

Este exemplar corresponde a redação
final da tese defendida por Cristina
Garibay Bagnis e aprovada pela
comissão julgadora em 18.06.84
Campinas, 18 de Junho de 1984

F. Reyes
Felix Guillermo Reyes Reyes
Presidente da Banca
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS E AGRÍCOLA

ISOLADO PROTEICO DE GIRASSOL

OBTENÇÃO E PROPRIEDADES. *ntb*

Cristina Garibay Bagnis *ntb*
Bacharel em Ciências Químicas

ORIENTADOR
Dr. Felix Guillermo Reyes Reyes *x*

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

- 1984 -

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL

Aos meus pais e irmãos
com amor e gratidão.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Félix Guillermo Reyes Reyes pela sua dedicação, apoio e amizade demonstrados durante a orientação deste trabalho.

Ao Professor Ramón G. Hinojosa e família, pela amizade e apoio constante ao longo do meu curso de mestrado.

À Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola, UNICAMP, pelas facilidades recebidas.

À Universidad Autónoma de Guadalajara, pela oportunidade que me concedeu para a realização dos meus estudos.

Ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) e ao Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), pela bolsa de estudos concedida.

À: Dr. Antenor Pizzinato, Dr. Arlindo Moreira Sales, Sra. Cristina Bogato Ferreira, Dra. Franca Durante, Dr. José Luis Vasconcelos Rocha, Dra. Ruth dos Santos Garruti, Dr. Valdemiro C. Sgarbieiri e Dra. Vera L. Pupo Ferreira, pela contribuição recebida durante o desenvolvimento deste trabalho.

Às Professoras Maria Cecilia de F. Toledo e Maria Eliza W. de Almeida, pela amizade e aportação em várias etapas deste trabalho.

Ao Instituto Agronômico de Campinas na pessoa da Dra. Maria Regina Ungaro, pelo fornecimento da matéria prima, indispensável para a realização desta pesquisa.

À Sociedade Algodoeira do Nordeste Brasileiro S.A. (SANBRA) e à Produtos Roche Químicos e Farmacêuticos S.A., pelo fornecimento dos isolados proteicos de soja e do ascorbato de sódio, respectivamente.

À Associação Brasileira das Indústrias da Alimentação, ABIA, pela gentileza das cópias deste trabalho.

A todo o pessoal do Laboratório de Toxicologia de Alimentos, pela amizade e auxílio em várias etapas deste trabalho.

Agradeço profundamente à Elvira e ao Vicente, pela compreensão e amor, e a todos os meus colegas e amigos, cujo apoio e carinho foram um incentivo constante ao longo do meu curso de mestrado.

ÍNDICE GERAL:

ÍNDICE DE TABELAS	IV
ÍNDICE DE FIGURAS	VI
RESUMO	VIII
SUMMARY	X
I. INTRODUÇÃO	01
II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	03
1. GIRASSOL	03
1.1. Produção e cultura	03
1.2. Composição	04
1.3. Processamento	10
1.4. Usos	12
2. COMPOSTOS FENÓLICOS NAS SEMENTES DE GIRASSOL	16
3. ÁCIDO CLOROGÊNICO	17
4. MÉTODOS DE EXTRAÇÃO DO ÁCIDO CLOROGÊNICO	19
5. PROPRIEDADES FUNCIONAIS DAS PROTEÍNAS	22
III. MATERIAL E MÉTODOS	28
1. MATERIAL	28
1.1. Matéria prima	28
1.2. Reagentes	28
1.3. Aparelhos e equipamentos	30
2. MÉTODOS	31
CARACTERIZAÇÃO DA MATÉRIA PRIMA	31
Caracterização física	31
2.1. Peso/100 sementes	31
2.2. Tamanho	31
2.3. Densidade aparente	31
2.4. Densidade real	31
2.5. Porosidade	32
2.6. Porcentagem de casca e amêndoa	32
Caracterização química	32
2.7. Umidade	32
2.8. Cinzas	32
2.9. Gordura	32
2.10. Proteína	33
2.11. Fibra bruta	33

	11
2.12. Ácido clorogênico	33
2.13. Ácidos graxos	33
2.14. Aminoácidos	34
MÉTODO DE OBTENÇÃO DA FARINHA DESENGORDURADA	35
ISOLADOS PROTEICOS DE GIRASSOL	35
Método de obtenção	35
2.15. Curva de índice de nitrogênio solúvel (NSI) em função do pH	37
2.16. Curva de NSI em função da relação farinha:água.	37
2.17. Curva de NSI em função do tempo de agitação ...	37
2.18. Curva de NSI em função da temperatura	38
Tratamentos químicos	38
Caracterização química	40
Determinação das propriedades funcionais	40
2.19. Solubilidade	41
2.20. Densidade aparente	41
2.21. Absorção de água	41
2.22. Absorção de gordura	41
2.23. Capacidade de emulsificação e estabilidade da emulsão	41
2.24. Capacidade de formação de espuma e estabilidade da espuma	42
2.25. Cor	42
UTILIZAÇÃO DOS ISOLADOS PROTEICOS NA ELABORAÇÃO DE BISCOI- TOS	43
Método de preparo dos biscoitos	43
Avaliação sensorial dos biscoitos	43
IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
1. CARACTERIZAÇÃO DA MATÉRIA PRIMA	44
1.1. Caracterização física	44
1.2. Caracterização química	44
2. CONDIÇÕES DE EXTRAÇÃO DAS PROTEÍNAS DE GIRASSOL	51
2.1. Efeito do pH	51
2.2. Efeito da relação farinha:água	51
2.3. Efeito da temperatura	54
2.4. Efeito do tempo de agitação	54

3. EFEITO DE ALGUNS REAGENTES QUÍMICOS NA OBTENÇÃO DE ISOLADOS PROTEICOS DE GIRASSOL	55
3.1. Efeito da concentração do reagente na inibição da formação de cor	56
3.2. Efeito da concentração do reagente na extração das proteínas	63
4. ISOLADOS PROTEICOS DE GIRASSOL	66
4.1. Composição química	66
4.2. Propriedades funcionais	68
4.2.1. Solubilidade	68
4.2.2. Absorção de água	73
4.2.3. Absorção de gordura	73
4.2.4. Capacidade emulsificante e estabilidade da emulsão	75
4.2.5. Densidade aparente	76
4.2.6. Capacidade espumante e estabilidade das espumas ...	76
4.2.7. Cor	78
5. AVALIAÇÃO SENSORIAL DE BISCOITOS ELABORADOS COM MISTURAS DE FARINHA DE TRIGO E ISOLADOS PROTEICOS DE GIRASSOL E DE SOJA	80
V. CONCLUSÕES	85
VI. BIBLIOGRAFIA	87

ÍNDICE DE TABELAS:

1. Composição média da semente, Casca e amêndoa de girassol	06
2. Composição em ácidos graxos do óleo de diferentes variedades de girassol, analisados por cromatografia gasosa dos metil-ésteres	08
3. Composição aproximada, na base seca, de farelos desengordurados de algumas sementes oleaginosas, obtidos mediante o processo de extração direta com solvente	09
4. Composição em aminoácidos do farelo desengordurado de algumas oleaginosas	11
5. Origem, época de plantio e colheita de diferentes variedades de sementes de girassol	29
6. Características físicas das sementes de diferentes variedades de girassol	45
7. Composição química das sementes de diferentes variedades de girassol	46
8. Composição em ácidos graxos do óleo de diferentes variedades de girassol, determinados por cromatografia gasosa	48
9. Composição em aminoácidos da farinha desengordurada de diferentes variedades de girassol	50
10. Determinação da cor da farinha desengordurada e dos isolados proteicos de girassol obtidos a partir de diferentes tratamentos, segundo a Escala de Munsell	65
11. Composição química da farinha desengordurada e de isolados proteicos de girassol obtidos a partir de diferentes tratamentos, e do isolado proteico de soja comercial	67
12. Composição em aminoácidos da farinha desengordurada e de isolados proteicos de girassol obtidos a partir de diferentes tratamentos, e do isolado proteico de soja comercial	69
13. Propriedades funcionais da farinha desengordurada e de isolados proteicos de girassol obtidos a partir de diferentes tratamentos e do isolado proteico de soja comercial	74
14. Capacidade de formação de espuma e estabilidade das espumas da farinha desengordurada e de isolados proteicos de girassol obtidos a partir de diferentes tratamentos, e de	

isolado proteico de soja comercial e clara de ovo	77
15. Comparação da cor da farinha desengordurada e de isolados protéicos de girassol	79
16. Comparação da cor dos biscoitos preparados a partir de misturas de farinha de trigo com isolados proteicos de girassol ou de soja	81
17. Avaliação sensorial de biscoitos preparados com farinha de trigo contendo 10% de isolado proteico de girassol preparado na Presença de ascorbato de sódio 0,01M	83

ÍNDICE DE FIGURAS:

1. Produção de sementes de girassol durante o período 77-82 em diversos países.....	05
2. Possíveis usos das sementes de girassol	13
3. Estruturas dos principais isômeros do ácido clo- rogênico	18
4. Solubilidade do nitrogênio extraído, em função do pH, da farinha desengordurada e de isolado protei- co de girassol, e de farinha desengordurada de so- ja	24
5. Fluxograma do processamento para a obtenção de fari- nha desengordurada de girassol	36
6. Fluxograma do processamento para a obtenção do iso- lado proteico de girassol sem tratamento	39
7. Solubilidade do nitrogênio da farinha desengordurada de girassol, em função do pH	52
8. Solubilidade das proteínas da farinha desengordurada de girassol em função da relação farinha:água(1), da temperatura(2) e do tempo de agitação(3)	53
9. Efeito da concentração do reagente no desenvolvimen- to de cor durante a extração das proteínas de giras- sol. A: tetraborato de sódio; B: ascorbato de sódio; C: metabissulfito de sódio	57
10. Soluções proteicas obtidas a partir do tratamento com tetraborato de sódio a diferentes concentra- ções: (1) 0,2M; (2) 0,1M; (3) 0,01M; (4) 0,001M e (5) água	58
11. Soluções proteicas obtidas a partir do tratamento com ascorbato de sódio a diferentes concentrações: (1) 0,5M; (2) 0,1M; (3) 0,05M; (4) 0,01M e (5) água	59
12. Soluções Proteicas obtidas a partir do tratamento com metabissulfito de sódio a diferentes concentrações: (1) 0,1M; (2) 0,05M; (3) 0,01M; (4) 0,001M e (5) água	61

13. Reação de oxidação das quinonas e sua inibição pelo uso de tetraborato de sódio ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$), ácido ascórbico (AA) e metabissulfito de sódio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5 \rightarrow \text{SO}_3^{-2}$) 62
14. Efeito da concentração de tetraborato, ascorbato e metabissulfito de sódio na solubilidade do nitrogênio da farinha desengordurada de girassol 64
15. Solubilidade do nitrogênio, em função do pH, da farinha desengordurada e de isolados proteicos de girassol obtidos a partir de diferentes tratamentos 70
16. Solubilidade do nitrogênio, em função do pH, do isolado proteico de girassol tratado com ascorbato de sódio 0,01M, em soluções de NaCl 0,1M, 0,01M e 0,001M 72
17. Distribuição hedônica da equipe de provadores no teste piloto de consumidor para a avaliação dos biscoitos preparados com farinha de trigo contendo 10% de isolado proteico de girassol preparado na presença de ascorbato de sódio 0,01M 84

RESUMO

Neste trabalho foram estudadas as características físicas e químicas de oito variedades de sementes de girassol de maior importância no Brasil. Dentre todas as variedades estudadas, o novo cultivar IAC-Anhandy foi o que apresentou os maiores teores de óleo e amêndoa.

A concentração de proteína nas sementes das diversas variedades variou entre 15,38 e 25,28%. As proteínas de girassol mostraram eficiência em lisina (3,5g/100g de proteína) e um alto conteúdo de aminoácidos sulfurados (5,2g/100g de proteína) em relação ao padrão da FAO, 1973. Verificou-se que o óleo das oito variedades de girassol conteve uma elevada porcentagem de ácidos graxos insaturados (86,3 a 91,1%), principalmente ácidos linoleico (37,4 a 69,0%) e oleico (19,9 a 53,7%). O conteúdo de ácido clorogênico na farinha desengordurada das variedades de girassol variou entre 3,60 e 5,51%, na base seca.

Também foram determinadas as condições ótimas para a extração das proteínas de girassol, a partir da farinha desengordurada obtida de sementes do cultivar IAC-Anhandy. O maior rendimento na extração das proteínas, 94%, foi obtido utilizando-se as seguintes condições: relação farinha:água, 1:10 (p/v); pH, 10,0; temperatura, 30°C; tempo de agitação, 30 min.

Para evitar o desenvolvimento da cor verde, indesejável, durante o processo de obtenção do isolado proteico de girassol, devido à oxidação do ácido clorogênico presente naturalmente nas sementes, a extração das proteínas foi feita na presença de diferentes concentrações de tetraborato, ascorbato e metabissulfito de sódio. Estes reagentes exerceram um efeito inibidor da formação de cor, sendo que a maior eficiência na inibição do desenvolvimento da cor, em combinação com um alto rendimento na extração das proteínas, foram conseguidos pelos tratamentos com ascorbato de sódio 0,01M ou com metabissulfito de sódio 0,01M.

Posteriormente, foram avaliadas algumas propriedades funcionais da farinha desengordurada e dos isolados proteicos de girassol obtidos a partir dos diferentes tratamentos. Para fins de comparação, foi estudado o isolado proteico de soja Proteimax 90 HG. Os isolados proteicos de girassol apresentaram solubilidade máxima em pH acima de 7 e solubilidade mínima na faixa de pH de 4 a 6. O isolado proteico de soja teve maior capacidade de absorção de água em relação aos produtos proteicos de girassol. Entretanto, os isolados proteicos de girassol mostraram excelentes propriedades de aeração em comparação com o Proteimax 90 HG.

Em geral, a presença de ascorbato de sódio 0,01M ou de metabisulfito de sódio 0,01M durante a extração das proteínas de girassol, não afetou as suas propriedades emulsificantes e de aeração, enquanto que observou-se um aumento na sua capacidade de absorção de água e de gordura.

A possível utilização dos isolados proteicos de girassol em produtos de panificação foi avaliada pela incorporação dos mesmos em farinha de trigo (na proporção de 1:9) utilizada no preparo de biscoitos. Obtiveram-se produtos com características aceitáveis de cor e sabor quando foram utilizados os isolados proteicos preparados na presença de ascorbato de sódio 0,01M.

SUMMARY

The physical and chemical characteristics of eight varieties of sunflower seeds of commercial importance in Brazil were studied. The IAC-Anhandy, a new cultivar developed at the Instituto Agronômico in Campinas, SP, presented the highest levels of oil and kernel. The protein content of the several varieties of sunflower seeds ranged from 15.38% to 25.28%. In relation to the FAO standard for protein, 1973, sunflower proteins exhibited lysine deficiency (3.5g/100g of protein) and a high content of sulfur-containing amino acids (5.2g/100g of protein). All eight varieties had a high level of unsaturated fatty acids (86.3-91.1%), mainly linoleic (37.4-69.0%) and oleic acids (19.9-53.7%). The chlorogenic acid content in the defatted sunflower flour varied between 3.60% and 5.51%, in the dry basis.

The optimum conditions for protein extraction were determined using defatted flour of the IAC-Anhandy variety. The highest yield, of 94%, was obtained using the following conditions: flour: water ratio, 1:10 (w/v); stirring time, 30 min; temperature, 30°C; pH, 10.0.

In order to avoid the development of an undesirable green color, due to chlorogenic acid oxidation, the protein extraction was performed in the presence of different concentrations of sodium tetraborate, ascorbate or metabisulfite. These reagents showed an inhibitory effect on the green color formation. The best efficiency in color inhibition and the highest yield in protein extraction were obtained using 0.01M sodium ascorbate or 0.01M sodium metabisulfite.

Some functional properties of the defatted sunflower flour and isolates (extracted in the absence and presence of 0.01M sodium ascorbate or 0.01M sodium metabisulfite) were determined. Proteimax 90 HG, a commercial soy protein isolate, was used for comparison purposes. The sunflower isolates exhibited maximum and minimum solubility at pH abo-

ve 7.0 and between 4.0 and 6.0, respectively. The sunflower protein isolates showed a higher whipping capacity and lower water and fat absorption than Proteimax 90 HG.

The emulsifying and whipping properties of sunflower isolates were not affected by the presence of 0.01M sodium ascorbate or 0.01M sodium metabisulfite. However, an increase in the water and fat absorption was observed.

Cookies were prepared with wheat flour containing 10% sunflower protein isolates, in order to evaluate the feasibility of their use in the baking industry. Cookies with desirable characteristics of taste and color were made employing the isolate obtained in the presence of 0.01M sodium ascorbate.

I. INTRODUÇÃO:

O uso de proteínas vegetais, em particular aquelas provenientes de sementes oleaginosas, tem se expandido nas últimas décadas devido, principalmente, à deficiência de proteínas em algumas regiões do mundo, bem como ao elevado custo das proteínas de origem animal.

O girassol (Helianthus annuus L.) é atualmente, dentre as oleaginosas, a cultura que apresenta o maior índice de crescimento no mundo, ocupando o segundo lugar como fonte de óleo comestível e o quarto como fonte de proteínas para rações.

As proteínas de girassol possuem propriedades funcionais, nutricionais e organoléticas que as tornam adequadas para incorporação em diversos produtos alimentícios. Infelizmente, os isolados proteicos de girassol, obtidos pelo método convencional de extração das proteínas em pH alcalino, possuem uma cor verde característica que limita seu uso na indústria de alimentos.

O ácido clorogênico, presente naturalmente nas sementes de girassol, é o principal responsável pelo desenvolvimento de cor durante a produção dos isolados. Em condições alcalinas, o ácido clorogênico é oxidado a o-quinona, que se polimeriza rapidamente e/ou reage com as proteínas, dando lugar à formação de compostos coloridos.

Os métodos até agora sugeridos para a eliminação do ácido clorogênico da farinha de girassol não têm sido completamente satisfatórios pelas seguintes razões: a extração dos compostos fenólicos não é suficiente para garantir o preparo de isolados proteicos incolores; podem provocar a desnaturação das proteínas, ou são economicamente inviáveis.

Os objetivos deste estudo foram os seguintes:

- a) caracterizar algumas das principais variedades de sementes de girassol cultivadas presentemente no Brasil, incluindo-se entre elas o novo cultivar IAC-Anhandy, desenvolvido pelo Instituto Agronômi-

co de Campinas, SP;

- b) determinar as condições ótimas para a extração das proteínas de girassol, utilizando-se sementes do novo cultivar IAC-Anhandy;
- c) estudar o efeito inibidor de alguns reagentes químicos no desenvolvimento de cor durante o processo de obtenção dos isolados proteicos de girassol;
- d) determinar as propriedades funcionais dos isolados proteicos obtidos a partir dos diferentes tratamentos, assim como avaliar sensorialmente a incorporação dos mesmos na elaboração de biscoitos.

