunnet.

Aceitabilidade de biscoitos de farinha de soja maltada

Para verificar a aceitabilidade do biscoito com adição de 10% de farinha de soja maltada por 24 h, foi utilizada escala hedônica de 7 pontos aplicada a 54 consumidores, dos

quais 32 mulheres e 22 homens. As informações foram obtidas através de formulários fornecidos aos provadores. No formulário o consumidor manifestava sua opinião se havia gostado muito, moderadamente, ligeiramente, não gostado nem desgostado, desgostado ligeiramente, moderadamente e muito. Esses atributos foram aplicados à textura e ao sabor. Além disso, o consumidor manifestava-se quanto a presença ou não de sabor estranho e também era indagado se compraria o produto. Em todos os formulários para a avaliação sensorial, o consumidor podia emitir comentários adicionais. As amostras foram oferecidas aos consumidores nas mesmas condições do teste anterior.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a moagem dos flocos de soja produzidos pelo processo de extrusão a farinha obtida apresentou o perfil granulométrico mostrado na Tabela 2. Os resultados da composição proximal indicam pouca variabilidade na maioria dos parâmetros avaliados (Tabela 3). Aparentemente ocorre um discreto decréscimo nos teores de carboidratos acompanhado por pequeno aumento nos teores de lipídeos, em função do processo de maltagem. Entretanto, essa variação pode ser decorrente de uma redistribuição porcentual de macroconstituintes ao longo do processo. Embora não mostrado na tabela, verificou-se também um gradual aumento no índice de solubilidade de proteína, em função da maltagem. Isso deve-se a atividade de proteases que atuam durante o processo, favorecendo o índice de dispersibilidade de proteínas (26).

Os micronutrientes minerais mais relevantes foram analisados na soja sem tratamento e durante as fases de maltagem e extrusão, não apresentando variações consideráveis (Tabela 4). Pequenos decréscimos observados em alguns casos provavelmente foram devidos a perdas por lixiviação. De uma maneira geral, os valores encontrados na soja apresentam-se em concordância com a literatura, indicando ser a variedade estudada boa fonte de cálcio, ferro, cobre e fósforo (27).

TABELA 2
Granulometria da farinha de soja extrusada após a moagem

Peneiras ($\mu\text{m}/\text{mesh}$)	% de material retido
425/35	5,45
355/40	19,54
250/60	60,68
180/80	12,72
150/100	1,59

TABELA 3
Composição química proximal (g%) de soja maltada e extrusada, em base seca

Constituintes	Maltada			Maltada e extrusada		
	A	B	C	D	E	F
Umidade	11,8	8,4	7,3	7,5	7,4	7,8
Cinzas	4,3	4,3	4,6	4,9	4,6	4,6
Lipídeos	19,8	21,7	21,0	19,8	22,2	22,1
Carboidratos	35,8	32,9	34,4	34,4	32,4	32,2
Proteína	40,1	41,1	40,0	40,8	40,8	41,0

-A= amostra sem processamento; B= amostra maltada por 24h; C= amostra maltada por 48h; D=amostra extrusada; E= amostra maltada por 24h e extrusada; F= amostra maltada por 48h e extrusada.

-Resultados são médias de determinações em duplicata.

-A porcentagem de germinação situou-se em torno de 80%

TABELA 4
Composição de minerais (mg/100g) da soja maltada e extrusada, em base seca

Minerais	Maltada			Extrusada		
	A	B	C	D	E	F
P	557	548	585	547	558	561
Ca	258	223	243	193	194	196
Mg	292	288	306	300	303	308
Mn	1,6	1,7	1,9	1,7	1,9	1,9
Fe	10,6	9,6	11,3	11,9	10,8	12,1
Cu	1,4	1,3	1,3	1,4	1,3	1,3
Zn	3,5	3,5	3,5	3,7	3,5	3,9

-A = amostra sem processamento; B= amostra maltada por 24h; C= amostra maltada por 48h; D=amostra extrusada; E= amostra maltada por 24h e extrusada; F= amostra maltada por 48h e extrusada.

-Resultados são médias de determinações em duplicata.

A maltagem mostrou um marcante efeito nos teores de alfa-galactosídeos da soja, concordando com observações descritas na literatura (28) indicando uma acentuada ativação de alfa-galactosidases durante o processo, o que levou a uma diminuição de 65% nos alfa-galactosídeos totais após 48h de maltagem. A extrusão também contribuiu para o decréscimo de alfa-galactosídeos, deixando um resíduo de somente 20%,

no material maltado (48h) e extrusado (Tabela 5). Dentre os alfa-galactosídeos estudados a estaquiase mostrou-se mais sensível ao processamento do que a rafinose. A sacarose apresentou um decréscimo gradual ao longo da maltagem, indicando que embora a mesma seja formada pela degradação dos alfa-galactosídeos, ocorre uma atividade invertásica suficiente para não gerar acúmulo desse carboidrato, sendo o mesmo rapidamente utilizado no metabolismo da semente em germinação.

