

Propriedades Funcionais de Concentrado Protéico Extrusado de Sementes de Girassol

Elenice H. Murate¹, Sandra H. Prudencio-Ferreira^{2*}

¹Departamento de Nutrição - UFPR - Cx. Postal 19001, 80060-240, Curitiba - PR, ²Departamento TAM-UEL - Cx. Postal 6001, 86051-970, Londrina - PR,

ABSTRACT

Functional properties of sunflower protein concentrate extruded at 135, 143 and 151°C with 20 and 24% moisture (dry basis) were evaluated. Extrusion resulted in increasing protein solubility in water, fat and water absorption, emulsifying activity and capacity, emulsion stability and foaming capacity but, foam stability did not change. Protein solubility of extruded and non extruded protein concentrate, as a function of pH, were lower in the interval of 4.0 to 6.0, with a solubility increase above pH 7,0 for the non extruded concentrate.

Palavras chaves: proteína, girassol, extrusão, propriedades funcionais.

INTRODUÇÃO

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é a quarta oleaginosa mais produzida no mundo (Holz, 1997). Atualmente, a produção de suas sementes no Brasil não passa de 7,5 mil toneladas, mas apresenta grandes perspectivas de implementação, com o incentivo à sua produção e investimentos em melhoria genética de variedades adaptadas às condições climáticas e de solo (Silveira et al ; 1993, Castiglioni, 1993; Pfau, 1994).

As sementes de girassol, além de seu alto rendimento em óleo, são também uma fonte potencial de proteínas. A farinha desengordurada destas sementes descascadas contém cerca de 60% de proteínas e é isenta de quaisquer componentes tóxicos conhecidos (Kabirullah & Wills, 1982). Essas proteínas são constituídas principalmente de globulinas e glutelinas (Prasad, 1990), possuem alta digestibilidade (90%) e valor biológico (60 – 70%) quando comparadas com a maioria das outras proteínas de oleaginosas (Kabirullah & Wills, 1982). Embora deficientes em lisina, contêm altos níveis de outros aminoácidos essenciais, principalmente aminoácidos sulfurados (Lin et al. ,1974).

As proteínas de sementes de girassol possuem propriedades organolépticas e funcionais que as tornam úteis em alimentos processados como substitutos da carne, em enriquecimento de pães, massas e biscoitos, formulações lácteas e na suplementação de farinha de soja para alimentos infantis (Rossi & Barbieri, 1983; Claughton & Pearce, 1986; Sripad & Narasinga Rao, 1987; Sosulski, 1989; Sotillo & Hettiarachchy, 1994).

A funcionalidade é um elemento crítico no desenvolvimento de uma nova fonte protéica, que deve ao lado do valor nutricional, ser considerado na produção de um novo alimento ou ingrediente que possa ser assimilado (Kinsella, 1978). O emprego de resíduos protéicos é desejável na alimentação humana pelo seu valor nutricional e relativo baixo custo, porém sua utilização depende de processos tecnológicos para transformá-los em ingredientes alimentares com propriedades funcionais aceitáveis.

As propriedades funcionais de proteínas podem ser melhoradas por procedimentos que modifiquem a sua estrutura. A extrusão termoplástica é uma alternativa para modificação física de constituintes alimentares, tais como a proteína.

* Autor para correspondência

A utilização do processo de extrusão termoplástica de materiais vegetais para produção de proteínas texturizadas envolve a modificação da estrutura, forma, textura e aparência do produto (Kinsella, 1978; Harper, 1984). Durante a extrusão as proteínas nativas são desnaturadas, ocorrendo dissociação e afrouxamento das moléculas permitindo, assim o alinhamento no sentido do fluxo. Na matriz da extrusora ocorre a reestruturação das moléculas através de pontes dissulfeto, pontes de hidrogênio e interações hidrofóbicas e eletrostáticas (Hager, 1984; Prudencio-Ferreira & Arêas, 1993; Li & Lee, 1996) alterando a textura do produto após resfriamento e determinando mudanças nas suas características funcionais (Kinsella, 1976; Kinsella, 1978; Harper, 1986).