II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA:

1. GIRASSOL:

1.1. Produção e cultura:

O girassol (Helianthus annuus L.) é uma das 67 espécies de Helianthus (do grego helios:sol, anthos:flor) pertencentes à família Compositae (Heiser, 1978).

Originário dos Estados Unidos e México, o girassol foi introduzido na Europa no século XVI inicialmente na Espanha, e depois na Inglaterra e França (Geida, 1973). Até o século XVII, cultivava-se como planta ornamental, além de lhe serem atribuídas algumas propriedades medicinais. Foi na Rússia que o girassol começou a ser utilizado, a partir de 1830 a 1840, como fonte de óleo comestível, tornando-se, no início do século XX, a principal cultura desse país (Putt, 1978).

No Brasil, uma grande parte do território é considerada apta para o cultivo de girassol, por apresentar condições climáticas satisfatórias; diz-se na prática, que quando as condições são boas para o milho, também o são para o girassol. Os Estados com maior potencial para a cultura têm sido Paraná e São Paulo, em especial este último, onde o girassol é plantado como cultura complementar ou em rotação com o trigo, soja ou milho (Geida, 1973; Úngaro, 1981; Contibrasil, 1981).

Há dois tipos de girassol cultivados comercialmente: as variedades com "baixo teor de óleo", originárias da América do Norte, cujas sementes contêm um teor de óleo menor que 30% e são consumidas "in natura" ou no preparo de rações para aves, e as variedades com "alto teor de óleo", acima de 40%, na sua maioria de origem russa, que são utilizadas para a obtenção de óleo comestível (Beard, 1981).

Atualmente, o girassol encontra-se entre as cinco principais culturas de oleaginosas, junto com a soja, algodão, amendoim e colza,

sendo que a produção mundial de girassol, no período 1982/83 foi de 15,9 milhões de toneladas, comparada com os 14,2 milhões produzidos em 1981/82 (JAOCS, 1982). Rússia, Estados Unidos e Argentina são os maiores produtores de sementes de girassol, contribuindo com 60% da produção mundial. Nos últimos anos tem havido um incremento considerável na produção de girassol em alguns países como a República Popular da China, Hungria, França e Brasil (Figura 1) (van Waalwijk, 1982).

No Brasil, a crescente demanda de óleo de girassol no mercado interno realça as possibilidades da cultura num futuro próximo, além do que, o mercado internacional para este óleo é bastante promissor. Em termos gerais, a cultura de girassol apresenta uma grande tendência à expansão, devido principalmente aos seguintes fatores:

- a) O óleo de girassol é um óleo comestível de boa qualidade; contém um elevado teor de ácidos graxos poliinsaturados, fator importante sob o ponto de vista nutricional, além de ser muito estável e possuir um alto ponto de fumaça (JAOCS, 1980; Úngaro, 1981).
- b) Introdução de novas variedades russas, com alto conteúdo de óleo de até 51% (Robertson e Burns, 1975; Sullivan, 1980), apresentando maior resistência às pragas e doenças e aptas para seu cultivo em diversas áreas (Pierce, 1970).
- c) Desenvolvimento de novos híbridos com produtividade de até 25% a mais do que a maioria das variedades comerciais (Sullivan, 1980).

1.2. Composição:

Estudos feitos por Earle e Cols., 1968, mostram a composição média das sementes de girassol (Tabela 1). Os autores verificaram que a casca contém baixa porcentagem de óleo (0,4 a 1,7%) e de proteína bruta (1,7 à 4,5%), e cerca de 50% de fibra bruta, enquanto que as amêndoas são ricas em óleo e proteína, e contêm baixo teor de fibra, sendo que as variedades com alto teor de óleo possuem uma maior proporção

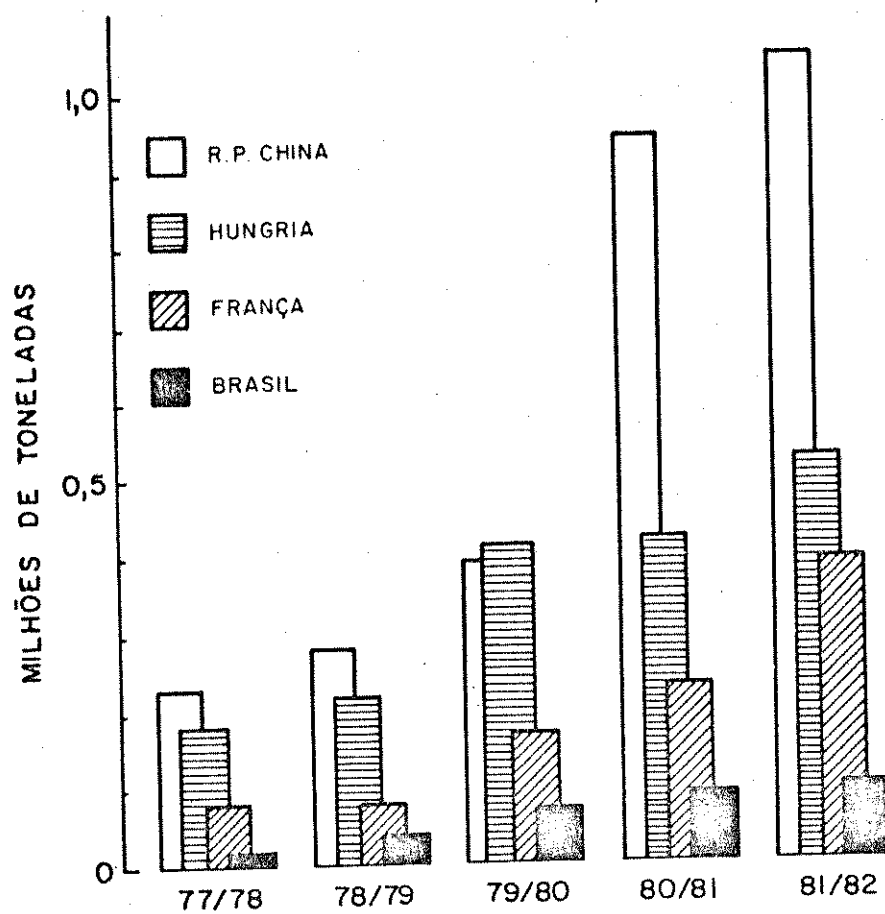


Figura 1: Produção de sementes de girassol durante o período 77-82 em diversos países.

Fonte: van Waalwijk, 1982.

Tabela 1 - Composição média da semente, casca e amêndoa de girassol.

Variedade					
	Armavirec	Peredovik	VNIIMK	Arrowhead	Mingren
Semente:					
Peso/1.000 semente(g)	59	78	62	91	102
Casca, %	28	24	27	44	44
Umidade, % b.s. (a)	6,0	5,9	6,5	7,2	6,8
Óleo, %, b.s.	48,0	51,4	45,8	29,8	31,2
proteína, Nx6,25,%,b.s.	16,9	15,8	16,0	18,1	15,9
Casca:					
Umidade, %	6,6	7,1	7,1	9,3	6,9
Óleo, %, b.s.	1,7	0,7	1,7	0,9	0,4
proteína, Nx6,25,%,b.s.	3,8	3,6	4,3	2,5	1,7
Amêndoa:					
Peso/1.000 semente(g)	42	59	45	51	57
Umidade, %	7,8	3,6	8,2	9,8	5,8
Óleo, %,b.s.	64,7	62,9	61,8	54,5	54,4
proteína, Nx6,25,%,b.s.	21,2	19,0	21,4	30,8	26,6

(a) b. s. = Na base seca.

Fonte: Earle e Cols., 1968.

de óleo do que de proteína.

O óleo de girassol caracteriza-se por ter uma alta concentração de ácidos graxos insaturados, principalmente ácidos linoleico e oleico, um baixo teor de ácido linolênico, menos de 15% de ácidos graxos saturados (palmítico e esteárico) e usualmente menos de 1% de ácidos graxos contendo número de átomos de carbono abaixo de 16 ou acima de 18 (Tabela 2) (Dorrell, 1978).

A composição química do farelo desengordurado de girassol se compara, favoravelmente, com a maioria dos farelos de outras oleaginosas (Tabela 3). Sua composição varia consideravelmente, dependendo principalmente do método de processamento. O farelo comercial, resíduo da indústria de óleos, contém aproximadamente 9,0% de umidade, 45% de proteína, 3,5% de gordura, 9,5% de fibra bruta, 7% de cinzas e 26% de extrato livre de nitrogênio (Robertson e Burns, 1975).

As sementes de girassol contêm uma quantidade significativa de compostos fenólicos, que permanecem no farelo após a remoção do óleo. Estes compostos podem oxidar-se em condições alcalinas ou enzimaticamente, pela ação da polifenol-oxidase, promovendo o desenvolvimento de cor verde até marrom, devido à interação entre os produtos de oxidação e as proteínas (Sosulski, 1979 a,b). Segundo Sabir e Cols., 1974a, a composição total de compostos fenólicos no girassol varia entre 3,0 e 3,5 g por 100 g de farinha. Os ácidos clorogênico e caféico, os quais possuem maior potencial de oxidação devido à presença de um grupo acrílico em conjugação com o anel aromático (Sosulski, 1979a), constituem quase 70% dos compostos fenólicos (Sabir e Cols., 1974a). Têm sido identificados, também, mediante várias técnicas cromatográficas, outros compostos fenólicos presentes na farinha de girassol, tais como o ácido quínico, sinápico, isoferúlico, p-cumárico e trans-cinâmico (Mikolajezak e cols., 1970; Brummett e Burns, 1972; Sabir e cols., 1974a; Leung e cols., 1981).

Tabela 2 - Composição em ácidos graxos do óleo de diferentes variedades de girassol, analisados por cromatografia gasosa dos metil-ésteres (% das áreas dos picos).

Componente:	Variedade:				
	Armavirec	Peredovik	VNIIMK	Arrowhead	Mingren
			8931		
14:0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
16:0	5,6	5,8	6,1	5,4	5,5
16:1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
17:0	tr	tr	tr	tr	tr
17:1	-	-	-	-	tr
18:0	6,2	5,2	4,4	4,9	4,7
18:1	19,2	15,9	17,0	21,4	19,5
18:2	67,2	71,5	71,0	66,8	68,6
18:3	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1
20:0	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3
20:1	0,1	0,1	tr	0,1	0,1
22:0	1,0	0,7	0,8	0,8	0,9
24:0	0,1	0,1	tr	0,1	0,2
(a)					
IV	133,4	138,2	138,1	134,8	135,8
IV(b)	131,8	136,0	136,5	132,1	135,0

(a) Índice de iodo dos ésteres calculado por CGL
 (b) Índice de iodo determinado experimentalmente.

Fonte: Earle e Cols., 1968.

Tabela 3 - Composição aproximada, na base seca, de farelos desengordurados de algumas sementes oleaginosas, obtidos mediante o processo de extração direta com solvente (Dorrell, 1978).

Farelo:	Proteína (%)	Fibra crua (%)	Extrato livre de nitrogênio (%)	Cinzas (%)	Extrato etéreo (%)
Girassol	50,3	11,6	26,7	8,3	3,1
Algodão	46,0	12,5	34,9	6,8	2,3
Linhaça	40,0	9,7	42,2	6,3	1,9
Colza	44,0	10,1	36,8	7,8	1,2
Amendoim	51,8	14,3	27,7	4,9	1,3
Soja	52,4	5,9	33,8	6,6	1,3

Fonte: National Academy of Science, 1971. Atlas of nutritional data on United States and Canadian feeds. National Academy of Science, Washington, D.C.

A composição em aminoácidos das proteínas de girassol, em comparação com as proteínas de outras oleaginosas, é mostrada na Tabela 4. Earle e cols., 1968, reportaram que, exceto para lisina e isoleucina, o farelo de girassol contém um balanço adequado de aminoácidos essenciais para o homem. As deficiências de lisina podem agravar-se durante a produção de isolados; Sarwar e cols., 1973, reportaram que, enquanto o conteúdo total de aminoácidos essenciais no farelo e isolados de girassol são semelhantes, a perda de lisina durante a produção de isolados reduz seu valor proteico. Esta redução pode ser devido ao uso de álcali e calor durante a extração das proteínas. Provansal e cols., 1975, observaram uma redução nas concentrações de cistina, arginina, treonina, serina, isoleucina e leucina, quando os isolados proteicos foram tratados com concentrações crescentes de hidróxido de sódio. Os autores notaram também a formação de alguns aminoácidos raros, tais como a lisinoalanina, lantionina, aloisoleucina e ornitina. A formação de ligações cruzadas nas proteínas influi diretamente na digestibilidade. A lisinoalanina tem sido referida como fator tóxico em ratos, afetando os rins e reduzindo a utilização das proteínas (Sternberg e cols., 1975, citados por Dorrell, 1978).

1.3. Processamento:

O processamento das sementes de girassol visa principalmente a obtenção de óleo bruto e farelo desengordurado. A separação de óleo é feita atualmente por um dos seguintes métodos: prensagem e extração com solvente, extração direta com solvente ou por simples prensagem.

Na atualidade, o óleo é obtido, principalmente, pelo método de prensagem seguida de extração com solvente. Para isso, a massa, previamente cozida, passa para a etapa de prensagem, onde normalmente são extraídos cerca de 78% do óleo total contido na semente. As prensas utilizadas operam a pressões da ordem de 150 atmosferas, e a 75-105°C. O

Tabela 4 - Composição em aminoácidos do farelo desengordurado de algumas oleaginosas (Dorrell, 1978).

Aminoácido:	Girassol	Soja	Linhaça	Colza
g AA/100g N				
<u>Essenciais:</u>				
Arginina	56,2	42,2	55,6	38,5
Histidina	14,4	17,0	13,6	16,7
Isoleucina	29,2	29,6	28,0	27,1
Leucina	38,4	44,0	36,9	42,3
Lisina	19,5	38,3	23,1	36,6
Metionina	11,4	8,1	10,9	13,2
Cisteína + Cistina	13,4	12,9	11,0	17,1
Triptofano	10,0	11,1	12,2	10,4
Fenilalanina	29,4	28,8	28,0	24,4
Valina	34,9	33,3	36,5	33,9
Treonina	22,3	22,1	23,9	27,2
Total	279,1	287,4	279,8	287,4
<u>Não essenciais:</u>				
Alanina	24,5	26,1	27,6	27,1
Ácido aspártico	54,9	70,8	58,3	45,9
Ácido glutâmico	143,0	113,0	131,0	113,0
Glicina	33,9	26,3	37,7	31,4
Prolina	31,1	32,1	22,6	38,3
Serina	26,3	29,0	27,4	27,6
Tirosina	14,2	19,0	13,8	16,2
Total	327,9	316,3	318,4	299,5
Nitrogênio recuperado, %	97,3	91,3	95,0	92,1

Fonte: Tkachuk, R. e Irvine, G.N., 1969. Amino Acid Composition of Cereals and Oilseed Meals. Cereal Chem, 46:206-218.

farelo é esfriado, umedecido, moído e posteriormente extraído com hexana, em vários tipos de extratores (Geida, 1973).

O óleo pode ser também removido das sementes por extração direta com solvente; este método é utilizado em indústrias equipadas para o processamento de soja; a principal vantagem do processo é a obtenção de um óleo e farelo de alta qualidade, sendo as desvantagens um baixo rendimento na extração, com consequentes perdas de óleo no farelo (Robertson e Burns, 1975).

Muitas pesquisas têm sido feitas para determinar as condições ótimas para o processamento das sementes de girassol pelos métodos convencionais (Clark e cols., 1980b), assim como para desenvolver novos métodos de processamento da semente, seja inteira ou decorticada, com a finalidade de melhorar a qualidade do óleo e do farelo residual, para que possam ser utilizados na indústria de alimentos (Hagenmaier, 1974; Lanzani e cols., 1979b; Peri e Rossi, 1980; Clark e cols., 1980a).

1.4. Usos:

Os produtos de girassol têm muitas aplicações (Figura 2), sendo o óleo e o farelo desengordurado os de maior interesse na indústria alimentar.

As sementes das variedades com baixo conteúdo de óleo são destinadas à alimentação de pássaros, hamsters e outros animais domésticos, ou então, uma vez decorticadas, são utilizadas no preparo de saladas, cereais, produtos naturais, ou nas indústrias de confeitaria e panificação (Lorenz, 1978).

As sementes com alto conteúdo de óleo são utilizadas para a obtenção de óleo que é, no presente, o componente de maior valor na semente de girassol, sendo altamente apreciado como óleo para cozinha e para saladas, devido à sua cor clara, sabor agradável e ao seu elevado ponto de fumaça. Além disso, o óleo de girassol apresenta excelentes

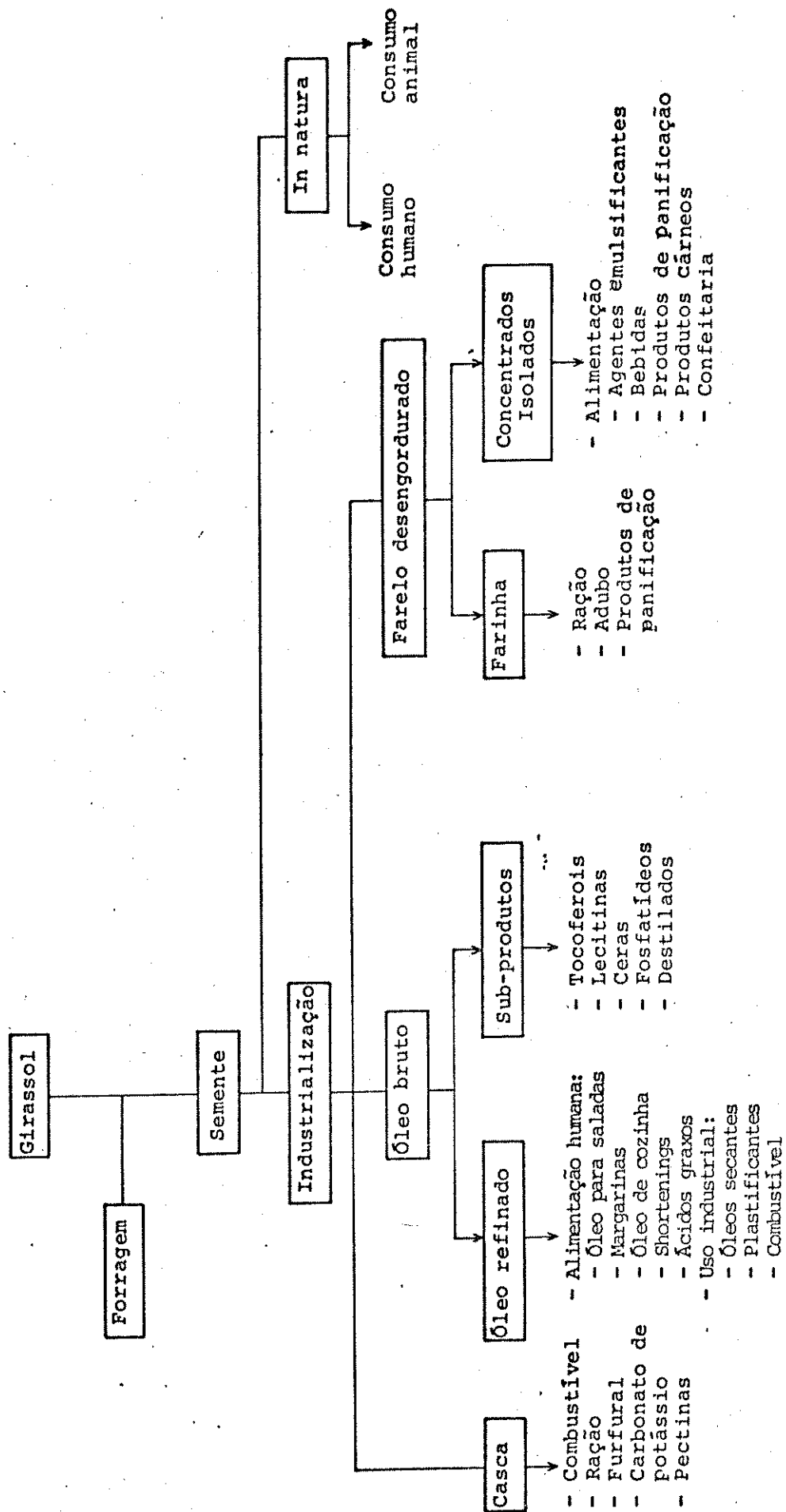


Figura 2: Possíveis usos das sementes de girassol.

tes propriedades nutricionais, sendo praticamente livre de compostos tóxicos e possui altas concentrações de ácido linoleico, um ácido graxo insaturado essencial na dieta humana (Dorrell, 1978).