TABELA 5
Efeito da extrusão e da maltagem da soja sobre os oligossacarídeos e fatores anti-nutricionais

Constituintes			Maltada		Extrusada	
	A	B	C	D	E	F
Sacarose g%	4,1	4,6	3,8	4,4	3,7	4,5
Rafinose g%	0,6	0,5	0,3	0,5	0,3	0,2
Estaquiase g%	3,9	2,2	1,3	3,2	1,2	0,7
total de alfa-galactosídeos	4,5	2,7	1,6	3,7	1,5	0,9
Inibidor tripsina (uti)	54	27	27	5	0	0
Ativ. ureática	2,0	2,0	2,0	0,04	0,04	0,04
Acido fítico g%	1,6	1,6	1,6	1,8	1,7	1,4

-A= amostra sem processamento; B= amostra maltada por 24h; C= amostra maltada por 48h; D= amostra extrusada; E= amostra maltada por 24h e extrusada; F= amostra maltada por 48h e extrusada.

-Resultados sAcido fítico g%o médias de determinações em duplicata

Os inibidores de tripsina apresentaram uma diminuição de 50% após 24h de maltagem, mantendo-se nesse patamar. Esse decréscimo com a germinação tem sido observado por alguns autores, em feijão (13,14) e em soja (26). A diminuição de inibidores de tripsina durante a germinação pode ser devido à ação do calor interno, gerado durante o processo (26) ou à ativação de proteases com afinidade pelos inibidores (13). A extrusão teve um efeito drástico sobre a atividade de inibidores de tripsina promovendo um decréscimo de 91% na soja não maltada e eliminando-a totalmente na soja maltada. O calor inerente ao processo de extrusão é portanto suficiente para a inativação desse componente no produto maltado e extrusado valorizando o uso combinado desses processos.

Não foi observada variação relevante nos teores de ácido fítico como consequência dos processos utilizados. Tem sido observado que a utilização metabólica do ácido fítico pela semente em germinação ocorre tardiamente de forma mais acentuada. Como decorrência, outras reservas de fosfatos são preferencialmente mobilizadas e em velocidades variáveis, dependendo da semente (29). No caso da soja estudada, os tempos utilizados para a germinação não foram suficientes para que ocorresse uma considerável utilização de fosfato a partir do ácido fítico, o qual mostrou-se também resistente às condições de aquecimento inerentes ao processo de extrusão.

A análise sensorial dos flocos de soja maltada mostrou

diferença significativa entre as amostras maltadas e a referência, sendo os flocos de soja maltada com 24 e 48 horas, considerados entre leve e moderadamente melhores quanto ao sabor, que a referência (Tabela 6). Não foi observada alteração relevante de cor na soja extrusada, devido a reação de Maillard.

TABELA 6
Valores médios da avaliação sensorial do sabor de amostras de flocos (puro) de soja maltada

Tratamento	Sabor
0 (referência)	5,4 ^a
24	6,6 ^b
48	6,3 ^b
qm	4,5*

Segundo teste de Dunnet, médias na vertical com letras diferentes diferem do padrão ($p < 0.05$)
qm - quadrado médio

Foi utilizada a soja maltada por 24 horas, para a produção de biscoito, já que a mesma apresentou melhores características sensoriais, mostrou diminuições aceitáveis de fatores anti-nutricionais e indicou menores custos operacionais para produção em escala.

Na análise sensorial dos biscoitos pode-se observar, de acordo com a Figura 1, que 47% das mulheres e 54,5% dos homens gostaram da textura do produto. Em oposição, 44% das mulheres e 32% dos homens desgostaram da textura. No geral, dos 54 consumidores, 50% gostaram da textura do produto, 39% desgostaram e 11% não gostaram e nem desgostaram. De acordo com a Figura 2, pode-se observar que a maioria das mulheres (59%) e dos homens (82%) gostaram do sabor do produto. Por outro lado, 28% das mulheres e 5% dos homens não gostaram do sabor do produto. No geral, 68,5% dos consumidores gostaram do sabor do biscoito, 18% não gostaram e 13% não gostaram e nem desgostaram do sabor.

CONCLUSÕES

Os flocos de soja maltada com 24 e 48 horas possuem sabor significativamente melhor que a referência, tendo os flocos de soja maltada com 24 horas apresentado o maior valor médio de preferência.