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da extrusão termoplástica sobre as propriedades emulsificantes, espumantes, de absorção de água e gordura e sobre a solubilidade das proteínas de concentrado protéico de sementes de girassol.

MATERIAL E MÉTODOS

Preparo das amostras: Sementes de girassol descascadas foram trituradas e desengorduradas com n-hexano por 48 horas empregando-se extrator Soxhlet de vidro. Secou-se o material desengordurado em estufa ventilada a $50 \pm 2^\circ\text{C}$ por 12 horas para a evaporação do solvente. O material foi moído em moinho de faca (marca Tecnal), acondicionado em sacos de polietileno e armazenado à temperatura ambiente ($25 \pm 2^\circ\text{C}$). Para a obtenção do concentrado protéico foram realizadas três extrações com etanol 70%, numa proporção de 5:1, ajustando-se o pH em 4,5 com HCl 1N, segundo o método descrito por Salgado & Chieus (1988).

Ajustou-se a umidade do concentrado protéico obtido em 20 e 24% (base seca) por aspersão direta de água destilada, homogeneização e passando o material várias vezes por peneiras. As amostras acondicionadas em sacos de polietileno selados foram armazenadas em câmara fria por 24 horas e daí retiradas 2 horas antes da extrusão. A seqüência de extrusão das amostras foi estabelecida por sorteio

Extrusão Termoplástica: A extrusão foi efetuada em extrusora marca Cerealtec International, mod. CT-L15, de rosca única, com rotação de 160 rpm, matriz de 4 mm de diâmetro e fluxo de alimentação constante. Foi utilizada rosca com taxa de compressão de 3:1, temperaturas de 135, 143 e 151°C na zona de aquecimento e no cabeçote e temperatura de 80°C na primeira zona.

As amostras extrusadas e não extrusadas foram moídas em moinho de faca e classificadas em malha fina, sendo utilizado o material retido entre 0,177 e 0,149 mm para as análises efetuadas.

Composição Química: Os teores de umidade, lipídeos, proteínas, fibra bruta e cinzas foram determinados de acordo com os métodos descritos pela AOAC (1990).

Solubilidade da proteína: A solubilidade da proteína em água foi determinada em pH de 3 a 10, de acordo com o método descrito por Canella (1978) com algumas modificações. Misturou-se 1 g de amostra em 50 ml de água destilada, ajustando-se o pH com HCl 0,5 N ou NaOH 0,5N, em constante agitação. O material foi centrifugado (centrífuga marca Fanem, mod. 204 N) a $3000 \times g$ por 20 minutos e filtrado em papel Whatman nº 3. O teor de proteína no filtrado foi determinado pelo método de Lowry et al. (1951) e o teor de proteína total pelo método de Kjeldahl, utilizando-se o fator de conversão 5,7. A solubilidade da proteína foi determinada como: (quantidade de proteína no sobrenadante/quantidade de proteína total) $\times 100$.

Capacidade de absorção de água ou gordura: A capacidade de absorção de água ou gordura foi medida através do método descrito por Lin et al. (1974). Uma suspensão com 3 ml de água destilada e 0,5 g de amostra foi preparada em tubo cônico de centrífuga graduado de 12 ml. O conteúdo foi agitado em agitador de tubos (marca Fanem) por um minuto com um fio de arame para dispersar a amostra. Após repouso de 30 minutos, o material foi centrifugado (centrífuga marca Excelsa Baby Fanem, mod. 208N) a $1500 \times g$ por 25 min. A diferença entre a quantidade de água adicionada e a água sobrenadante foi tomada como medida aproximada da absorção de água. A capacidade

de absorção de água foi expressa como a quantidade de água absorvida por 100 g de amostra. A capacidade de absorção de gordura foi determinada pelo mesmo método, substituindo-se a água por óleo e expressa como a quantidade de óleo absorvido por 100 g de amostra.