Com a remoção do óleo das sementes de girassol decorticadas, se obtém um farelo desengordurado rico em proteínas que, devido às suas propriedades organoléticas, funcionais e nutricionais, é considerado como um ingrediente de uso potencial na indústria de alimentos (Burns e cols., 1972; Sosulski e Fleming, 1977; Khan e cols., 1980).

O trabalho realizado por Talley e cols., 1972, (segundo Burns e cols., 1972) demonstra que o farelo desengordurado de girassol possui uma excelente estabilidade, em diversas condições de tempo, temperatura e umidade, apresentando uma cor clara e sabor agradável, lembrando as nozes.

O farelo de girassol é, sem dúvida, uma fonte de proteínas de alta qualidade. Clandinin, 1958, referiu que a proteína de girassol é altamente digerível (90%) e tem um elevado valor biológico (60%).

A farinha desengordurada e os concentrados e isolados proteicos de girassol possuem um considerável potencial nutricional, devido à ausência de fatores tóxicos (Sosulski e Fleming, 1977), assim como por ser uma fonte rica em cálcio, fósforo e ácido nicotínico (Dorrell, 1978).

Muitas pesquisas têm sido feitas visando a possível utilização das proteínas de girassol em diversos produtos alimentícios. A incorporação da farinha, concentrados e isolados proteicos de girassol em produtos de panificação, tem sido estudada por vários autores (Burns e cols., 1972; Rooney e cols., 1972; Fleming e Sosulski, 1977a,b; Lorenz, 1978; D'Appolonia e MacArthur, 1979; Khan e cols., 1980). Pode obter-se um pão com características satisfatórias de volume, textura e sabor utilizando-se misturas de farinha de trigo com até 10% de farinha de girassol. Porém, uma porcentagem maior que 7,5%, confere uma cor cinza ao miolo, diminuindo a sua aceitabilidade (Khan e cols., 1980).

Ling e Robinson, 1976, citados por Sosulski, 1979a, obtiveram biscoitos de qualidade satisfatória, utilizando até 30% de farinha de girassol.

O uso generalizado dos produtos de girassol na indústria de panificação dependerá das suas propriedades funcionais, assim como do desenvolvimento de métodos eficientes para eliminar o problema da cor (Dorrell, 1978).

Os concentrados proteicos de girassol possuem sabor neutro e cor branca, características estas desejáveis em um produto a ser utilizado em bebidas protéicas. O tratamento das suspensões de concentrado proteico de girassol com calor (80°C), agitação mecânica e agentes emulsificantes, foi efetivo na solubilização de mais de 80% do nitrogênio em pH 7,2 (Fleming e Sosulski, 1977c). Suspensões estáveis, com sabor e cor aceitáveis podem ser preparadas tratando-se as dispersões proteicas de girassol com enzimas proteolíticas, e misturando-as com outras proteínas vegetais (Ferber e Cooke, 1979).

Os produtos proteicos de girassol podem ser utilizados no preparo de salsichas, patês, croquetes e outros produtos cárneos processados. As salsichas suplementadas com farinha de girassol mostraram um incremento na capacidade de absorção de água e uma redução da perda de gordura durante o cozimento (Lin e cols., 1975). As proteínas de girassol, texturizadas, possuem uma estrutura desejável, porém, apresentam uma cor acinzentada e um sabor ligeiramente amargo (Sosulski, 1979a).

Segundo Robertson e Bursn, 1975, o principal problema da utilização do farelo de girassol na alimentação humana é a presença de casca e ácido clorogênico. Ambos componentes conferem, sob determinadas condições, uma coloração indesejável ao farelo. O ácido clorogênico é o principal responsável pelo aparecimento da cor durante a extração das proteínas de girassol em meio alcalino (Cater e cols., 1972; Sabir e cols., 1974a,b). O uso dos produtos proteicos de girassol para consumo humano dependerá, em grande parte, do desenvolvimento de novos cul

tivares com baixo teor de ácido clorogênico, bem como de métodos mais eficientes para sua inativação ou remoção (Dorrell, 1978; Sosulski, 1979a).

2. COMPOSTOS FENÓLICOS NAS SEMENTES DE GIRASSOL:

O conteúdo de compostos fenólicos nas sementes de girassol tem sido estudado por diversos autores (Mikolajezak e cols., 1970; Pomenta e Burns, 1971; Cater e cols., 1972; Brummett e Burns, 1972; Sabir e cols., 1974a; Lanzani e cols., 1978; Leung e cols., 1981).

Segundo Dorrell, 1976, o ácido clorogênico é o principal composto fenólico presente nas sementes de girassol, variando sua concentração entre 1,1 e 4,5%, com uma média de 2,8%.

Os produtos da hidrólise do ácido clorogênico são o ácido quínico e caféico, os quais também são componentes naturais das sementes de girassol (Cater e cols., 1972).

O conteúdo de ácido clorogênico, caféico e quínico varia de acordo com diversos fatores, tais como a posição das sementes nos capítulos das flores, o tempo de estocagem (Pomenta e Burns, 1971), a variedade (Brummett e Burns, 1972; Dorrell, 1976), e o estado de maturação (Afzalpurkar e Lakshminarayana, 1981).

Outros componentes, tais como o ácido p-cumárico, isoferúlico, sinápico, p-hidroxibenzóico, vanilínico e siríngico, e um glicosídeo do ácido clorogênico, têm sido detectados por métodos cromatográficos (Sabir e cols., 1974a; Lanzani e cols., 1978; Leung e cols., 1981).

3. ÁCIDO CLOROGÊNICO:

O ácido clorogênico existe em várias formas isômeras, as quais se encontram amplamente distribuídas nas plantas superiores, algumas vezes em concentrações substanciais (Cater e cols., 1972). Atualmente, são conhecidos um total de treze isômeros que, de acordo com Clifford, 1979, podem subdividir-se nos seguintes grupos:

- (1) Ácidos cafeoilquínicos: ésteres dos ácidos caféico e quínico.
- (2) Ácidos dicafeoilquínicos: ésteres que contêm duas moléculas de ácido caféico ligadas a uma molécula de ácido quínico.
- (3) Ácidos feruloilquínicos: ésteres dos ácidos ferúlico e quínico, considerados como monometil éteres dos ácidos cafeoilquínicos
- (4) Ácidos p-cumaroilquínicos: ésteres do ácido p-cumárico (ácido 4-hidroxicinâmico) com o ácido quínico.
- (5) Ácidos cafeoilferuloilquínicos: ésteres pouco conhecidos, constituídos por um resíduo de ácido caféico e um de ácido ferúlico, ligados ao mesmo resíduo de ácido quínico - monometil éteres dos ácidos dicafeoilquínicos-.

Na Figura 3 são mostradas as estruturas dos isômeros mais comumente encontrados; em geral, o termo ácido clorogênico refere-se ao ácido 3-cafeoilquínico. Alguns pesquisadores têm utilizado outros termos, tais como o ácido neoclorogênico, isoclorogênico e criptoclorogênico, para diferenciar os diversos isômeros (Feldman, 1969; Maga, 1978).

A presença de ácido clorogênico é de particular importância em certos alimentos. Sabe-se que o ácido clorogênico participa das reações de escurecimento enzimático de frutas (Mathew e Parpia, 1971) e no desenvolvimento de cores indesejáveis em diversos alimentos como é o caso do esverdeamento dos isolados proteicos de girassol (Sosulski, 1979a).

A formação da cor verde, devido à oxidação do ácido clorogênico, durante o preparo do isolado proteico de girassol, pelo método con

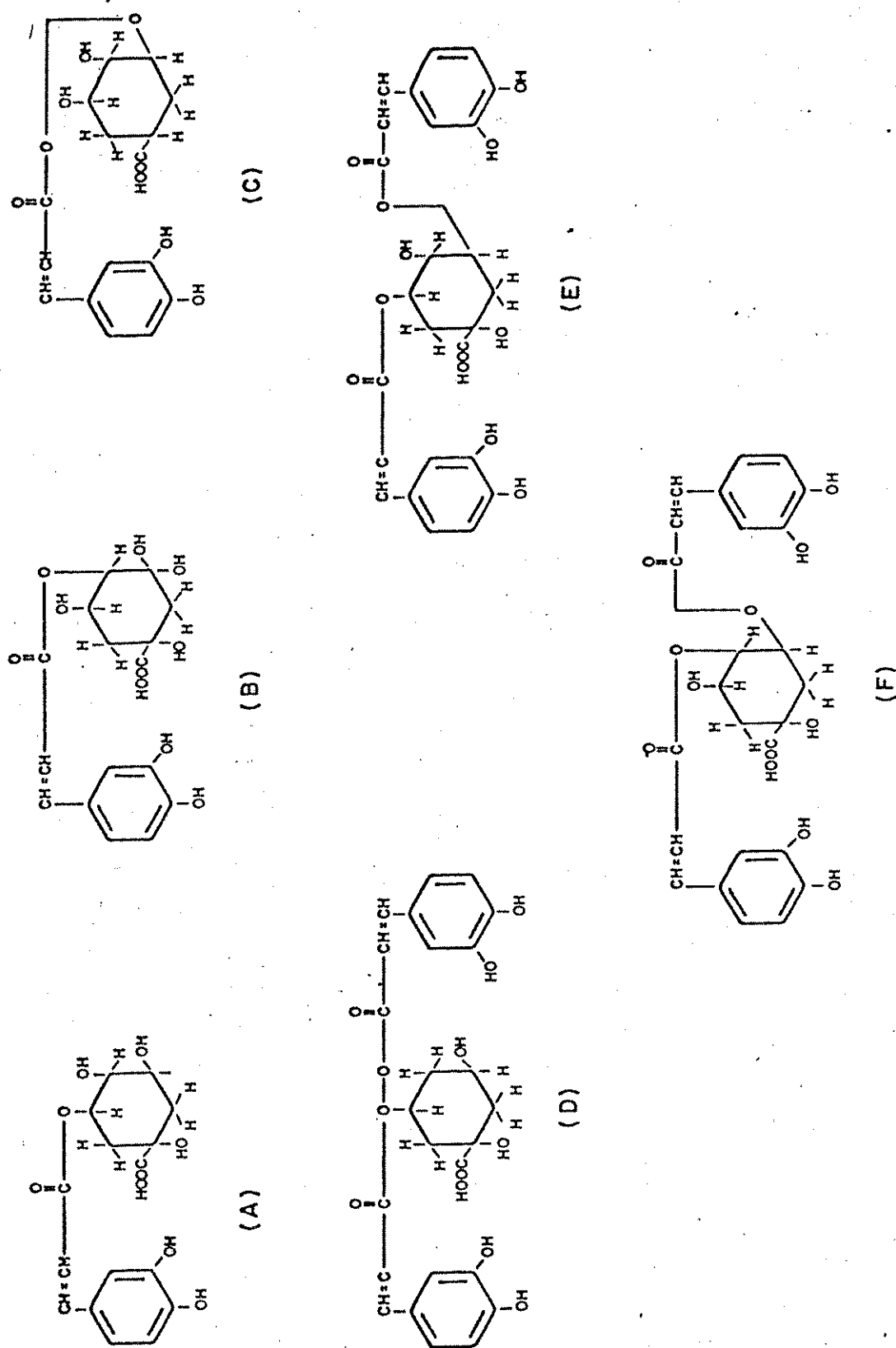


Figura 3. Estruturas dos principais isômeros do ácido clorogênico: (A) â. clorogênico (3-Cafeoilquinico); (B) â. criptoclorogênico (4-cafeoilquinico); (C) â. neo-clorogênico (5-cafeoilquinico); (D), (E) e (F) â. isoclorogênicos: 3,4-dicafeoilquinico, 3,5-dicafeoilquinico e 4,5-dicafeoilquinico, respectivamente.

Fonte: Maga, 1978.

convencional de extração das proteínas em condições alcalinas seguida da sua precipitação em pH isoelétrico, constitui um sério problema, uma vez que a cor do isolado limita seu uso na indústria de alimentos (Robertson e Burns, 1975; Maga, 1978). Além disso, Dryden e Satterlee, 1978, verificaram que a presença do ácido clorogênico diminui a digestibilidade das proteínas de girassol.

Com o desenvolvimento de métodos eficientes para remover o ácido clorogênico ou inibir a sua reação com as proteínas, os produtos proteicos de girassol poderiam ser usados amplamente como ingredientes em alimentos (Robertson e Burns, 1975).

4. MÉTODOS DE EXTRAÇÃO DO ÁCIDO CLOROGÊNICO:

Existe na literatura uma série de trabalhos visando o desenvolvimento de métodos para remover os ácidos fenólicos dos produtos proteicos de girassol.

Vários solventes orgânicos polares têm sido utilizados em diversas ocasiões para extrair os compostos fenólicos das amêndoas, farinha e isolados proteicos de girassol. Smith e Johnsen, 1948, reportaram que, dentre vários solventes orgânicos, o metanol absoluto e uma solução quente de etanol a 70%, foram os mais eficientes na extração do ácido clorogênico. Outros pesquisadores têm observado que, para uma remoção completa dos ácidos fenólicos da farinha de girassol, é necessário refluxo ou agitação com etanol a 50-95% durante várias horas (Milic e cols, 1968; Pomenta e Burns, 1971). Porém, estes métodos resultaram na produção de isolados proteicos coloridos, uma vez que os compostos fenólicos não foram totalmente extraídos, e provocaram a desnaturação das proteínas (Pomenta e Burns, 1971).

Gheyasuddin e cols., 1970a, prepararam um isolado proteico de girassol, incolor, utilizando sulfito de sódio durante a extração da

proteína; após precipitação no seu ponto isoelétrico, as proteínas foram lavadas com isopropanol a 50%. No entanto, o isolado desenvolveu uma cor marrom a pH acima de 7,5.

Através da difusão aquosa, Sosulski e cols., 1972, conseguiram remover cerca de 90% do ácido clorogênico das amêndoas e da farinha de girassol, conservando estas sua aparência branca sob condições alcalinas. Por difusão contínua a 80°C, o tempo de extração foi reduzido a menos de 1 h, mas os volumes de solvente foram demasiado grandes para a aplicação comercial do processo (Sosulski e cols., 1973).

Hagenmaier, 1974, utilizou um método de extração aquosa para a obtenção simultânea do óleo e da proteína a partir das sementes integrais de girassol. Durante a extração foi empregado sulfito de sódio para inibir o desenvolvimento da cor, obtendo-se um isolado proteico que apresentou uma cor marrom.

Fan e cols., 1976, compararam a eficiência do ácido clorídrico diluído, água e etanol na remoção do ácido clorogênico, e determinaram as condições ótimas para sua extração. A farinha desengordurada foi extraída a contracorrente, em seis estágios de 30 min cada, utilizando-se uma relação farinha:solvente de 1:6, em pH 4,5 e a uma temperatura de 80°C.

Em 1976, Sodini e cols. desenvolveram um método de obtenção de isolado proteico de girassol livre de cor, utilizando uma solução ácida de n-butanol; os melhores resultados na extração do ácido clorogênico foram obtidos com uma mistura de n-butanol e HCl (92:8, v/v), em pH 5,0 (Sodini e Canella, 1977).

De acordo com os estudos feitos por Assogna e cols., 1979, a extração do ácido clorogênico é influenciada por vários fatores, tais como o tamanho da partícula e o conteúdo de n-hexana residual no farelo desengordurado de girassol. O composto fenólico foi extraído suspendendo a amostra em uma solução de etanol-água (50/50, v/v), a razões sólido-líquido de 1/10 a 1/120 (p/v), com agitação constante durante 30

min a temperatura ambiente, mantendo o pH a 6,0 pela adição de ácido fórmico 1 N.

Rahma e Narasinga Rao, 1979, removeram o ácido clorogênico do farelo de girassol mediante lavagem com HCl 0,001M, seguida de outra lavagem com álcool etílico aquoso a 50%. A curva de solubilidade de nitrogênio da amostra livre de fenóis foi quase idêntica à curva de solubilidade do isolado proteico de girassol obtido pelo método convencional.

A extração simultânea do óleo e dos compostos fenólicos tem sido proposta em várias ocasiões. Lanzani e cols., 1979b, obtiveram um concentrado proteico de girassol com 51% de proteína, 22% de lipídeos e 0,07% de ácido clorogênico, mediante extrações sucessivas de farinha integral com água a 100°C (Lanzani e cols., 1979a). Rossi e cols., 1980, compararam a eficiência de várias misturas de solventes na extração do óleo e do ácido clorogênico; os melhores resultados foram obtidos utilizando-se uma mistura azeotrópica de etanol-heptano, seguida do azeótropo etanol-água e de uma mistura de etanol-acetona (50/50, v/v).