A utilização da farinha de soja maltada e extrusada como matéria prima para a elaboração de biscoito mostrou o potencial da mesma para a obtenção de produtos derivados de soja. A análise sensorial indicou a necessidade de aprimoramento na elaboração de biscoito com adição de 10% de farinha de soja maltada por 24 horas, principalmente em relação à textura, pois obteve 50% de aprovação. Entretanto, em relação ao sabor, a aprovação foi de 68,5%. Não houve manifestação majoritária dos consumidores no sentido de comprar o produto, caso o mesmo fosse comercial.

FIGURA 1

Aceitabilidade da textura de biscoito com 10% de farinha de soja maltada por 24 horas. G. muito - gostou muito, G. moderada - gostou moderadamente; G. ligeira - gostou ligeiramente; Não gost/não desgost. - não gostou nem desgostou; D. ligeira - desgostou ligeiramente; D. moderada - desgostou moderadamente; D. muito - desgostou muito.

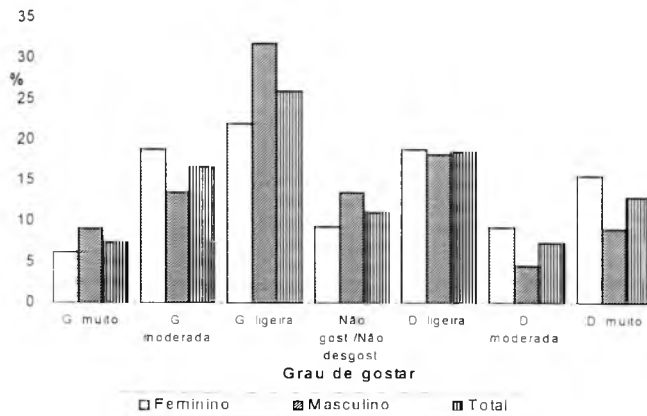
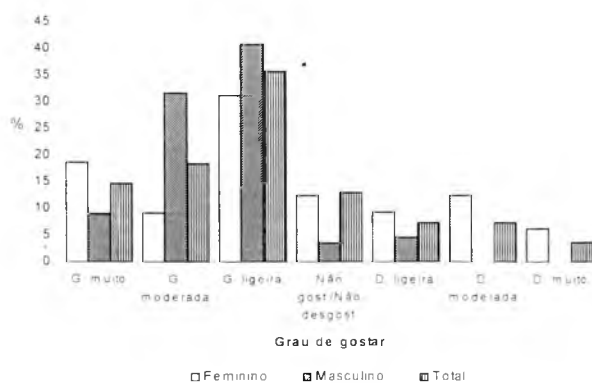


FIGURA 2

Aceitabilidade do sabor de biscoito com 10% de farinha de soja maltada por 24 horas. G. muito - gostou muito, G. moderada - gostou moderadamente; G. ligeira - gostou ligeiramente; Não gost/não desgost. - não gostou nem desgostou; D. ligeira - desgostou ligeiramente; D. moderada - desgostou moderadamente; D. muito - desgostou muito.



A aplicação do processo de maltagem em grãos de soja mostrou-se viável para a obtenção de produtos com melhores características sensoriais e nutricionais. A combinação desse processo com a tecnologia de extrusão mostra grandes possibilidades de utilização na obtenção de novos produtos de soja com maior valor agregado e com potencial para a comercialização. A farinha maltada e extrusada, apresenta-se

como matéria prima para elaboração de formulações de produtos com elevado valor calórico-protéico, aliados a uma diminuição considerável de componentes indesejáveis, naturalmente presentes na soja, como os inibidores de tripsina e os galactosídeos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro do CNPq, PROMAGRO e FINEP (Brasil), para a realização desse trabalho.