Propriedades emulsificantes: A atividade emulsificante e estabilidade da emulsão foram determinadas pelo método descrito por Yasumatsu et al. (1972), com algumas modificações. Preparou-se uma suspensão com 0,7 g de amostra em 10 ml de água destilada e 10 ml de óleo de milho (marca Millete) em becker de 100 ml. A suspensão foi emulsificada em agitador de haste (marca Fanem, mod. 256), em agitação média por um minuto. A emulsão foi dividida em tubos cônicos de centrífuga de 12 ml e centrifugados (centrífuga marca Excelsa Baby Fanem, mod. 208 N) a 1500 x g por 5 minutos. A atividade emulsificante foi calculada como: $(\text{volume da camada emulsificada} / \text{volume total no tubo}) \times 100$.

Para a determinação da estabilidade da emulsão, a emulsão preparada conforme procedimento acima apresentado, foi aquecida em banho maria (80°C) por 30 minutos e resfriada com água corrente por 15 minutos. A emulsão foi dividida em dois tubos de centrífuga e centrifugados (centrífuga marca Excelsa Baby Fanem mod. 208 N) a 1500 x g por 5 minutos. A estabilidade da emulsão foi expressa como: $(\text{volume da camada emulsificada remanescente} / \text{volume total da camada emulsificada}) \times 100$.

A capacidade emulsificante foi determinada segundo o método descrito por Wang & Kinsella (1976), com modificações. Homogeneizaram-se 200 mg de proteína em 10 ml de água destilada utilizando-se um agitador de haste (marca Fanem, mod. 256) em velocidade média. Após 30 segundos em dispersão, adicionou-se óleo de milho (marca Millete) à mistura em agitação através de uma bureta numa razão de 0,8 ml/minuto. O ponto de inversão de fase foi registrado através do aumento da resistência elétrica da emulsão, utilizando-se um voltímetro. A capacidade emulsificante foi calculada como a quantidade de óleo emulsificado por grama de proteína da amostra.

Propriedades espumantes: A capacidade de formação de espuma foi determinada de acordo com o procedimento apresentado por Yasumatsu et al. (1972), com algumas modificações. Uma suspensão de 1,5 g de amostra em 50 ml de água destilada foi preparada em proveta de 250 ml e agitada com agitador de haste (marca Fanem, mod. 256) por um minuto em agitação média. A porcentagem de aumento de volume foi calculado com base nos volumes inicial e após a formação da espuma de acordo com Canella (1978).

A proveta contendo a espuma obtida foi mantida em repouso à temperatura ambiente por 30 minutos e mediu-se a estabilidade da espuma através da porcentagem de redução do volume.

Análise Estatística: O delineamento utilizado foi inteiramente ao acaso, com as combinações das variáveis temperaturas de extrusão e umidades das amostras, sendo que os experimentos foram realizados com duas repetições. Os resultados foram analisados por análise de variância (ANOVA) através do teste F e aplicado o teste de comparação de médias de Tukey, utilizando-se o programa estatístico SAS (Statistical Analysis System, 1985).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição aproximada das sementes descascadas, da farinha desengordurada e do concentrado protéico de girassol estão apresentadas na Tabela 1.

A utilização de etanol 70% em pH ácido tem a finalidade de extrair os compostos fenólicos e carboidratos solúveis. No, entanto, este tratamento extraiu apenas 6,36% dos carboidratos presentes na farinha, resultando num ligeiro aumento no teor de proteínas. O ácido clorogênico, principal composto fenólico, pode sofrer reações de oxidação em meio alcalino ou sofrer a ação da polifenol oxidase, desenvolvendo cor verde a marrom devido à interação entre os produtos de oxidação e as proteínas, e dessa forma diminuindo o valor nutritivo e digestibilidade da proteína (Saeed & Cheryan, 1989; Venkatesh & Prakash, 1993).

Tabela 1. Composição química da semente descascada, farinha desengordurada e concentrado protéico de girassol*.