Bau e Debry, 1980, comprovaram que uma terceira parte dos compostos fenólicos contidos nas sementes de girassol se encontram ligados às proteínas, não sendo eliminados por meio da extração aquosa. Além disso, foi observado que os fenóis solúveis parecem ser muito mais sensíveis à oxidação, tornando-se indispensável o uso de um antioxidante durante o processo de extração.

Taha e cols., 1981, desenvolveram um processo de obtenção de isolado proteico de girassol por extração a contracorrente, utilizando uma solução de NaOH 0,04 M e sulfito de sódio a 0,1%, a uma razão solvente: farinha de 20:1, seguida de precipitação da proteína em pH 4,0. O método resulta em um produto branco, de elevada pureza, e com um rendimento de 88,4% em relação à proteína inicial presente na farinha desengordurada.

Nuzzolo e cols., 1980, propuseram um método de preparo de isolado proteico de girassol no qual os compostos fenólicos foram complexados, durante a extração em pH alcalino das proteínas, com sais de alumínio (sulfato ou cloreto) para evitar sua oxidação a quinonas. As proteínas foram precipitadas no ponto isoelétrico por adição de ácido cítrico, o qual tem a capacidade de manter os sais de alumínio em solução. O isolado proteico obtido apresentou uma cor bege-branca em pH 5,0 e ligeiramente amarelo-esverdeada em pH alcalino, devido à concentração residual de polifenóis (0,4 a 0,5%).

Recentemente, Lawhon e cols., 1982, realizaram experimentos a nível de laboratório e de planta piloto, desenvolvendo um método para inativar a polifenoloxidase e eliminar o oxigênio durante a extração e precipitação das proteínas de girassol. Isolados proteicos brancos foram preparados a partir de farinha desengordurada e de amêndoas de girassol. No processo, a água de extração foi ajustada a pH 9 pela adição de NaOH, o oxigênio foi eliminado pelo aquecimento a 60°C e pressão reduzida de 585-610 mm de Hg. Após remoção do oxigênio, a farinha foi colocada em suspensão, a uma razão farinha:água de 1:20 (p/v), e deixada em agitação durante 40 min. Posteriormente foi introduzido nitrogênio para diminuir o vácuo até 130 mm de Hg, e uma vez separado o sobrenadante, a proteína foi precipitada diminuindo o pH a 4,5 pela adição de HCl. O rendimento na obtenção do isolado foi maior e a perda de aminoácidos foi menor do que nos produtos obtidos pelos métodos convencionais.

5. PROPRIEDADES FUNCIONAIS DAS PROTEÍNAS:

Entre os aspectos mais importantes das proteínas vegetais se encontram as suas propriedades funcionais, sendo estas as que determinam o campo de aplicação, bem como a possibilidade de competição no mercado de uma nova proteína a ser utilizada como ingrediente nos

alimentos (Hermanson, 1979).

Algumas das propriedades funcionais mais importantes das proteínas são a solubilidade, capacidade emulsificante, capacidade de formação de espuma, geleificação, retenção de água e gordura, texturização e as propriedades organoléticas.

A farinha desengordurada de girassol e os produtos proteicos obtidos a partir da mesma, apresentam boas propriedades funcionais, particularmente capacidade de emulsificação, aeração e absorção de água e gordura.

Smith e Johnsen, 1948, reportaram as curvas de solubilidade e de precipitação em água das proteínas de girassol a diferentes valores de pH. Resultados semelhantes foram obtidos por Gheyasuddin e cols., 1970b; Kilara e Humbert, 1972; Canella e cols., 1977a; e Rahma e Narasinga Rao, 1979 (Figura 4).

Sosulski e Fleming, 1977, observaram que as proteínas de girassol foram pouco solúveis em água na faixa de pH 2 a 6, enquanto que apresentaram uma alta solubilidade em concentrações altas ou baixas de cloreto de sódio e cloreto de cálcio, propriedade que não possuem outras proteínas tais como as de soja ou amendoim.

Kilara e Humbert, 1972, estudaram as características de absorção de umidade de algumas sementes oleaginosas. As amêndoas de girassol absorveram água em uma proporção de 40% do seu peso inicial, em comparação com a soja e a colza, que absorveram até 60%. Os autores atribuíram esta diferença na capacidade de absorção de água às variações no tipo e na quantidade de carboidratos que constituem as sementes.

De acordo com Lin e cols., 1974, a capacidade de absorção de água das proteínas de girassol varia consideravelmente dependendo do tipo de produto. A porcentagem de absorção de água da farinha desengordurada foi de 107,1% do seu peso, na base de 14% de umidade, enquanto que os concentrados proteicos obtidos por tratamento com HCl 0,001 N em pH 5,5 a 60°C, 80°C e 90°C, apresentaram uma absorção de água de 137,8,

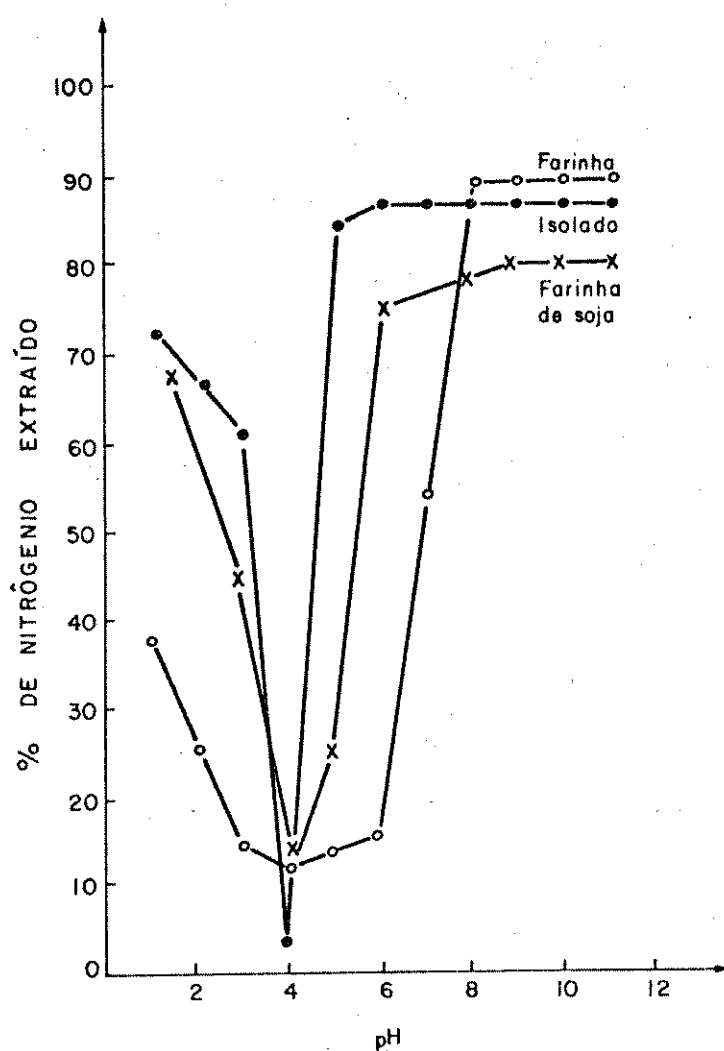


Figura 4: Solubilidade do nitrogênio extraído, em função do pH, da farinha desengordurada e de isolado proteico de girassol, e de farinha desengordurada de soja.

Fonte: Kilara e Humbert, 1972.

166,2 e 203,0%, respectivamente. O isolado proteico preparado a partir do concentrado tratado a 60°C, absorveu água na proporção de 155,1%.

Segundo Huffman e cols., 1975, existem diferenças na capacidade de absorção de água de uma variedade para outra das sementes de girassol devido, provavelmente, a variações na concentração das proteínas.

Canella e cols., 1977a, reportaram valores de 67,7, 143,0 e 74,6% de absorção de água para a farinha, concentrado e isolado proteico de girassol, respectivamente.

Em geral, os produtos proteicos de soja possuem uma maior capacidade de absorção de água. Segundo vários autores, esta diferença pode ser atribuída ao maior grau de hidrofiliicidade das proteínas de soja, em comparação com as proteínas de girassol (Lin e cols., 1974 ; Huffman e cols., 1975; Canella e cols., 1977a; Canella e cols., 1977b).

Os produtos proteicos de girassol mostram uma excelente capacidade de absorção de gordura. Lin e cols., 1974, reportaram valores de 207,8 e 256,7% de absorção de gordura para a farinha e isolado proteico de girassol, respectivamente, sendo que Canella e cols., 1977a, reportaram valores bem maiores, de 277,1, 372,1 e 464,4%, para a farinha, concentrado e isolado proteico de girassol, respectivamente. Em comparação, os produtos proteicos de soja apresentam uma menor capacidade de absorção de gordura, na faixa de 84,4 a 116,3%. Isto pode ser devido às proteínas de girassol serem mais lipofílicas que as proteínas de soja (Lin e cols., 1974).

As proteínas de girassol apresentam também uma elevada capacidade de emulsificação, em relação às proteínas de soja (Lin e cols., 1974; Huffman e cols., 1975; Canella e cols., 1977a; Sosulski e Fleming, 1977). A capacidade de emulsificação está afetada por vários fatores, tais como o pH, a velocidade de adição de óleo e a velocidade de agitação (Huffman e cols., 1975); uma ótima atividade emulsificante é obtida em pH 7,0, existindo uma relação direta entre a solubilidade das

proteínas e as suas propriedades de emulsificação (Huffman e cols., 1975; Canella e cols., 1979).

Uma outra propriedade funcional das proteínas de girassol é a sua capacidade para formar espumas, a qual tem sido estudada por diversos autores. Lin e cols., 1974, obtiveram espumas a partir da farinha e concentrado proteico de girassol, com um incremento de volume de 230%, em comparação com os incrementos de 70 e 170% para a farinha e concentrado proteico de soja, respectivamente.

Huffman e cols., 1975, em um estudo sobre o efeito do pH e temperatura na formação de espuma, encontraram que as melhores espumas foram obtidas em pH 9,0 e 15°C, utilizando-se suspensões aquosas com uma concentração de farinha de 8%, e um tempo de agitação de 12 min. Porém, as espumas apresentaram uma cor verde, devido à oxidação do ácido clorogênico nesse valor de pH.

A estabilidade da espuma é importante, desde que o sucesso de um agente espumante depende da sua habilidade em manter a espuma o maior tempo possível. Canella, 1978, observou que a estabilidade da espuma produzida a partir da farinha desengordurada de girassol é mínima na região do ponto isoelétrico das proteínas, aumentando apreciavelmente a partir de pH 5,0-6,0. O autor também verificou que utilizando concentrações de 1 a 2% dos produtos proteicos obtem-se espumas com os maiores incrementos de volume, porém, com baixa estabilidade, enquanto que, a concentrações maiores, a capacidade de formação de espuma é diminuída e a estabilidade, devido à presença de partículas insolúveis que estabilizam a espuma, é aumentada.

As propriedades funcionais das proteínas estão determinadas não somente pela origem, mas também pelas condições de processamento durante a sua obtenção, assim como pela presença de outros componentes (Hermanson, 1979). As variações nas propriedades funcionais das proteínas de girassol, submetidas a diferentes tratamentos para eliminar os compostos fenólicos, têm sido reportadas por diferentes autores (Kilara e

Humbert, 1972; Lin e cols., 1974; Canella e cols., 1977 a,b; Rahma e Narasim_{ga} Rao, 1981).

Nos últimos anos tem aumentado o interesse pelo estudo de procedimentos para melhorar as propriedades funcionais das proteínas vegetais a fim de incorporá-las em novos produtos. A hidrólise ácida ou enzimática, assim como também a modificação química de grupos funcionais específicos das proteínas, são utilizadas para obter as propriedades funcionais desejadas nos alimentos. Estudos feitos por Canella e cols., 1979, e Kabirullah e Wills, 1982, demonstraram que, em termos gerais, a succinilação e a acetilação melhoram as propriedades funcionais das proteínas de girassol.

III. MATERIAL E MÉTODOS

1. MATERIAL

1.1. Matéria prima

Utilizaram-se neste trabalho oito diferentes variedades de sementes de girassol, doadas pela Seção de Oleaginosas do Instituto Agrônomo de Campinas, SP.

Na Tabela 5 mostram-se a origem, época de plantio e de colheita de cada uma das variedades, sendo que todas elas provêm de regiões do Estado de São Paulo com solo semelhante e receberam o mesmo tipo de tratamento e adubação durante o ciclo de maturação, evitando-se assim as variações na sua composição devido a diferenças de solo e de tratos culturais.

A farinha e os isolados proteicos de girassol foram obtidos a partir de sementes do cultivar IAC-Anhandy; esse cultivar foi desenvolvido no Instituto Agrônomo e se caracteriza por apresentar uma melhor adaptação às condições ecológicas do país.

1.2. Reagentes

O ascorbato de sódio (pureza de acordo com a Farmacopeia Brasileira) utilizado no tratamento da farinha de girassol foi fornecido pela ROCHE - Produtos Químicos e Farmacêuticos S.A. e o ácido clorogênico, P.A. pela Sigma Chemical Company (Catálogo nº C-3878).

Para os outros tratamentos e análises químicas foram utilizados reagentes Merck e Ecibra, todos eles com o grau de pureza exigido pelas especificações dos métodos.

Tabela 5 - Origem, época de plantio e colheita de diferentes variedades de sementes de girassol.

Variedade:	Origem	Plantio	Colheita
VNIIMK	Mococa	Dezembro 81	Março 82
Sunfolia	Monte Alegre do Sul	Novembro 81	Fevereiro 82
Uruguai	Jundiaí	Outubro 81	Fevereiro 82
Peredovik	Campinas	Dezembro 81	Março 82
Airelli	Ribeirão Preto	Outubro 79	Fevereiro 80
Precoz Fao	Monte Alegre do Sul	Março 80	Julho 80
Contisol	Contibrasil (a)	-	-
IAC-Anhandy	Tatuí	Outubro 82	Janeiro 83

(a) Híbrido fornecido pela Contibrasil Ltda., em 1982.

1.3. Aparelhos e equipamentos

Balança analítica Sauter 414.

Balança semi-analítica Sartorius 1205 MP.

Banho-maria com controle de temperatura.

Estufa com circulação forçada de ar Memmert UL 40.

Estufa para secagem e esterilização Fanem 315/SE.

pHmetro Corning 125/2.

Digestor e destilador de proteínas.

Extrator Goldfish.

Moinho de facas IKA-Universalmühle M-20.

Centrífuga Sorval Superspeed RC2-B.

Centrífuga Fanem 204-NR.

Espectrofotômetro UV/VIS Perkin Elmer, Lambda 3.

Cromatógrafo a gás Varian-1400 com detetor de ionização de chama, acoplado a um integrador Varian CDS-111.

Analizador automático de aminoácidos Beckman 119-CL.

Rotoevaporador Buchi Rotavapor-RE.

Conjunto mecanizado de peneiras de fundo oblongo.

Rolo laminador Zamboni.

Extrator tipo soxhlet com 10,0 kg de capacidade.

Moinho Brabender Quadrumat Senior.

Misturador Braun Minipimer 2-MR-52.

Colorímetro Hunter D 25 Optical Head.

Liquidificador Arno.

Vidraria e outros equipamentos comuns de laboratório.

2. MÉTODOS

CARACTERIZAÇÃO DA MATÉRIA PRIMA

Caracterização física

2.1. Peso/100 sementes:

Determinou-se o peso de 100 sementes de cada variedade, escolhidas ao acaso.

2.2. Tamanho:

Foram medidos, com um paquímetro, o comprimento, largura e espessura de lotes de 100 sementes, obtendo-se os valores médios para cada variedade.

2.3. Densidade aparente:

Determinou-se o volume ocupado em uma proveta, por 100 g de sementes, de acordo com o método descrito por Nip, 1979.

2.4. Densidade real:

A densidade real foi determinada em amostras de 25 g de sementes, utilizando-se a metodologia descrita por Mohsenin, 1968.

2.5. Porosidade:

A porosidade, medida da quantidade de ar contido em um determinado volume ocupado pela amostra, foi calculada conforme o método 1.13 descrito pela EMBRAPA, 1979.

2.6. Porcentagem de casca e amêndoa:

Amostras de 25,0 g de sementes foram descascadas manualmente, determinando-se o teor de casca e amêndoa para cada variedade.

Caracterização Química:

2.7. Umidade:

Determinou-se a umidade segundo o método 44-31 do manual da AACC, 1976.

2.8. Cinzas:

Para a determinação do teor de cinzas utilizou-se o método 08-16 do manual da AACC, 1976.

2.9. Gordura:

A determinação do teor de gordura foi feita no extrator Goldfish, em amostras de 2,0 g de sementes integrais moídas, utilizando-se éter de petróleo como solvente.

2.10. Proteína:

O teor proteico (%) foi sempre conseguido multiplicando-se o teor de nitrogênio total pelo fator 6,25. O conteúdo de nitrogênio total foi determinado pelo método Micro Kjeldhal, descrito no manual da AACC (46-12), 1976.

2.11. Fibra bruta:

O teor de fibra bruta foi determinado pelo método de detergente ácido descrito por Van Soest, 1973.

2.12. Ácido clorogênico:

O teor de ácido clorogênico foi determinado pelo método colorimétrico de Bittoni e Col., 1977.

2.13. Ácidos graxos:

A composição em ácidos graxos de cada uma das variedades estudadas foi determinada por cromatografia gasosa. Para isto, as sementes foram trituradas e os lipídeos extraídos com éter etílico em extrator soxhlet. Submeteram-se os lipídeos a um processo de metilação, empregando-se a técnica de transesterificação descrita por Badolato e Almeida, 1977. Para a separação cromatográfica dos ácidos graxos foi utilizada uma coluna de aço inox de 6 pés de comprimento e 1/8 de polegada de diâmetro interno, tendo como fase estacionária succinato de dietileno glicol (DEGS) a 20% e como suporte sólido Chromosorb W/AW 80-100 mesh. O cromatograma foi corrido nas seguintes condições de operação:

temperatura do injetor: 210°C

temperatura do detetor: 220°C

temperatura da coluna: programada de 150 a 190°C,

sendo $\beta = 4^\circ\text{C}/\text{min}$

gás de arraste: nitrogênio

fluxo: 25 ml/min

sensibilidade: variável

velocidade do papel: 0,2 cm/min

2.14. Aminoácidos:

Os aminoácidos totais foram determinados pelo método de troca iônica de Spackman e cols., 1958, usando-se um analisador automático Beckman 119-CL. As amostras foram preparadas seguindo-se, basicamente, as recomendações descritas no manual do aparelho (Beckman Instruments, 1966), a saber: uma quantidade conhecida de proteína (25 a 30 mg) foi hidrolisada em HCl 6 N a 110°C durante 22 h, em tubos pyrex (12x15 mm) providos de rolhas de teflon, hermeticamente fechados e em ausência de oxigênio. O hidrolisado foi filtrado em filtro de vidro G-4 e o volume completado a 100 ml. Tomou-se uma alíquota de 20 ml desta solução, e evaporou-se o HCl em rotoevaporador com banho a 60°C e circulação de água refrigerada a 0°C; lavou-se o resíduo duas vezes com 10 ml de água destilada, por vez, e o hidrolisado final foi dissolvido em 5 ml de tampão citrato de sódio pH 2,2. Procedeu-se à cromatografia colocando-se 100 μ l desta solução, e uma vez corrido o aminograma, calcularam-se quantitativamente os aminoácidos das amostras, exceto o triptofano, que é destruído na hidrólise ácida.