REFERÊNCIAS

1. Rackis JJ, Sessa DJ & Honig DH. Flavor Problems of Vegetable Food Proteins J AOCS. 1979; 56:262-271.
2. Hsieh OAL, Huang AS & Chang SS. Isolation and Identification of Objectionable Volatile Flavor Compounds in Defatted Soybean Flour. J Food Sci. 1981; 47:16-18.
3. Kobayashi A, Tsuda Y, Hirata N, Kubota K & Kitamura K. Aroma Constituents of Soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) Milk Lacking Lipoxygenase Isozymes. J Agr Food Chem. 1995; 43:2449-2452.
4. Mohamed AI, Mebrahtu T & Rangappa M. Nutrient Composition and Anti-nutritional Factors in Selected Vegetable Soybean (*Glycine max* (L.) Merr.). Plant Foods for Human Nutrition, 1991; 41:89-100.
5. Liener IE. Factors Affecting the Nutritional Quality of Soy Products J AOCS, 1981; 3:406-415.
6. Trugo LC, Farah A & Cabral LC. Oligosaccharide Distribution in Brazilian Soya Bean Cultivars. Food Chem. 1995; 52:385-387.
7. Briggs DE, Hough JS, Stevens R & Young TW. Malting and Brewing Science. Ed. Chapman and Hall, New York, 1981. v.1, 387p.
8. Kim W, Kim N & Sung H. Effect of Germination on Phytic Acid and Soluble Minerals in Soymilk. Korean Journal Food Science and Technology, 1984; 16(3):358-362.
9. Mostafa MM, Rahma EH & Rady AH. Chemical and Nutritional Changes in Soybean During Germination. Food Chemistry, 1987; 23:257-275.
10. Ghorpade VM & Kadam SS. Germination. In: SALUNKHE, D.K. & KADAM, S.S. CRC Handbook of World Food Legumes: Nutritional Chemistry, Processing Technology, and Utilization. Ed. CRC Press, Inc. Boca Raton, 1989; v.III, p.165-176.
11. Trugo LC, Farah A & Trugo NMF. Germination and Debittering Lupin Seeds Reduce (-Galactoside and Intestinal Carbohydrate Fermentation in humans. J Food Sci. 1993; 58:627-630.
12. Palmer GH & Bathgate GN. Malting and Brewing. In: POMERANZ, Y: Advances in Cereal Science and Technology. Ed. American Association of Cereal Chemists, Inc. St. Paul, 1976; Vol. I, p.237-324.
13. Trugo LC, Ramos LA, Trugo NMF. & Souza MC. Oligosaccharide Composition and Trypsin Inhibitor Activity of *P. Vulgaris* and the Effect of Germination on the α -Galactoside Composition and Fermentation in the Human Colon. Food Chemi. 1990; 36:53-61.

14. EL-Hag N, Haard NF & Morse RE. Influence of Sprouting on the Digestibility Coefficient, Trypsin Inhibitor and Globulin Proteins of Red Kidney Beans. *J Food Sci*, 1978; 43:1874-1875.
15. Reddy NR, Blakrisham CV, Salunkhe DK. Phytate Phosphorus and Minerals Changes During Germination and Cooking of Black Bean (*Phaseolus mungo* L.) Seeds. *J Food Sci*, 1978; 43:540-543.
16. Souza MCP, Bastos CA & Trugo LC. Effect of Germination on the Phytic Acid Content of Lupin Seeds. *Arq Biol Tecnologia*, 1988; 31:219.
17. Mustakas GC, Albrecht WJ, Bookwalter GN, McGhee JE, Kwolek WF & Griffin EL Jr. Extruder-Processing to Improve Nutritional Quality, Flavor, and Keeping Quality of Full-Fat Soy Flour. *Food Tech*, 1970; 24(11):102-108.
18. Camire ME, Camire A & Krymhar K. Chemical and Nutritional Changes in Foods During Extrusion. *Food Sci Nutr*, 1990; 29(1):35-57.
19. Steel CJ, Sgarbieri VC & Jackix MH. Use of Extrusion Technology To Overcome Undesirable Properties of Hard-To-Cook Dry Beans (*Phaseolus vulgaris* L.) *J Agr Food Chem*, 1995; 43:2487-2492.
20. Association of Official Analytical Chemists. *Official Methods of Analysis*. 14 ed. Washington, DC, 1984; 1141 p.
21. Instituto Adolfo Lutz. *Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz*. Gov. Estado São Paulo, 1985; 533p.
22. Kakade ML, Rackis JJ, McGhee JE & Puski G. Determination of Trypsin Inhibitor Activity of Soy Products: A Collaborative Analysis of an Improved Procedure. *Am. Assoc. Cereal Chem.*, 1974; 51:376-382.
23. American Oil Chemist's Society. *Official and Tentative Methods of the American Oil Chemist's Society*. 3. Ed. Champaign: AOCS, 1980.
24. Harland BF & Oberleas D. A modified method for phytate analysis using an ion exchange procedure. *Cereal Chem.* 1977; 54, 827-832.
25. Gomes FP. *Curso de estatística experimental*. Piracicaba: Livraria Nobel S.A., 1977; 430p.
26. Suberbie F, Mendiza'bal D & Mendiza'bal C. Germination of Soybeans and Eats Modifying Effects on the Quality of Full-fat Soyflower. *J AOCS*, 1981; 3:192-194.
27. Paul AA & Southgate DAT. McCance and Widdowson's *The Composition of Foods*. Her Majesty's Stationery Office, London, 1979; 418p.
28. Donangelo CM, Trugo LC, Trugo NMF, Eggum BO. Effect of germination of legume seeds on chemical composition and on protein and energy utilization in rats. *Food Chem* 1995; 53: 23-27.
29. Silva LG & Trugo LC. Characterization of phytase activity in lupin seed. *J.Food Biochem.* 1996; 20: 329-340.

Recibido: 17-09-1997

Aceptado: 02-03-1998