Base seca	Semente	Farinha desengordurada	Concentrado protéico
Proteína Bruta**	26,81	59,70	62,09
Lípídeos	50,82	5,62	3,98
Fibra Bruta	2,60	4,75	5,05
Cinzas	4,22	7,45	7,83
Carboidratos***	15,55	22,48	21,05

*Média obtida de três determinações.

**Fator de conversão = 5,7.

***Valores obtidos por diferença.

Conforme mostrado na Tabela 2, a solubilidade das proteínas do concentrado protéico não extrusado em pH 5,0 (pH do concentrado após a extração) foi a mais baixa, porém diferiu significativamente somente das amostras extrusadas a 135°C e 24% de umidade e 151°C e 24% de umidade. Bastos & Arêas (1993) também obtiveram valores de solubilidade protéica mais elevados após a extrusão de pulmão bovino desengordurado.

A solubilidade da proteína do concentrado não extrusado reflete as condições de extração como temperatura e pH, sendo que este foi mantido próximo de 5,0, onde a interação proteína-proteína é máxima e a solubilidade é mínima (Rossi & Germondari, 1982). Além disso, estudos indicam que tratamentos térmicos e a utilização de solventes puros ou em misturas com água para obtenção de concentrado protéico de girassol desnaturam as proteínas diminuindo sua solubilidade (Sripad & Narasinga Rao, 1987; Prasad, 1990).

Tabela 2. Índice de solubilidade do concentrado protéico e concentrado protéico extrusado de girassol em pH 5,0*.

Tratamentos	Variáveis de Extrusão		Índice de solubilidade da proteína (pH = 5,0)
	Temperatura (°C)	Umidade (% b.s.)	
1**	-	-	5,63 ^{c**}
2	135	24	7,36 ^{ab}
3	143	20	6,37 ^{abc}
4	143	24	5,76 ^{bc}
5	151	20	7,54 ^a
6	151	24	6,68 ^{abc}

*Valores médios de duas repetições, com três determinações cada uma.

**1 = Concentrado protéico de girassol não extrusado.

***Médias acompanhadas pela mesma letra não apresentam diferença significativa ($p \leq 0,05$).

Na Figura 1 estão demonstrados os perfis de solubilidade das proteínas do concentrado protéico extrusado e não extrusado em função do pH. Em valores de pH entre 4,0 e 6,0, a solubilidade das proteínas das amostras extrusadas foram ligeiramente mais elevadas que a da amostra não extrusada, possivelmente devido ao rearranjo das ligações intermoleculares das proteínas durante o processo de extrusão. A partir de pH 7,0, a

amostra não extrusada apresentou valor de solubilidade protéica significativamente mais elevado, indicando que o tratamento térmico e mecânico da extrusão promoveu a insolubilização das proteínas. Esse comportamento é semelhante àquele descrito para proteínas de soja e de trigo após a extrusão (Burgess & Stanley, 1976; Hager, 1984; Li & Lee, 1996).

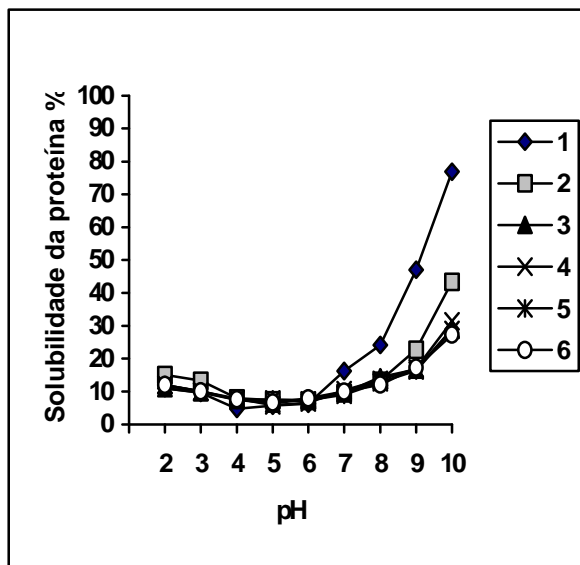


Figura 1. Curvas de solubilidade de concentrado protéico e concentrado protéico extrusado em função do pH. 1. concentrado protéico não extrusado; 2. 135°C e 24% de umidade; 3. 143°C e 20% de umidade; 4. 143°C e 24% de umidade; 5. 151°C e 20% de umidade; 6. 151°C e 24% de umidade.