MÉTODO DE OBTENÇÃO DA FARINHA DESENGORDURADA:

A farinha desengordurada de girassol foi preparada de acordo com a figura 5.

As sementes da variedade IAC-Anhandy foram classificados segundo o seu tamanho em peneiras de fundo oblongo números 9; 9 1/2; 10; 10 1/2; 11 e 11 1/2, utilizadas na classificação de arroz, e decorticadas utilizando-se um moinho de martelos, sendo a casca removida por diferença de densidades, em corrente de ar. Após decorticação, as amêndoas foram escolhidas manualmente, eliminando-se as sementes menores que não tinham sido decorticadas, com a finalidade de diminuir o teor de fibras na farinha.

As amêndoas de girassol foram laminadas em um rolo laminador com uma abertura de 0,5 mm; a extração do óleo foi feita em um extrator tipo soxhlet com capacidade para 10,0 Kg de amostra, utilizando-se éter de petróleo (faixa de ebulição 34-60°C) como solvente. Inicialmente as amostras foram maceradas no solvente durante 24 h e posteriormente extraídas durante 48 h. O solvente residual do farelo obtido foi eliminado em estufa com circulação de ar a 40°C, durante 8 h, e o farelo foi moído em moinho Brabender Quadrumat Senior até a obtenção de partículas do tamanho de 150 μ .

ISOLADOS PROTEICOS DE GIRASSOL

Método de obtenção:

Para o preparo dos isolados proteicos de girassol, foram inicialmente determinadas as condições ótimas para a extração, em meio alcalino, das proteínas. Para isso, obtiveram-se curvas de solubilidade das proteínas a diferentes valores de pH, temperatura, relação farinha: água e tempo de agitação.

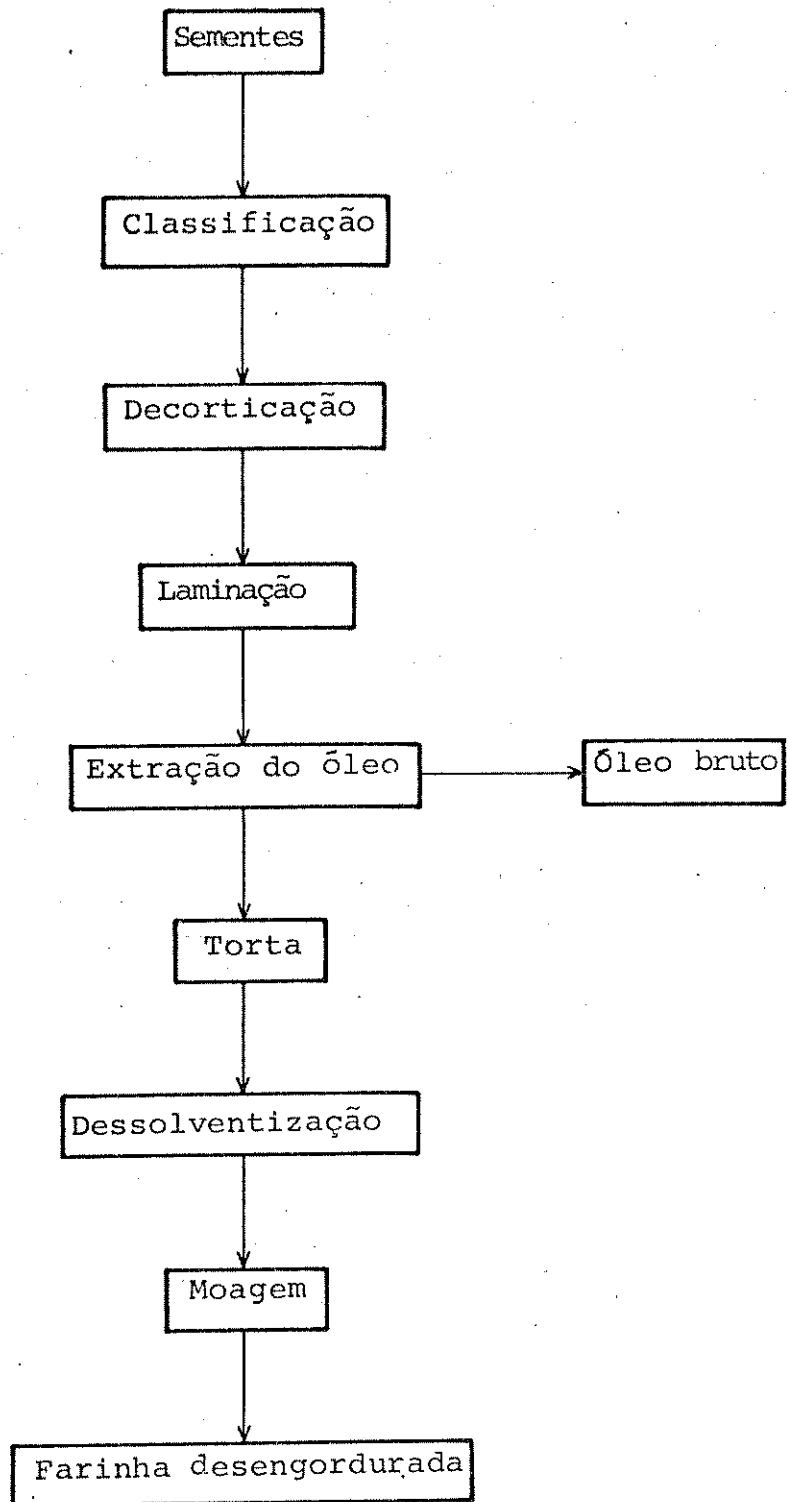


Figura 5: Fluxograma do Processamento para a obtenção de farinha desengordurada de girassol.

2.15. Curva de Índice de nitrogênio solúvel (NSI) em função do pH:

Amostras de 2,5 g de farinha desengordurada foram dispersas em água destilada, na relação de 1:20 (p/v), ajustando-se o pH a diferentes valores compreendidos na faixa de 1 a 12 com NaOH 1,0 N ou HCl 1,0 N. As suspensões foram mantidas sob agitação durante 30 min e centrifugadas a 10.000 x g durante 10 min a 5-10°C. O sobrenadante foi filtrado em lã de vidro, e do filtrado tomaram-se alíquotas de 1 a 2 ml para a determinação de nitrogênio, segundo o método descrito no item 2.10. O índice de nitrogênio solúvel (NSI), nos diferentes valores de pH, foi calculado pela relação:

$$\% \text{NSI} = \frac{\% \text{ Nitrogênio solúvel}}{\% \text{ Nitrogênio total}} \times 100$$

2.16. Curva de NSI em função da relação farinha:água:

A curva de solubilidade das proteínas em função da relação farinha: água foi determinada colocando-se amostras de 2,5 g de farinha de sengordurada de girassol em agitação durante 30 min a 25°C, ajustando-se o pH a 10,0 com NaOH 1,0N, e utilizando-se relações de farinha: água de 1:5, 1:10, 1:15, 1:20, 1:25, 1:30, 1:40, 1:50, 1:75 e 1:100 (p/v). As suspensões foram tratadas de maneira semelhante à descrita no item 2.15.

2.17. Curva de NSI em função do tempo de agitação:

Para a obtenção da curva de NSI em função do tempo de agitação, procedeu-se de maneira semelhante ao descrito no item 2.15, nas seguintes condições:

relação farinha:água de 1:15 (p/v)

pH: 10,0

temperatura: 25°C

tempo de agitação: 10, 20, 30, 45, 60 e 70 min

2.18. Curva de NSI em função da temperatura:

As amostras de farinha desengordurada foram tratadas em forma semelhante ao descrito no item 2.17 com um tempo de agitação de 30 min, a diferentes temperaturas (25, 30, 40, 60 e 70°C).

A partir dos resultados obtidos nos itens 2.15, 2.16, 2.17 e 2.18, o isolado proteico de girassol foi preparado conforme apresentado na Figura 6. Para isso, a farinha desengordurada foi dispersa em água destilada a uma razão de 1:15 (p/v) ajustando-se o pH a 10 com NaOH 1,0N. A suspensão foi mantida em agitação durante 30 min. a 30⁺1°C e centrifugada a 2 500 x g durante 20 min. Descartou-se o precipitado e as proteínas no sobrenadante foram isoladas por precipitação iso-elétrica a pH 4,5 com adição de HCl 1,0N, seguida de centrifugação a 2 500 x g durante 10 min. O precipitado foi ressuspendido em água destilada à razão 1:10 (p/v), neutralizado por ajuste do pH a 7,0 e centrifugado a 2 500 x g durante 10 min, fazendo-se duas lavagens sucessivas com água destilada a pH 7,0; o isolado foi secado em estufa com circulação forçada de ar a 40°C durante 8 h e moído em moinho ciclone até uma granulometria de 90-100 mesh.

Tratamentos químicos:

Para evitar o desenvolvimento da cor verde no preparo do isolado proteico de girassol, durante a etapa de extração foram utilizados os seguintes compostos: ascorbato de sódio, metabissulfito de sódio e

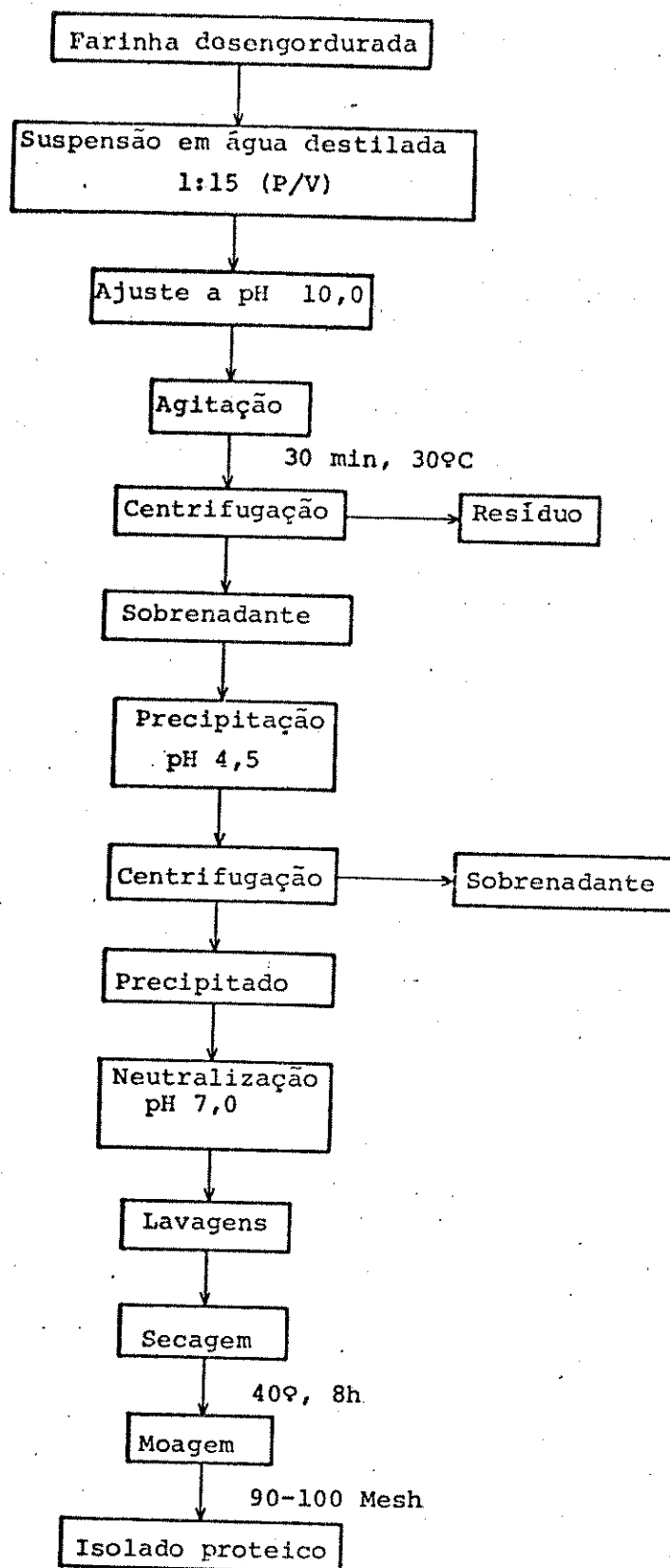


Figura 6: Fluxograma do processamento para a obtenção do isolado proteico de girassol sem tratamento.

tetraborato de sódio. Em cada caso, a farinha desengordurada foi dispersa em soluções a diferentes concentrações do reagente. Todas as extrações foram feitas a pH 10,0, utilizando-se uma relação farinha: água de 1:15 (p/v), sendo as suspensões mantidas sob agitação durante 30 min a 30°C e centrifugadas a 10.000 x g durante 10 min. Do sobrenadante foram tomadas alíquotas para dosagem do nitrogênio solúvel. A intensidade da cor do sobrenadante foi determinada medindo-se a absorbância a 685 nm após diluição de 1/100.

As proteínas foram precipitadas em pH 4,5 e tratadas de forma semelhante ao descrito para a obtenção do isolado proteico sem tratamento

Caracterização Química:

Os teores de umidade, cinzas, proteína, fibra bruta, gordura, ácido clorogênico e a composição em aminoácidos da farinha desengordurada e dos isolados proteicos de girassol foram determinados de acordo com a metodologia descrita nos itens 2.7 a 2.12 e 2.14.

Determinação das propriedades funcionais:

Foram determinadas algumas propriedades funcionais da farinha e dos isolados proteicos de girassol obtidos a partir dos diferentes tratamentos. O isolado proteico de soja Proteimax 90 HG (fornecido pela Sanbra - Sociedade Algodoeira do Nordeste Brasileiro S.A. -) foi estudado, paralelamente, para efeito de comparação.

2.19. Solubilidade:

As curvas de solubilidade em função do pH da farinha desengordurada e dos isolados proteicos foram determinadas segundo o método de Johnson e Brekke, 1983. No caso específico do isolado proteico obtido por tratamento com ascorbato de sódio 0,01 M, foram também determinadas as curvas de solubilidade das proteínas, em soluções de NaCl 0,1, 0,01 e 0,001 M.

2.20. Densidade aparente:

A densidade aparente da farinha desengordurada e de isolados proteicos foi determinada de acordo com o método descrito no item 2.3.

2.21. Absorção de água:

A capacidade de absorção de água das amostras foi determinada de acordo com o método da centrífuga descrito por Sosulski, 1962.

2.22. Absorção de gordura:

A absorção de gordura foi determinada pelo método descrito por Lin e Cols, 1974.

2.23. Capacidade de emulsificação e estabilidade da emulsão:

A capacidade de emulsão e estabilidade da emulsão da farinha desengordurada e de isolados proteicos foram determinadas de acordo com o método descrito por Yasumatsu e Cols., 1972, modificado por Dench e Cols, 1981.

2.24. Capacidade de formação de espuma e estabilidade da espuma:

No preparo das espumas da farinha desengordurada e de isolados proteicos utilizou-se o método descrito por Hsu e Cols., 1982, com as seguintes modificações: prepararam-se suspensões aquosas a 3% (p/v) de cada uma das amostras, ajustando-se o pH a 7,0 pela adição de NaOH 0,1 N ou HCl 0,1 N; alíquotas de 30 ml foram colocadas em um recipiente plástico de 8,0 cm de diâmetro e 10,0 cm de altura, com volume aproximado de 500 ml, e as amostras foram misturadas durante 3,5 min a 1350 rpm, com um misturador Braun Minipimer, utilizando-se o acessório batedor. Transferiram-se as espumas para provetas de 250 ml e após 30 seg mediu-se o volume total da suspensão. A porcentagem do aumento de volume foi calculada pela relação:

$$\% \text{ Aumento de volume} = \frac{B - A}{A} \times 100$$

onde: A = Volume antes da agitação

B = Volume após agitação

A estabilidade das espumas foi determinada deixando-as em repouso à temperatura ambiente ($\pm 28^{\circ}\text{C}$) e tomando-se as leituras do volume total e da fase líquida após intervalos de 30, 60 e 120 min. Determinou-se a porcentagem de líquido liberado da espuma através da relação (Johnson e Brekke, 1983):

$$\% \text{ Líquido liberado da espuma} = \frac{A}{B} \times 100$$

onde

A = ml de líquido liberado da espuma após os intervalos de tempo

B = ml de volume inicial antes da agitação

2.25. Cor:

A avaliação da cor da farinha desengordurada e dos diferentes isolados proteico obtidos foi feita segundo a escala de Munsell, 1966, por um observador de visão normal, com discriminação superior, submetido ao teste de visão da cor (Munsell, 1957). A cor foi também determinada instrumentalmente, utilizando-se o colorímetro Hunter, modelo D 25 Optical Head.

UTILIZAÇÃO DOS ISOLADOS PROTEICOS NA ELABORAÇÃO DE BISCOITOS

Método de preparo dos biscoitos:

Os isolados proteicos de girassol sem tratamento, tratado com ascorbato de sódio 0,01M ou com metabissulfito de sódio 0,01M e o isolado de soja foram utilizados em misturas com farinha de trigo (na proporção de 1:9 p/p), para o preparo de biscoitos. A fórmula básica empregada foi a descrita a seguir (Sathe e cols., 1981):

farinha de trigo	60 g
margarina vegetal	50 g
açúcar	25 g
fermento químico	5 g
sal	700 mg
noz moscada	200 mg
água	10 ml

A massa foi preparada pelo método de creme, em dois estágios, e dividida em bolinhas de $10 \pm 0,5$ g, as quais foram colocadas em assadeira untada e assadas durante 20 min a 180°C.

Avaliação sensorial dos biscoitos:

A avaliação sensorial dos biscoitos, preparados com isolado de girassol obtido na presença de ascorbato de sódio 0,01M, foi realizada mediante um teste piloto de consumidor no qual participaram 59 provadores de ambos sexos, na faixa de idade de 10 a 70 anos. Foram avaliadas as propriedades de cor, sabor e aceitação global dos biscoitos, utilizando-se a Escala Hedônica de sete pontos (1=desgostei muitíssimo; 7=gostei muitíssimo).

A cor dos biscoitos, preparados com isolados de girassol sem tratamento e tratados com ascorbato de sódio 0,01M ou com metabissulfito de sódio 0,01M e com isolado de soja, foi avaliada instrumentalmente de acordo ao procedimento descrito no item 2.25.

IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

1. CARACTERIZAÇÃO DA MATÉRIA PRIMA:

1.1. Caracterização física:

Os resultados obtidos na caracterização física das oito variedades de girassol estudadas estão apresentados na Tabela 6. A partir desses dados, verifica-se que a porcentagem de casca variou entre 25,2 e 37,4%. As sementes tiveram um teor de amêndoa entre 62,6 e 74,8%, sendo que as variedades russas VN11MK e Peredovik e o cultivar brasileiro IAC-Anhandy foram as que apresentaram os maiores conteúdos de amêndoa. Esse é um fator importante para a indústria, desde que um elevado teor de amêndoa nas sementes representa um maior rendimento na obtenção de óleo e proteína.

O peso de 100 sementes variou entre 5,20 e 10,78 g nas diversas variedades; entretanto não houve diferenças apreciáveis na densidade aparente, na densidade real, na porosidade e nas dimensões das oito variedades. Dados semelhantes foram reportados por Robertson e col. , 1975.

1.2. Caracterização química:

A composição química das variedades de girassol está apresentada na Tabela 7. Os resultados representam a média de duas ou mais determinações.

Até o presente, o óleo é o produto mais apreciado das sementes de girassol e o seu conteúdo, no material estudado, variou entre 31,84 e 40,41%, sendo que o novo cultivar IAC-Anhandy apresentou o teor mais elevado de óleo (40,41%), dentre todas as variedades.

Tabela 6 - Características físicas das sementes de diferentes variedades de girassol.

Variedade:	Peso/100 Sementes (g)	% Casca	% Amêndoa	Densidade aparente (g/cm ³)	Densidade real ₃ (g/cm ³)	Porosi- sidade (%)	Comprimento (cm)	Largura (cm)	Espessura (cm)
VNIIMK	7,92	25,2	74,8	0,36	0,59	39,0	1,13	0,66	0,45
Sunfol	5,20	36,1	63,9	0,28	0,40	30,0	1,11	0,57	0,35
Uruguai	9,04	36,3	63,7	0,44	0,67	34,3	1,25	0,61	0,39
Peregovik	5,57	25,2	74,8	0,32	0,56	42,9	1,12	0,64	0,39
Airelli	6,56	30,6	69,4	0,35	0,50	30,0	1,10	0,59	0,37
Precoz Fao	8,35	32,9	67,1	0,40	0,59	32,2	1,25	0,63	0,41
Contisol	10,78	37,4	62,6	0,41	0,59	30,5	1,25	0,63	0,41
IAC-Anhandy	7,09	25,5	74,5	0,32	0,53	39,6	1,09	0,63	0,42

Tabela 7 - Composição química das sementes de diferentes variedades de girassol.

Variedade:	Umidade (%)	Cinzas (a) (%)	Proteína (a,b) (%)	Óleo (a) (%)	Fibra (a) (%)	Ácido Cloro- gênico (c) (%)
VNIIMK	6,85	3,76	25,28	34,14	17,79	4,71
Sunfolá	7,01	3,55	18,91	32,19	21,60	3,60
Uruguai	7,07	3,57	19,15	33,04	25,00	5,51
Peredovik	5,64	2,80	19,48	38,66	18,23	4,89
Arielli	6,55	3,93	19,40	34,09	25,63	4,55
Precoz Fao	6,89	3,40	20,99	31,84	22,13	4,67
Contisol	6,19	3,85	15,38	35,83	20,67	4,27
IAC-Anhandy	5,41	3,53	16,14	40,41	19,17	4,88

(a) Na base seca

(b) Proteína = % N x 6,25

(c) Porcentagem na base seca, da farinha desengordurada.

A concentração de proteína nas sementes variou entre 15,38 e 25,28%. Os teores de cinzas e fibra bruta não mostraram diferenças aparentes entre cada uma das variedades. Em geral, os valores obtidos para a composição química das sementes estão de acordo com os dados reportados por outros autores (Earle e cols., 1968; Robertson e Burns, 1975; Dorrell, 1978; Taha e cols., 1981).

O conteúdo de ácido clorogênico na farinha desengordurada das variedades de girassol variou entre 3,60 e 5,51%. Segundo Dorrell, 1976, a concentração de ácido clorogênico na semente depende da variedade, assim como das condições climáticas existentes durante a maturação das mesmas. Climas temperados, como é o caso das regiões onde foram cultivadas as variedades utilizadas neste estudo, favorecem níveis mais elevados de ácido clorogênico.

Considerando que o ácido clorogênico é um dos principais fatores limitantes na utilização dos produtos proteicos de girassol para consumo humano (Maga, 1978; Sosulski, 1979a; Lanzani e cols., 1979a ; Bau e Debry, 1980 ; Peri e Rossi, 1980; Lawhon e cols., 1982), é desejável que o seu conteúdo nas sementes seja o menor possível. Uma alternativa para diminuir a concentração desse composto seria o desenvolvimento de novos cultivares com baixo teor de ácido clorogênico (Sosulski, 1979a; Satterlee, 1981), o que tem sido difícil, devido ao fato do ácido clorogênico estar envolvido em certas reações essenciais e na síntese de outros compostos nas plantas (Dorrell, 1976). Além disso, as sínteses de ácido clorogênico e de óleo parecem estar muito relacionadas, sendo que os fatores que reduzem o nível final de ácido clorogênico tendem a diminuir, ao mesmo tempo, o teor de óleo nas sementes (Dorrell, 1978).

A composição em ácidos graxos do óleo das oito variedades de girassol está apresentada na Tabela 8. Os ácidos graxos insaturados, oleico e linoleico, foram os que se encontraram em maior proporção, sendo que o seu teor variou entre 19,9 e 53,7% para o ácido oleico e

Tabela 8 - Composição em ácidos graxos do óleo de diferentes variedades de girassol, determinados por cromatografia gasosa (% das áreas dos picos).

Variedade:	Palmítico	Estearico	Oleico	Linoleico	Araquídico	Linolênico	Behênico
VNIIMK	4,9	4,8	43,0	46,4	0,2	tr ^(a)	0,7
Sunfolá	6,0	5,7	44,5	42,7	0,2	tr	0,9
Uruguai	6,0	4,1	19,9	69,0	0,1	tr	0,9
Peredovik	7,2	5,6	25,7	60,4	0,2	0,2	0,8
Airelli	4,6	3,4	53,7	37,4	0,1	tr	0,8
Precoz Fao	6,1	4,4	27,9	60,8	0,1	0,1	0,6
Contisol	6,7	4,2	35,1	53,4	0,1	tr	0,5
IAC-Anhandy	5,9	3,9	39,8	49,5	0,1	tr	0,8

(a) tr = traços.

entre 37,4 e 69,0% para o ácido linoleico; valores semelhantes têm sido reportados por Robertson e col., 1975, e Dorrell, 1978. Os resultados obtidos mostraram uma relação inversa entre o teor de ácido oleico e linoleico, de acordo com os dados publicados por Dorrell, 1978.

O conteúdo dos ácidos graxos saturados, palmítico e esteárico, variou entre 4,6 e 6,7% e 3,4 e 5,7%, respectivamente, enquanto que o ácido linolênico esteve presente em concentrações menores do que 0,2%. De acordo com Robertson e Burns, 1975, um baixo teor de ácido linolênico é uma característica desejável para manter a qualidade do óleo durante a estocagem.

Na Tabela 9 estão apresentados os dados obtidos quanto à composição em aminoácidos da farinha desengordurada das oito variedades de girassol. De forma semelhante aos resultados publicados por diversos autores (Gheyasuddin, e cols., 1970a; Rooney e cols., 1972; Robertson e Burns, 1975; Canella e cols., 1976; Sosulski e Fleming, 1977; Sodini e Canella, 1977; Lanzani e cols., 1979a), a farinha desengordurada apresentou deficiência em lisina, sendo que, em relação aos padrões da FAO/OMS, 1973, (segundo Bau e Debry, 1980), o conteúdo desse aminoácido representou aproximadamente 68%. Por outro lado, as proteínas de girassol apresentaram um alto conteúdo em aminoácidos sulfurados, o que contribui para que o farelo seja um produto muito apreciado para ração animal.

Os dados obtidos indicam que as proteínas de girassol das variedades estudadas não apresentam diferenças apreciáveis na composição em aminoácidos.

A partir dos resultados obtidos na caracterização física e química das variedades de sementes de girassol, verifica-se que o novo cultivar brasileiro IAC-Anhandy compara-se favoravelmente com as outras variedades estudadas. Além de apresentar uma ótima adaptação às condições climáticas do país e uma alta resistência às pragas e doenças (Úngaro, 1981), o cultivar IAC-Anhandy contém um elevado teor de

56961BC

Tabela 9 - Composição em aminoácidos da farinha desengordurada de diferentes variedades de girassol. (a)

Variedade:	g							Aminoácido / 100g Proteína	
	VNIIMK	Sunfola	Uruquai	Peredovik	Airelli	Precoz Fao	Contisol	IAC-Anhandy	
Ácido aspártico	9,3	9,7	9,4	9,9	8,8	9,9	9,4	9,2	
Treonina	2,9	3,7	3,5	3,7	3,7	3,3	3,4	3,7	
Serina	3,8	3,3	3,7	3,4	3,9	3,6	3,9	3,8	
Ácido glutâmico	25,7	21,8	23,9	23,5	25,1	24,4	23,5	22,3	
Prolina	3,9	4,7	4,9	4,3	4,4	4,7	4,5	4,3	
Glicina	5,8	5,6	5,8	5,8	5,6	5,7	5,8	5,8	
Alanina	4,3	4,3	4,3	4,6	4,2	4,0	4,0	4,5	
Meia cistina	2,6	3,9	3,3	2,4	3,7	3,6	3,2	3,6	
Valina	5,9	5,2	4,7	5,0	5,0	4,9	4,9	5,0	
Metionina	2,3	2,1	1,9	1,8	1,9	1,7	1,8	2,1	
Isoleucina	3,3	3,9	3,6	3,9	3,3	3,6	4,0	4,2	
Leucina	6,3	7,9	7,8	8,0	7,3	7,8	7,7	8,0	
Tirosina	2,7	2,8	2,6	2,6	2,9	2,7	2,6	2,9	
Fenilalanina	4,8	4,4	4,5	4,3	4,4	4,3	4,4	4,3	
Histidina	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,0	2,1	
Lisina	3,0	3,9	3,3	4,1	3,5	3,2	3,3	3,6	
Amônia	2,1	2,1	2,2	2,4	2,4	2,2	3,3	2,4	
Arginina	9,2	8,8	8,7	8,4	8,0	8,5	8,4	8,2	

(a) Os cálculos do conteúdo de aminoácidos foram realizados utilizando-se o método de normalização interna.

óleo e um baixo teor de casca, características estas desejáveis nas se mentes a serem utilizadas na indústria de óleos.

2. CONDIÇÕES DE EXTRAÇÃO DAS PROTEÍNAS DE GIRASSOL:

2.1. Efeito do pH:

A curva de solubilidade das proteínas da farinha desengordurada de girassol em função do pH está apresentada na Figura 7. As proteí nas de girassol apresentaram uma solubilidade relativamente alta em pH acima de 8,0, com um máximo de 95% de nitrogênio solúvel em pH 10,0, enquanto que se verificou uma região de mínima solubilidade em uma am pla faixa de pH (3,0 a 6,5). Resultados semelhantes foram publicados por diversos autores (Smith e Johnsen, 1948; Cheyasuddin e cols; 1970 a, b; Kilara e Humbert, 1972; Canella e cols. ; 1977a). Em 1966, Loomis e Bettaile atribuíram esta perda de solubilidade das proteínas de giras sol às interações dos peptídeos com os compostos fenólicos presentes na farinha. No entanto, posteriormente, Cater e cols., 1972, verificaram que os ácidos clorogênico, quínico e caféico tinham pouca influência sobre a solubilidade das proteínas na faixa de pH de 3,0 a 6,5, e suge riram que essa baixa solubilidade era uma característica inerente das proteínas de girassol.

2.2. Efeito da relação farinha:água:

A variação da solubilidade das proteínas de girassol em fun ção da relação farinha:água está apresentada na Figura 8. Os resulta dos obtidos indicam que, nas condições utilizadas, a máxima extração das proteínas foi obtida utilizando-se uma relação de 1:10 (p/v), sen do que um volume maior de solvente teve, praticamente, pouco efeito so bre a extração. Dados semelhantes foram reportados por vários autores

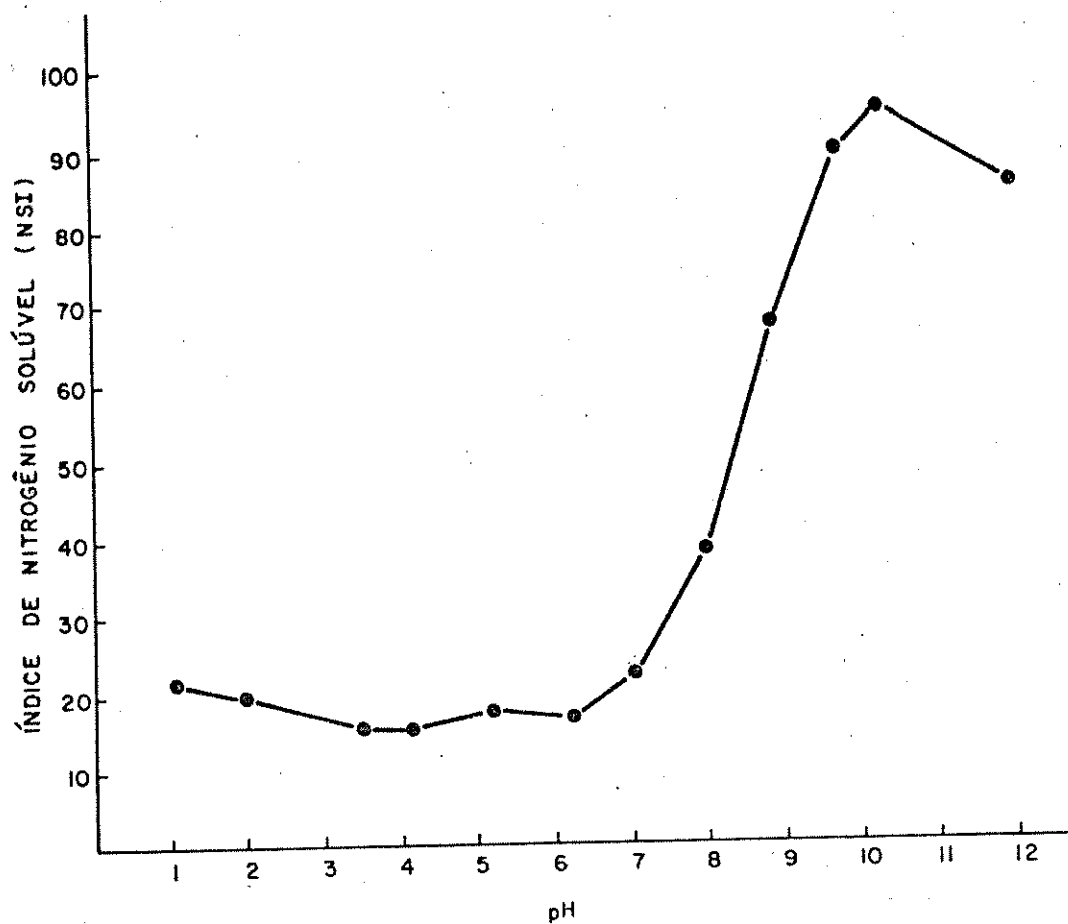


Figura 7: Solubilidade do nitrogênio da farinha desengordurada de girassol, em função do pH.

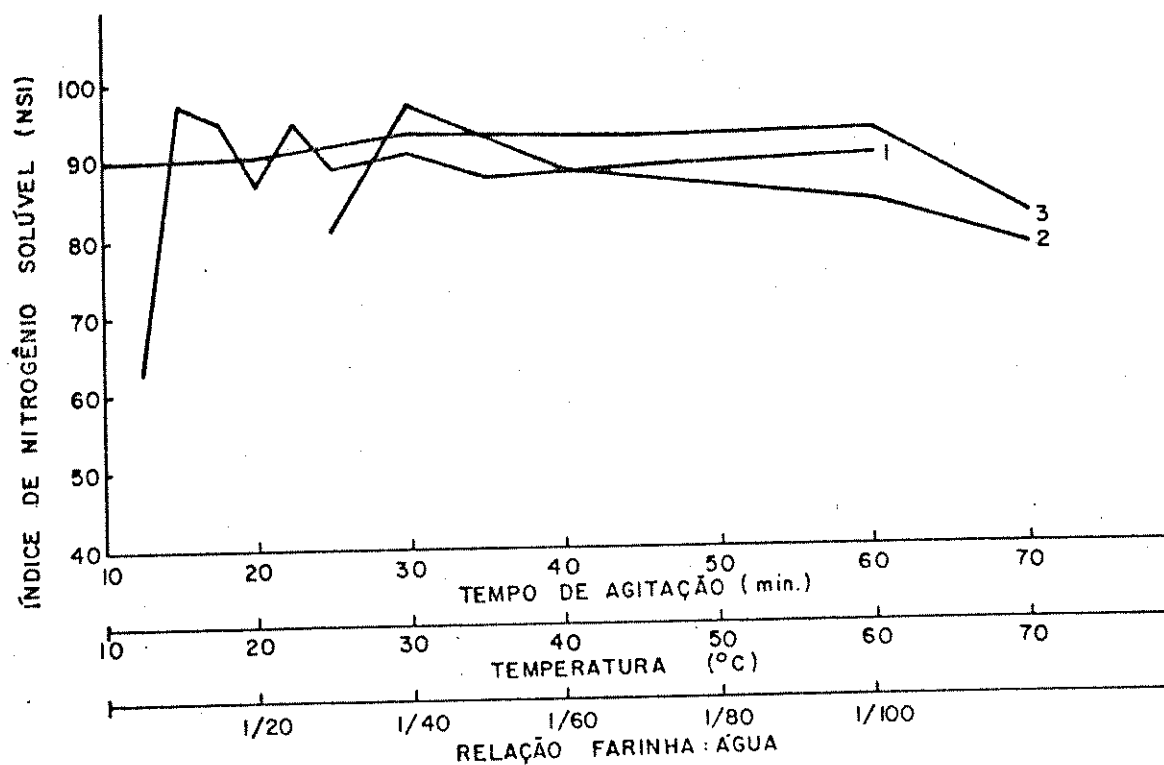


Figura 8: Solubilidade das proteínas da farinha desengordurada de girassol em função da relação farinha:água(1), da temperatura(2) e do tempo de agitação(3).