Como demonstrado na Tabela 3, a amostra com 20% de umidade submetida à extrusão a 151°C apresentou valor de absorção de água mais elevado. Este foi o único tratamento que diferiu significativamente da amostra não extrusada, diferindo também das amostras contendo 20 e 24% de umidade extrusadas a 143 e 135°C, respectivamente. Para uma determinada umidade da amostra houve aumento da capacidade de absorção de água com aumento da temperatura de extrusão.

Bhattacharya & Hanna (1988) verificaram que a extrusão resultou num pequeno mas significativo aumento da capacidade de absorção de água de glúten de milho. Enquanto que para Bastos & Arêas (1990) o processo de extrusão não causou alterações na capacidade de absorção de água das proteínas de pulmão bovino seco e desengordurado com diversos solventes.

As amostras extrusadas a 143 e 151°C com 20 e 24% de umidade, apresentaram um aumento significativo na capacidade de absorção de gordura. Não houve diferença significativa entre

a amostra não extrusada quando comparadas com as amostras com 24% de umidade extrusadas a 135 e 143°C e com 20% de umidade extrusada a 151°C para esta propriedade. Além disso, o aumento da temperatura de extrusão da amostra com 20% de umidade provocou uma diminuição da absorção de gordura, enquanto que para a amostra com 24% de umidade o aumento da temperatura de extrusão resultou num aumento desta propriedade (Tabela 3).

Venktesh & Prakash (1993) verificaram que o tratamento térmico das sementes de girassol a 150 °C causava um aumento da capacidade de absorção de gordura das proteínas. Cabral et al. (1997) notaram que o aumento da pressão de homogeneização de leite de soja ocasionava um aumento linear nos valores de absorção de gordura das proteínas. Estes autores sugeriram que a desnaturação térmica ou mecânica sofrida pelas proteínas tenha contribuído para exposição de grupos hidrofóbicos que puderam se ligar a gordura.

A capacidade de hidratação de proteína é o resultado da ligação da água com os aminoácidos hidrofílicos da superfície da molécula (Damodaran, 1994). A absorção de gordura varia em função do número de grupos hidrofóbicos expostos da proteína e da interação destes com as cadeias hidrofóbicas da gordura (Dench et al., 1981; Lin et al. 1974).

Dependendo das condições, a extrusão pode ter provado alterações estruturais nas moléculas de proteínas expondo mais sítios hidrofílicos, permitindo maior absorção e ligação de água (Bhattacharya, 1986) e também sítios não polares (Kinsella, 1976) que puderam se ligar à gordura e aumentar a capacidade de absorção de gordura.

Houve um aumento significativo de todas as propriedades emulsificantes do concentrado protéico após a extrusão em qualquer uma das condições testadas.(Tabela 4).

Tabela 3. Capacidade de absorção de água e gordura do concentrado protéico e do concentrado protéico extrusado de girassol*.

Tratamentos	Variáveis de Extrusão		Capacidade de	Capacidade de
	Temp.(°C)	Umid.(%)	Absorção de Água (ml/100g de amostra)	Absorção de Gordura (ml/100g amostra)
1**	---	---	202,20 ^{bc***}	74,50 ^{b***}
2	135	24	192,54 ^c	76,30 ^b
3	143	20	188,12 ^c	134,90 ^a
4	143	24	212,89 ^{abc}	83,00 ^b
5	151	20	240,33 ^a	75,33 ^b
6	151	24	225,43 ^{ab}	118,07 ^a

*Valores médios de duas repetições, com três determinações cada uma.

**1 = Concentrado protéico de girassol não extrusado.

***Médias acompanhadas pela mesma letra não apresentam diferença significativa ($p \leq 0,05$).

Tabela 4. Atividade emulsificante, estabilidade da emulsão e capacidade emulsificante do concentrado protéico e concentrado protéico extrusado de girassol*.