(Gheyasuddin e cols., 1970b; Kilara e Humbert, 1972; Sodini e Canella, 1977; Rahma e Narasinga Rao, 1981).

Na prática, optou-se por utilizar uma relação farinha:água de 1:15 (p/v), devido a que facilitavam-se as condições de trabalho, diminuindo-se as perdas durante as transferências do material de um recipiente para outro sem, contudo, afetar o rendimento na extração.

2.3. Efeito da temperatura:

A curva de solubilidade das proteínas de girassol em função da temperatura está apresentada na Figura 8. Os dados obtidos mostraram um máximo de solubilidade do nitrogênio a 30°C, observando-se uma tendência à diminuição da solubilidade com o aumento da temperatura. Resultados semelhantes foram obtidos por Gheyasuddin e cols., 1970b, os quais sugeriram que a perda de solubilidade a temperaturas acima de 70°C podia ser devido à coagulação das proteínas.

2.4. Efeito do tempo de agitação:

Estudou-se também o efeito do tempo de agitação na extração das proteínas de girassol. Os resultados obtidos, apresentados na Figura 8, indicam que, a partir de 10 min de agitação, aproximadamente 90% do nitrogênio foram solubilizados, atingindo-se uma solubilidade máxima de 94% após 30 min de agitação. Resultados semelhantes foram publicados por Gheyasuddin e cols., 1970b; Canella e cols., 1977a; Rahma e Narasinga Rao, 1981. Observou-se um decréscimo do nitrogênio solúvel após 70 min de agitação devido, provavelmente, a uma desnaturação parcial das proteínas quando submetidas a um período longo de agitação.

A partir dos resultados citados anteriormente, selecionaram-se as seguintes condições de extração, a serem utilizadas neste estudo, para o preparo dos isolados proteicos de girassol:

pH: 10,0

relação farinha:água: 1:15 (p/v)

temperatura: 30°C

tempo de agitação: 30 min

Cabe mencionar que a velocidade de agitação durante a extração das proteínas foi a mínima necessária para manter o material em suspensão, evitando-se, dessa forma, uma possível desnaturação das proteínas devido a uma agitação excessiva.

A semelhança existente entre os resultados obtidos neste estudo e os dados publicados por outros autores (Smith e Johnsen, 1948; Cheyasuddin e cols., 1970a,b; Kilara e Humbert, 1972; Canella e cols., 1977a; Sodini e Canella, 1977; Rahma e Narasinga Rao, 1981), sugere que as condições ótimas para a extração das proteínas de girassol independem da variedade utilizada.

3. EFEITO DE ALGUNS REAGENTES QUÍMICOS NA OBTENÇÃO DE ISOLADOS PROTEICOS DE GIRASSOL

Durante o processamento de alimentos, um dos métodos mais comumente utilizados no controle do escurecimento enzimático envolve a adição de agentes redutores, tais como o dióxido de enxofre (SO_2) e o ácido ascórbico (Walker, 1977). O SO_2 também é utilizado na inibição do escurecimento não enzimático (Mathew e Parpia, 1971). Outros compostos como o metaborato e o tetraborato de sódio também apresentam um grande efeito inibidor, formando um complexo com o substrato e prevenindo sua posterior oxidação (Bedrosian e cols., 1959, 1960).

Com base no exposto anteriormente, neste trabalho foram selecionados o tetraborato, o metabissulfito e o ascorbato de sódio, numa tentativa de controlar a reação de oxidação do ácido clorogênico durante o processo de obtenção do isolado proteico de girassol. A etapa de extração das proteínas foi realizada na presença de várias concentrações de cada um dos reagentes mencionados, tendo sido avaliado o efeito da concentração do reagente na inibição da formação de cor e no rendimento na extração das proteínas.

3.1. Efeito da concentração do reagente na inibição da formação de cor:

A Curva A da Figura 9 mostra os resultados obtidos durante a extração das proteínas na presença de tetraborato de sódio. Os dados indicam que as soluções proteicas apresentaram um mínimo de absorbância quando foram utilizadas concentrações do reagente acima de 0,1 M. Na Figura 10 estão apresentadas as soluções proteicas obtidas a partir dos diferentes tratamentos; observou-se que os extratos proteicos obtidos utilizando-se concentrações de tetraborato de sódio 0,1 M e 0,2 M, apresentaram uma cor amarelada, enquanto que, em concentrações mais baixas do reagente, as soluções desenvolveram uma cor verde, cuja intensidade aumentou na medida em que foi diminuída a concentração de tetraborato.

Os resultados obtidos no tratamento com ascorbato de sódio estão mostrados na Figura 9, Curva B, os quais indicam que houve inibição da reação do ácido clorogênico nas concentrações de ascorbato acima de 0,01 M. Na Figura 11 são mostradas as soluções obtidas a partir dos tratamentos com diferentes concentrações de reagente.

As amostras tratadas com metabissulfito de sódio, de forma semelhante às aquelas tratadas com ascorbato, apresentaram menor leitura da

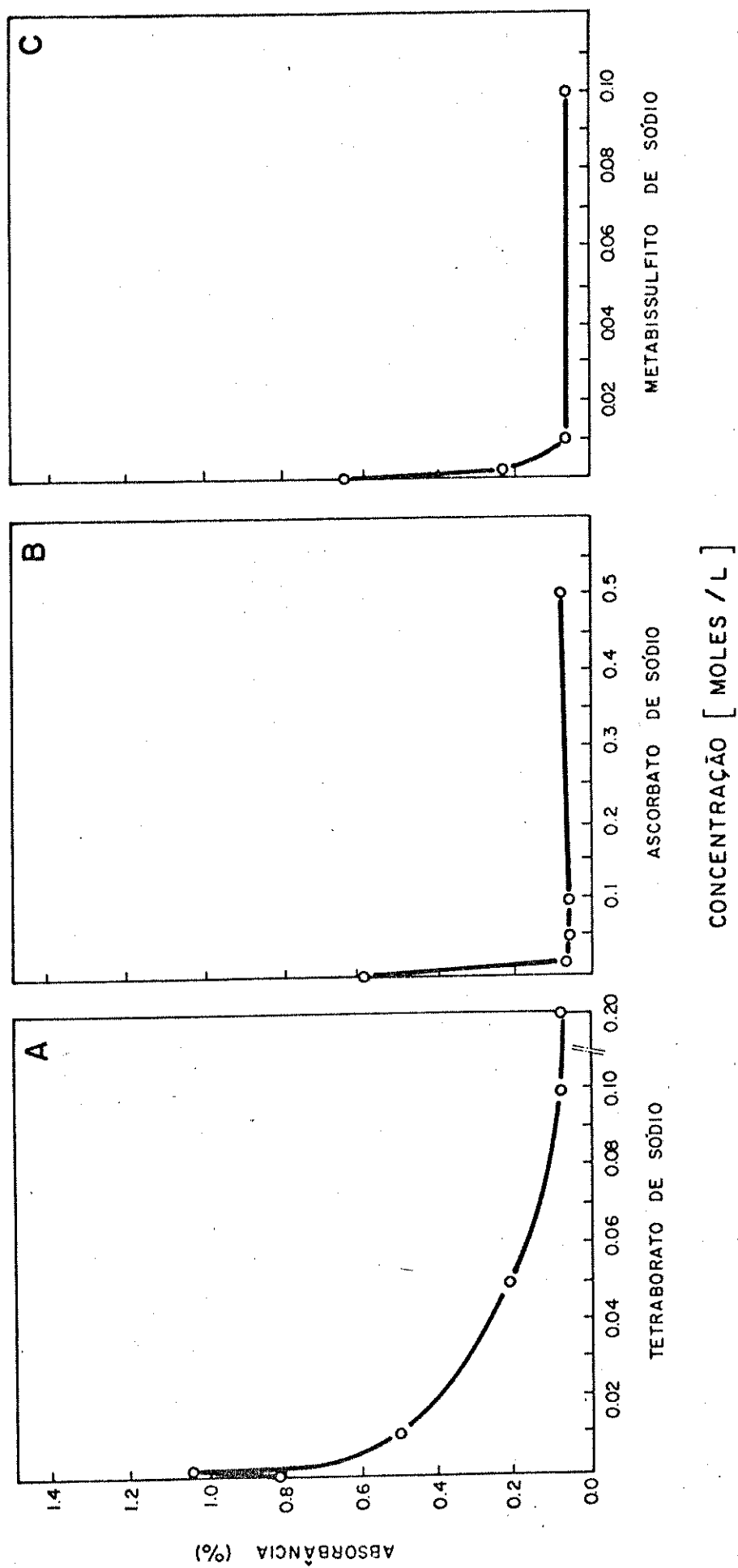


Figura 9: Efeito da concentração do reagente no desenvolvimento de cor durante a extração das proteínas de girassol. A: tetraborato de sódio; B: ascorbato de sódio; C: metabisulfito de sódio. (A absorvância foi medida a 685nm).

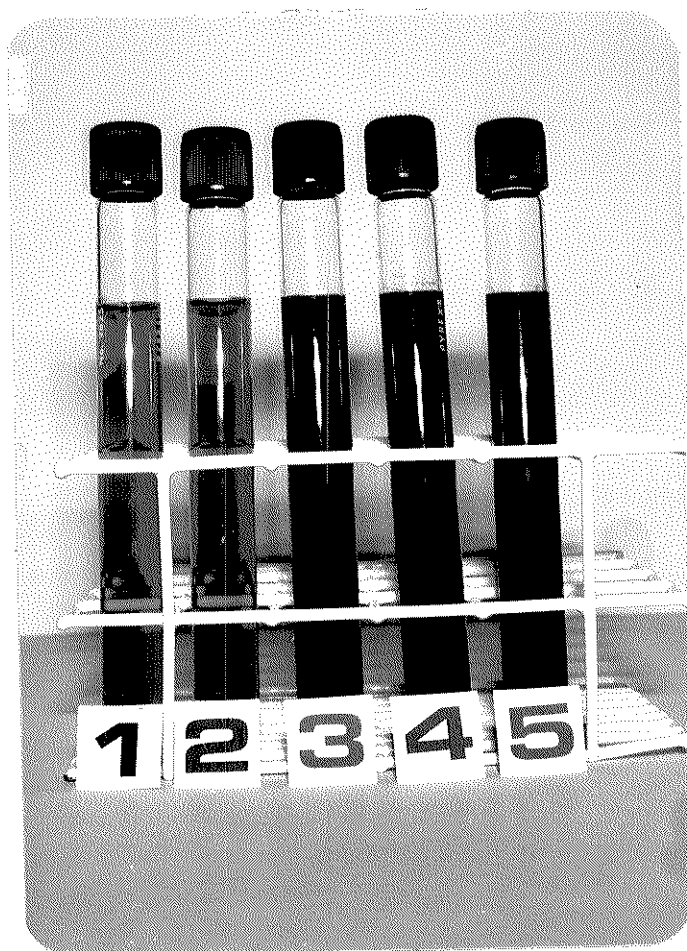


Figura 10: Soluções proteicas obtidas a partir do tratamento com tetraborato de sódio a diferentes concentrações: (1) 0,2M; (2) 0,1M; (3) 0,01M; (4) 0,001M; e (5) água.



Figura 11: Soluções proteicas obtidas a partir do tratamento com ascorbato de sódio a diferentes concentrações: (1) 0,5M; (2) 0,1M; (3) 0,05M; (4) 0,01M; e (5) água.

absorbância quando foram utilizadas concentrações do reagente acima de 0,01M (Figura 9, Curva C). Na Figura 12 estão apresentadas as soluções tratadas com as diferentes concentrações de metabissulfito de sódio; sendo que a amostra tratada com metabissulfito de sódio 0,001 M apresentou uma cor ligeiramente esverdeada, indicando que essa concentração do reagente foi insuficiente para inibir completamente a formação de cor durante a extração das proteínas.

Com base nos resultados anteriormente apresentados, podemos concluir que o tetraborato, o metabissulfito e o ascorbato de sódio tiveram um efeito inibidor nas reações de oxidação e/ou polimerização do ácido clorogênico e de outros compostos fenólicos, durante a extração das proteínas de girassol em meio alcalino. Os mecanismos prováveis de ação desses reagentes estão esquematizados na Figura 13.

O tetraborato de sódio atua sobre os compostos que contêm grupos hidroxila vecinais, dando lugar à formação de complexos (Bedrosian e cols., 1959, 1960); assim, o tetraborato reagiria com os grupos -OH dos o-difenóis, impedindo a formação das o-quinonas. O ascorbato de sódio é oxidado a ácido desidro-ascórbico, reduzindo a o-quinona à sua forma original de o-difenol. O metabissulfito de sódio pode agir como agente redutor, de forma semelhante ao ascorbato de sódio, oxidando-se a íon sulfato (SO_4^{-2}), ou combinando-se com as o-quinonas e produzindo derivados sulfonados, evitando-se a formação de compostos coloridos (Haïasman, 1974).

Pelos resultados obtidos com os diferentes reagentes, verificou-se que o metabissulfito e o ascorbato de sódio apresentam um maior efeito inibidor em relação ao tetraborato de sódio, sendo que as soluções proteicas apresentaram um mínimo de absorbância quando foram utilizadas concentrações de ascorbato ou metabissulfito 0,01 M enquanto que, no tratamento com tetraborato, o mesmo valor de absorbância somente foi conseguido utilizando-se uma concentração dez vezes maior de reagente.

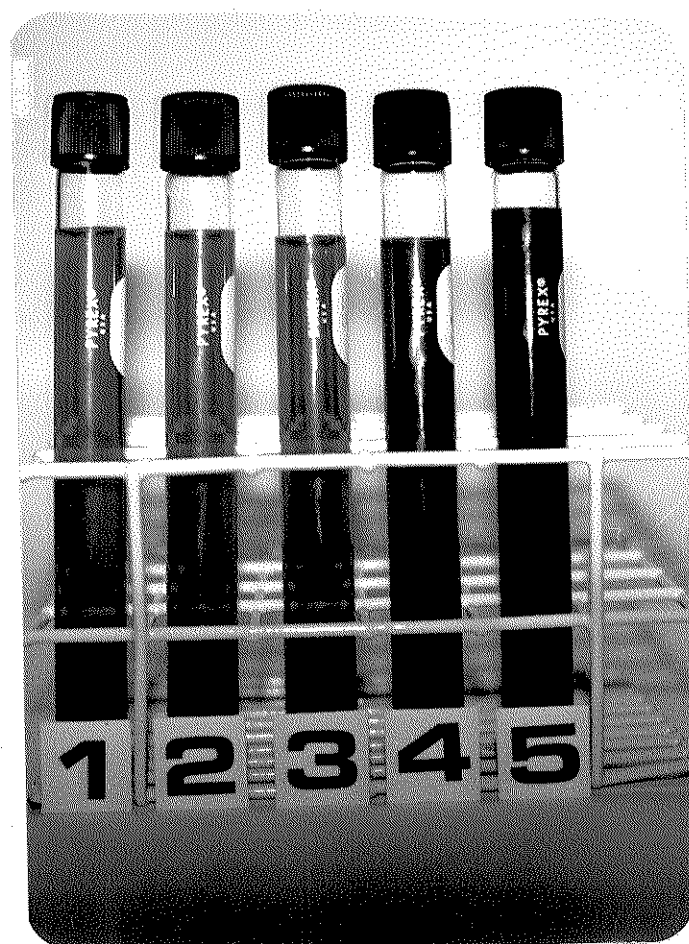


Figura 12: Soluções proteicas obtidas a partir do tratamento com metabissulfito de sódio a diferentes concentrações: (1) 0,1M ; (2) 0,05M; (3) 0,01M; (4) 0,001M; e (5) água.

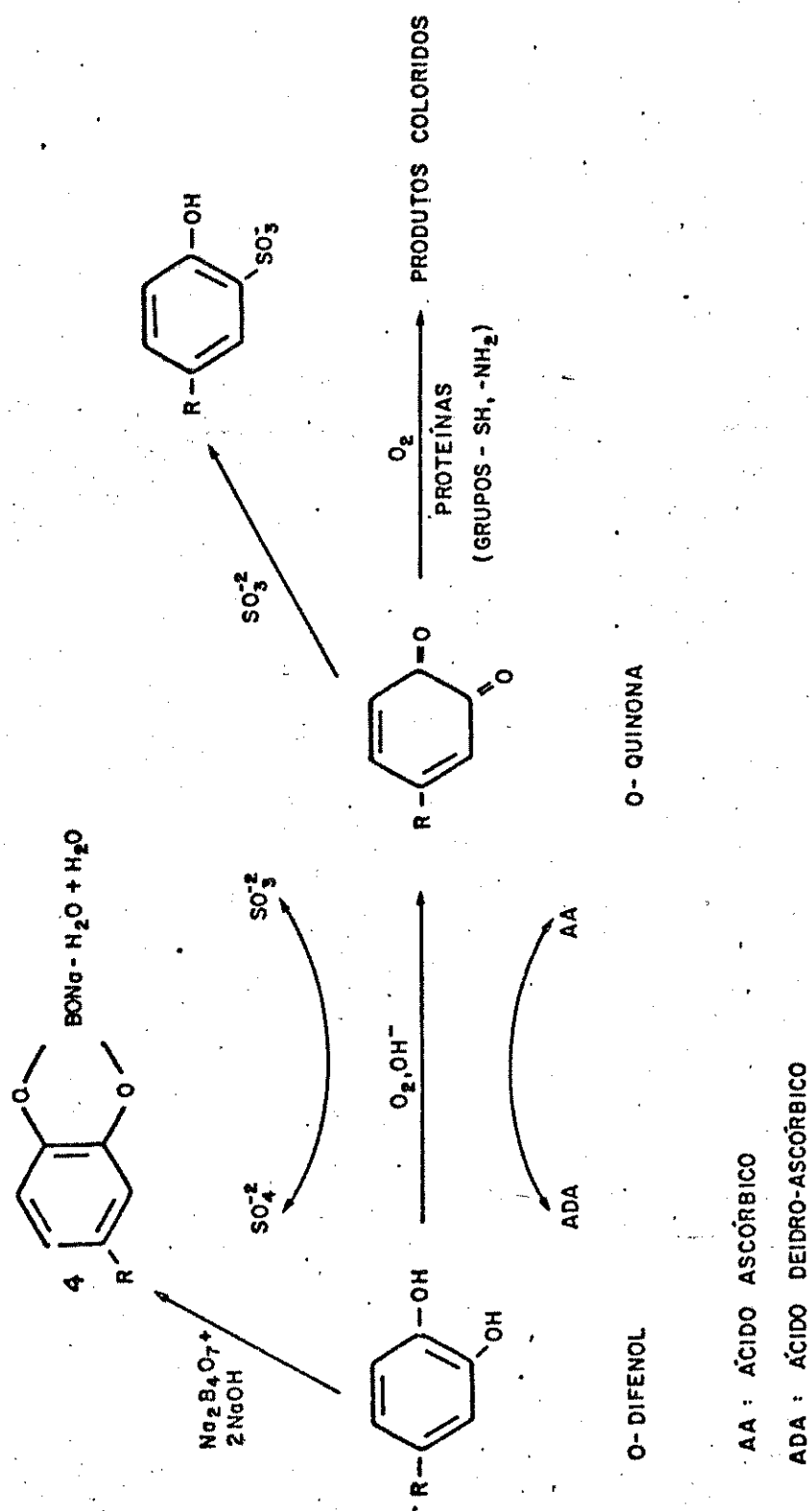


Figura 13: Reação de oxidação das quinonas e sua inibição pelo uso de tetraborato de sódio ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$), ácido ascórbico (AA) e metabisulfito de sódio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5 \rightarrow \text{SO}_3^{2-}$).