Tratamentos	Variáveis de Extrusão		A.E.	E.E.	C.E.
	Temp.(°C)	Umid.(%)			
1**	---	--	2,04 ^{d***}	2,10 ^d	18,38 ^b
2	135	24	29,71 ^c	12,72 ^c	28,54 ^a
3	143	20	48,76 ^{ab}	26,16 ^a	26,98 ^a
4	143	24	41,81 ^b	19,04 ^b	29,07 ^a
5	151	20	49,53 ^a	24,24 ^a	27,41 ^a
6	151	24	47,18 ^{ab}	24,99 ^a	27,52 ^a

*Valores médios de duas repetições, com três determinações cada uma.

**1 = Concentrado protéico de girassol não extrusado.

***Médias acompanhadas com a mesma letra, na mesma coluna, não apresentam diferença significativa ($p \leq 0,05$).

A.E = atividade emulsificante, expressos em % do volume emulsificado/volume total.

E.E. = estabilidade da emulsão, expressos em % do volume emulsificado remanescente/volume total.

C.E. = capacidade emulsificante, expressos em ml de óleo emulsificado por grama de proteína.

A capacidade de formação de espuma da amostra extrusada a 151°C com 20% de umidade foi a mais elevada, diferindo significativamente dos valores obtidos para as amostras não extrusada e extrusada a 151°C com 24% de umidade. A amostra não extrusada apresentou o menor valor, não diferindo das amostras extrusadas a 135 e 151°C com 24% de umidade e 143°C com 20% de umidade. Não houve diferença significativa entre os tratamentos para estabilidade de espuma, conforme demonstrado na Tabela 5.

Bastos e Arêas (1990) não observaram alterações significativas na capacidade emulsificante de proteínas de pulmão bovino após a extrusão. Venkatesh e Prakash (1993) verificaram que os valores de atividade emulsificante de amostras de farinha de girassol cujas sementes foram submetidas a tratamentos térmicos drásticos ou de alta pressão foram

superiores ao da amostra sem tratamento, ocorrendo o efeito inverso quanto a capacidade emulsificante e espumante e a estabilidade da emulsão e da espuma.

A justificativa para tais resultados, foi a desnaturação protéica resultando numa maior exposição de grupos hidrofóbicos que foi correlacionado positivamente com a atividade emulsificante e negativamente com a estabilidade da espuma; e na queda de solubilidade das proteínas que foi correlacionada com a diminuição da capacidade emulsificante e espumante e da estabilidade da emulsão e da espuma.

Os efeitos térmico e mecânico da extrusão podem ter desnaturado parcialmente as proteínas e assim as moléculas se tornaram mais afrouxadas resultando no aumento da solubilidade (Tabela 2), da hidrofobicidade de

superfície e da flexibilidade da molécula. Isso pode ter facilitado a migração e adsorção das moléculas de proteínas na interface óleo-água ou ar-água, onde devido a um rearranjo e interações moleculares, diminuíram a tensão interfacial e

formaram filmes espessos e coesos ao redor das gotículas de óleo ou ar resultando numa melhora das propriedades emulsificantes e espumantes (Damodaran, 1994).

Tabela 5. Capacidade de formação e estabilidade de espuma do concentrado protéico e do concentrado protéico extrusado de girassol*.

Tratamentos	Variáveis de Extrusão		Capacidade de Formação de Espuma	Estabilidade de Espuma (% Redução De Espuma)
	Temp.(°C)	Umid.(%)		
1**	---	---	17,00 ^{c***}	28,48 ^a
2	135	24	20,91 ^{abc}	26,51 ^a
3	143	20	21,24 ^{abc}	33,97 ^a
4	143	24	22,88 ^{ab}	29,25 ^a
5	151	20	24,51 ^a	22,83 ^a
6	151	24	19,28 ^{bc}	27,33

*Valores médios de duas repetições, com três determinações cada uma.

**1 = Concentrado protéico de girassol não extrusado.

***Médias acompanhadas pela mesma letra, na mesma coluna, não apresentam diferença significativa ($p \leq 0,05$).

As propriedades funcionais das proteínas dependem das características intrínsecas como estrutura e conformação, que por sua vez dependem de fatores do meio como temperatura, concentração protéica, força iônica e pH (German & Phillips, 1994; Damodaran, 1994). Além disso, a presença de outros componentes como carboidratos e lipídeos e os métodos utilizados para as avaliações podem ter interferido nos resultados obtidos (Venkatesh & Prakash, 1993; Damodaran, 1994).

RESUMO

Propriedades funcionais de concentrado protéico de sementes de girassol extrusado a 135, 143 e 151 °C e com 20 e 24% de umidade (base seca) foram avaliadas. Os resultados demonstraram que a extrusão, dependendo das condições, provocou um aumento nos valores de solubilidade da proteína em água, capacidade de absorção de água e gordura, capacidade e atividade emulsificante, estabilidade da emulsão, capacidade de formação de espuma, porém não alterou a propriedade de estabilidade de espuma do concentrado protéico. A solubilidade das proteínas do concentrado protéico extrusado e não extrusado em função do pH foi menor no

intervalo de 4,0 a 6,0 e houve um aumento significativo a partir do pH 7,0 para a amostra não extrusada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Association of Official Analytical Chemists. (1990), *Official Methods of Analysis of the AOAC*. Washington, D.C., 5th ed.
- Bastos, D.H.M.; Arêas, J.A.G. (1990), Lung proteins: effect of defatting with solvents and extrusion cooking on some functional properties. *Meat Sci.*, **28**, 283-290
- Bhattacharya, M.; Hanna, M.A.; Kaufman, R.E. (1986), Textural properties of extruded plant protein blends. *J. Food Sci.*, **51**, 988-993
- Bhattacharya, M.; Hanna, M.A. (1988), Extrusion processing to improve nutritional and functional properties of corn gluten. *Lebensm. Wiss. u. Technol.*, **21**, 20-24
- Burgess, L.D.; Stanley, D.W. (1976), A possible mechanism for the thermal texturization of soy bean. *Can. Ins. Food Sci. Technol. J.*, **9**, 228-231
- Cabral, L.C.; Wang, S.H.; Araújo, F.B.; Maia, L.H. (1997), Efeito da pressão de homogeneização nas propriedades funcionais de leite de soja em pó. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, **17**, 286-290

- Canella, M. (1978), Whipping properties of sunflower proteins dispersions. *Lebensm. Wiss u. Technol.*, **11**, 259-263
- Castiglioni, V.B.R.; Moreira, R.P.; Toledo, J.F. (1993), Avaliação genética de populações de girassol. In- X Reunião Nacional de Girassol. *Anais...*, Campinas: Iac
- Claughton, S.M.; Pearce, R.J. (1986), Protein enrichment of sugar-snap cookies with sunflower protein isolate. *J. Food Sci.*, **54**, 354-356
- Damodaran, S. (1994), Structure-function relationship of food proteins. In- *Protein functionality in foods system*, ed. N.S. Hettiarachchy; G.R. Ziegler. Marcel Dekker, Inc., NEW York, pp.1-37
- Dench, J.E.; Rivas, R.N.; Caygill, J.C.(1981), Selected functional properties of sesame (*Sesamun indicum* L.) flour and two protein isolates. *J. Sci. Food Agric.*, **32**, 557-564
- German, B.J.; Phillips, L. (1994), Protein interactions in foams. In- *Protein functionality in food system.*, ed. N.S. Hettiarachchy; G.R. Ziegler. Marcel Dekker Inc., New York, pp.181-207
- Hager, D.F. (1984), Effects of extrusion upon soy concentrate solubility. *J. Agric. Food Chem.*, **32**, 293-296
- Harper, J.M. (1986), Extrusion of texturization of foods. *Food Technology*, **40**, 70-76
- Holz, A. (1997), May 1996/1997 global oilseed highlights. *Oilseeds: World Markets and Trade*, 7-9
- Kabirullah, M.; Wills, R.B.H. (1982), Functional properties of acetylated and succinylated sunflower protein isolate. *J. Food Technology*, **17**, 235-249
- Kinsella, J.E. (1976), Functional properties in foods: a survey. *CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, **7**, 219-280
- Kinsella, J.E. (1978), Texturized proteins: fabrication, flavoring and nutrition. *CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, **10**, 147-207
- Li, M.; Lee, T.M., Effect of extrusion temperature on solubility and molecular weight distribution of wheat flour proteins. *J. Agric. Food Chem.*, **44**, 763-768
- Lin, M.J.; Humbert, E.; Sosulski, F.W. (1974), Certain functional properties of sunflower meal products. *J. Food Sci.*, **39**, 368-370
- Lowry, O.H.; Rosebrough, N.J.; Lewisfarr, A.; Randall, R.J. (1951), Protein measurement with the Folin phenol reagent. *The Journal of Biological Chemistry*, **193**, 265-275
- Pfau, M.C. (1994) Análise do mercado brasileiro e sua potencialidade. *Espuma*, 24
- Prasad, D.T. (1990), Proteins of the phenolic extracted sunflower meal. 2: solubility fractionation and characterization of major protein fractions. *Lebensm. Wiss. u-Technol.*, **23**, 236-241
- Prudencio-Ferreria, S.H.; Arêas, J.A.G. (1993) Protein-protein interactions in the extrusion of soya at various temperatures and moisture contents. *J. Food Sci.*, **58**, 378-381
- Rossi, M.; Barbieri, R. (1983) Production of a texturized meat extender from sunflower deffated flour and protein concentrate. *Proceedings of the 6th International Congress fo Food Science and Technology*, **1**, 163-164
- Rossi, M.; Germodari, I. (1982), Production of food-grade protein meal from defatted sunflower. II. Funcinal properties evaluation. *Lebensm. Wiss. u. Technol.*, **15**, 313-316
- Saeed, M.; Cheryan, M. (1989), Sunflower protein concentrates and isolates low in polyphenols and phytates. *J. Food Sci.*, **53**, 1127-1131
- Salgado, J.M.; Chieus, E. (1988), Utilização do girassol (*Helianthus annuus*,L.) na alimentação humana. Obtenção da farinha de girassol, concentrado protéico e complementação dessa farinha com aminoácidos lisina e metionina. *Arch. Latinoam. Nutricion.*, **38**, 289-295
- Silveira, J.M.; Balla, A.; Castiglioni, V.B.R. (1993), Estudo de populações de plantas em girassol. In- X Reunião Nacional de Girassol. Goiânia. *Anais...*, Campinas: IAC
- Sosulski, F. (1989), Food uses of sunflower proteins. In- *Developments in food protein*, ed. F. HUDSON. Elsevier, New York, **3**, pp.110-138
- Sotillo, E.; Hettiarachchy, N.S. (1994), Corn meal sunflower meal extrudates and their physicochemical properties. *J. Food Sci.*, **59**, 432-435
- Sripad, G.; Narasinga Rao, M.S. (1987), Effect of methods to remove polyphenols from sunflower meal on the physicochemical properties of the proteins. *J. Agric. Food Chem.*, **35**, 962-967
- Venktesh, A.; Prakash, V. (1993), Functional properteis of the total proteins of sunflower

(*Helianthus annuus*, L.) seed. Effect of physical and chemical treatments. *J. Agric. Food Chem.*, **41**, 18-23

Wang, J.C.; Kinsella, J.E. (1976), Functional properties of novel proteins: alfalfa leaf protein. *J. Food Sci.*, **41**, 286-292

Yasumatsu, K. et al., (1972), Whipping and emulsifying properties of soybean products. *J. Agric. Biol. Chem.*, **36**, 719-927

Received: June 18, 1997;

Revised: June 03, 1998;

Accepted: June 06, 1998.