3.2. Efeito da concentração do reagente na extração das proteínas:

O efeito da concentração do tetraborato, metabissulfito e ascorbato de sódio na extração das proteínas de girassol foi avaliado através da determinação do nitrogênio solúvel em amostras obtidas a partir dos diferentes tratamentos. Os dados do índice de nitrogênio solúvel (NSI) em função da concentração do reagente estão apresentados na Figura 14. Pode-se observar que, em geral, o uso de tetraborato, ascorbato e metabissulfito provocou uma diminuição da solubilidade das proteínas, na faixa de concentração de reagente utilizada, diminuição esta proporcional ao aumento da concentração do reagente. Somente quando se variou a concentração de ascorbato de 0,1 para 0,5 M, foi observado um aumento do NSI de 72,0% para 77,5%.

A diminuição do NSI nos diferentes tratamentos pode ter sido devido a possíveis interações do tetraborato, ascorbato e metabissulfito de sódio com as proteínas, tornando-as menos solúveis. Por outro lado, o tetraborato de sódio exerce um efeito tamponante em pH 9,5; por esse motivo foi necessário, durante a extração das proteínas, uma quantidade adicional de NaOH para elevar o pH até 10,0. O aumento da concentração de sais na solução pode ter provocado uma diminuição da solubilidade das proteínas pelo fenômeno de "salting out"; isso, somado aos fatores mencionados anteriormente, podem ter provocado os rendimentos mais baixos na extração das amostras tratadas com tetraborato.

Após a extração do nitrogênio solúvel na presença de diferentes concentrações de reagente, os isolados proteicos foram preparados pela precipitação isoelétrica das proteínas em pH 4,5. Na Tabela 10 estão apresentados os dados obtidos na avaliação da cor da farinha desengordurada e dos isolados proteicos obtidos, segundo a escala de Munsell. As amostras que apresentaram melhores características de cor foram os isolados obtidos a partir dos tratamentos com tetraborato de sódio 0,1 M e 0,2 M, com ascorbato de sódio 0,01 e 0,05 M e com meta-

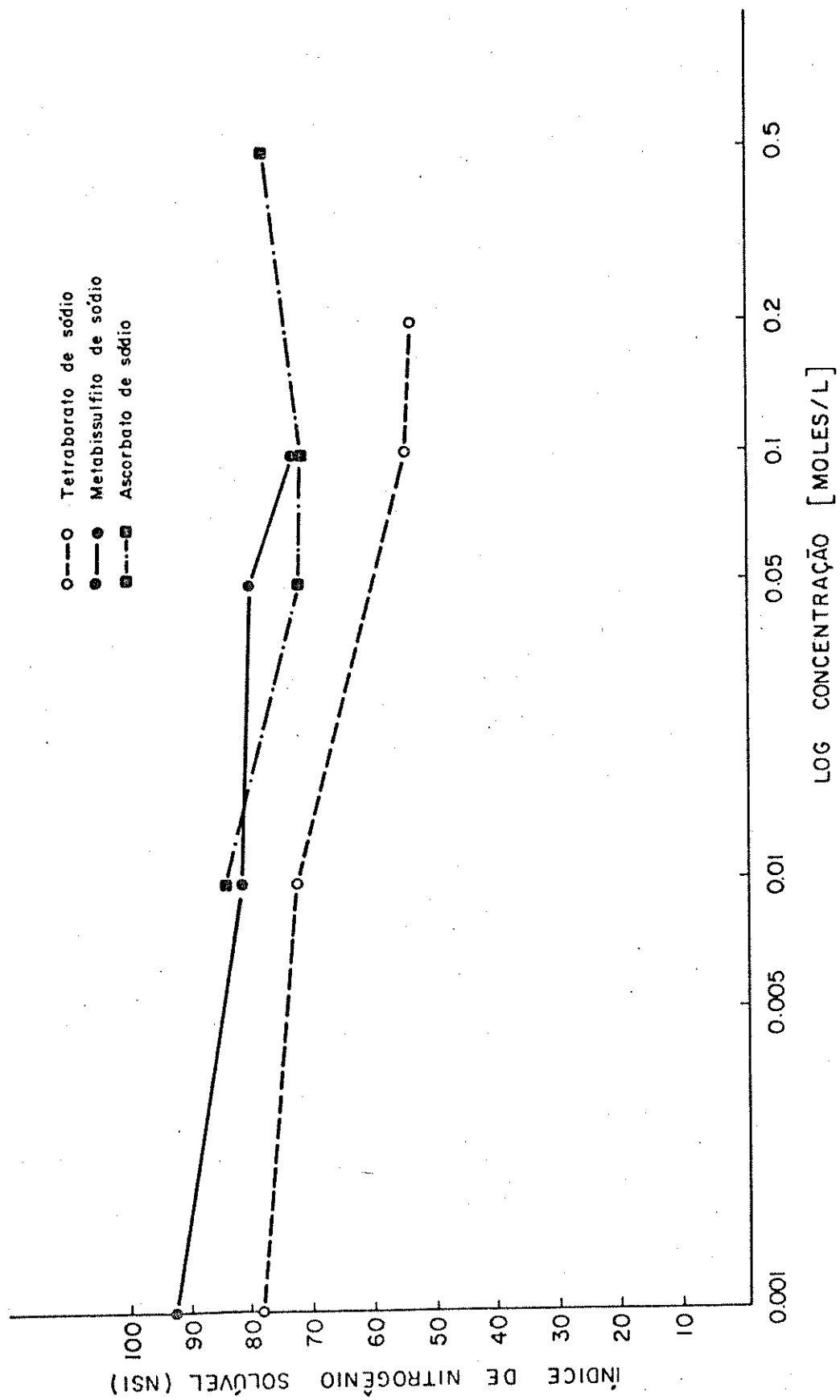


Figura 14: Efeito da concentração de tetraborato, ascorbato e metabissulfito de sódio na solubilidade do nitrogênio da farinha desengordurada de girassol.

Tabela 10 - Determinação da cor da farinha desengordurada e dos isolados proteicos de girassol obtidos a partir de diferentes tratamentos, segundo a escala de Munsell.

Amostra:	Cor	Clareza	Intensidade
Farinha desengordurada	5,0 y	8,5	1,0
Isolado proteico sem tratamento	7,5 gy	5,0	2,0
Isolado tratado com tetraborato:			
0,01 M	2,5 y	4,0	2,0
0,05 M	5,0 y	6,0	1,0
0,10 M	2,5 y	7,0	2,0
0,20 M	5,0 y	7,0	2,0
Isolado tratado com ascorbato:			
0,01 M	5,0 y	8,0	2,0
0,05 M	2,5 y	8,0	2,0
0,10 M	10,0 yr	8,0	2,0
0,50 M	5,0 yr	7,0	4,0
Isolado tratado com metabisulfito			
0,001 M	7,5 gy	6,0	2,0
0,01 M	5,0 y	7,0	2,0
0,05 M	2,5 y	7,0	2,0
0,1 M	5,0 y	8,0	2,0

y : amarelo
gy: verde-amarelo
yr: amarelo-vermelho

bissulfito de sódio 0,01, 0,05 e 0,1 M.

Com base nos resultados obtidos, foram selecionados, para o preparo e caracterização dos isolados proteicos de girassol, os tratamentos com ascorbato de sódio 0,01 M e metabissulfito de sódio 0,01 M, por terem sido esses tratamentos os que apresentaram a melhor eficiência da formação de cor, em combinação com um alto rendimento na extração das proteínas.

4. ISOLADOS PROTEICOS DE GIRASSOL:

4.1. Composição química:

Os dados sobre a composição química da farinha desengordurada e de isolados proteicos de girassol e de soja estão apresentados na Tabela 11. Pelos dados obtidos verificou-se que a farinha desengordurada de girassol apresentou um teor de proteína, de cinzas e de fibra de 55,19%, 9,40%, e 4,82%, respectivamente, sendo esses dados semelhantes aos valores reportados por Lin e cols., 1974, Canella e cols., 1977a, Sosulski, 1979 a, Taha e cols., 1981, Lawhon e cols., 1982.

Verificou-se, também, que houve poucas variações na composição química dos isolados proteicos de girassol obtidos a partir dos diferentes tratamentos, tendo todos eles apresentado um elevado teor de proteínas, entre 96,15 e 97,14%, em comparação com o isolado proteico de soja, cujo conteúdo proteico foi de 90%.

O isolado tratado com metabissulfito de sódio 0,01 M apresentou um menor teor de fibra bruta em relação aos outros isolados proteicos de girassol. Por outro lado, o isolado protéico de soja mostrou um nível mais alto de cinzas em comparação com os isolados proteicos de girassol, provavelmente devido ao fato desse isolado ter sido submetido à etapa de neutralização, até pH 7,0, durante o seu preparo.

Tabela 11 - Composição química da farinha desengordurada e de isolados proteicos de girassol obtidos a partir de diferentes tratamentos, e do isolado proteico de soja comercial (os isolados de girassol não foram submetidos à etapa de neutralização).

Amostra:	Umidade (%)	Cinzas (%)	(a,b) Proteína (%)	(a) Óleo (%)	Fibra Crua (%)	Ácido lóro- gênico (a) (%)
Farinha desengordurada	10,43	9,40	55,19	< 1,0	4,82	4,88
Isolado proteico sem tratamento	7,48	1,50	96,60	< 0,5	0,65	0,91
Isolado tratado com Ascorbato 0,01M	7,93	1,94	97,14	N.D. ^(c)	0,64	0,74
Isolado tratado com Metabissulfito 0,01M	7,05	2,02	96,15	N.D.	0,16	0,30
Isolado proteico de soja Proteimax-90 HG ^(d)	6,0	6,0	90,0	0,8	0,8	-

(a) Na base seca

(b) Proteína = %Nx6,25

(c) N.D. = não detetável

(d) Dados fornecidos pela SANBRA - Sociedade Algodoeira do Nordeste Brasileiro, S.A. -

Em geral, todos os isolados proteicos apresentaram um decréscimo no teor de ácido clorogênico em relação à farinha desengordurada, sendo que o isolado preparado na presença de metabissulfito foi o que apresentou o menor teor (0,30%).

A composição em aminoácidos da farinha desengordurada, dos isolados proteicos de girassol e do isolado proteico de soja comercial, está apresentada na Tabela 12.

Em geral, os isolados proteicos de girassol apresentaram composição em aminoácidos semelhante à da farinha desengordurada, mostrando, entretanto, um aumento no teor de fenilalanina e uma diminuição no teor de meia cistina. É interessante salientar que Sarwar e cols., 1973, reportaram perda de lisina durante o processo de extração das proteínas de girassol, acentuando-se, por tanto, a deficiência desse aminoácido nos isolados proteicos. No presente trabalho, essa perda de lisina não foi observada.

A composição em aminoácidos das proteínas também não foram afetadas pela presença de ascorbato ou metabissulfito de sódio durante a extração das mesmas em meio alcalino.

Verificou-se, ainda, que a farinha e isolados proteicos de girassol apresentaram menor teor de lisina e maior teor de aminoácidos sulfurados em comparação com o isolado protéico de soja. Dados semelhantes foram publicados por Sosulski, 1979a.

4.2. Propriedades funcionais:

4.2.1. Solubilidade:

A Figura 15 mostra as curvas de solubilidade do nitrogênio da farinha desengordurada e dos isolados proteicos de girassol, em função do pH. A farinha apresentou uma solubilidade mínima do nitrogênio em uma ampla faixa de (3,0 a 6,5), aumentando apreciavelmente a sua solubilidade a pH acima de 8. Dados semelhantes foram publicados por Gheyasuddin e cols., 1970 a,b, Kilara e Humbert, 1972; Canella e Cols., 1977.

Tabela 12 - Composição em aminoácidos da farinha desengordurada e de isolados proteicos de girassol obtidos a partir de diferentes tratamentos e do isolado proteico de soja comercial.

Amostra:	FDG	IPG	IPGA	IPGM	IPS
	g Aminoácido/100g				Proteína
Ácido Aspártico	9,2	10,0	10,5	9,8	11,3
Treonina	3,7	4,0	3,8	4,1	3,8
Serina	3,8	4,0	4,3	3,8	4,1
Ácido glutâmico	22,3	20,9	20,5	21,8	21,0
Prolina	4,3	4,6	4,7	4,3	5,4
Glicina	5,8	4,6	5,2	4,4	3,8
Alanina	4,5	4,3	4,3	4,5	3,6
Meia cistina	3,6	2,3	2,1	2,0	1,5
Valina	5,0	5,3	5,1	5,3	4,3
Metionina	2,1	1,9	1,8	2,0	0,9
Isoleucina	4,2	4,4	3,9	4,1	5,0
Leucina	8,0	9,0	8,6	8,8	9,9
Tirosina	2,9	3,3	3,0	3,3	3,0
Fenilalanina	4,3	5,1	5,4	5,4	5,2
Histidina	2,1	2,4	2,7	2,1	1,9
Lisina	3,6	3,2	3,4	3,4	5,8
Amônia	2,4	2,4	1,9	2,4	2,7
Arginina	8,2	8,3	8,4	8,4	7,0

FDG = Farinha desengordurada de girassol

IPG = Isolado proteico sem tratamento

IPGA = Isolado tratado com ascorbato 0,01M

IPGM = Isolado tratado com metabissulfito 0,01M

IPS = Isolado proteico de soja comercial (Proteimax-90 HG)

(a) = Os cálculos do conteúdo de aminoácidos foram realizados utilizando-se o método de normalização interna.

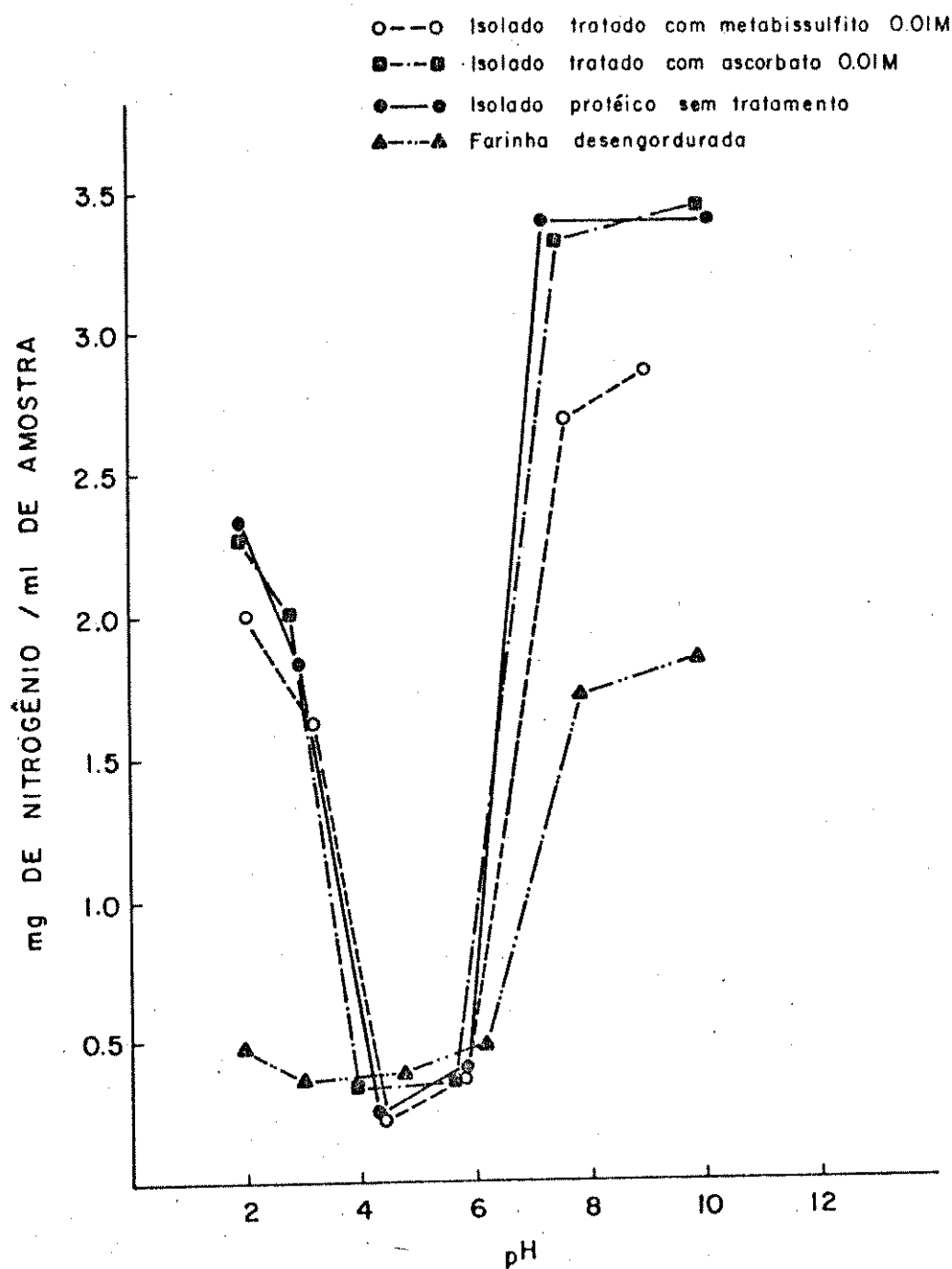


Figura 15: Solubilidade do nitrogênio, em função do pH, da farinha desengordurada e de isolados proteicos de girassol obtidos a partir de diferentes tratamentos.

Os isolados proteicos de girassol apresentaram maior solubilidade do que a farinha desengordurada, tendo todos eles apresentado um mínimo de solubilidade na faixa de pH de 4 a 6; estes resultados estão em desacordo com os publicados por Kilara e Humbert, 1972, para os quais o isolado proteico teve uma solubilidade mínima em pH 4,0 e solubilidade máxima a partir de pH 5,0.

Pelas curvas de solubilidade em função do pH verificou-se que os isolados proteicos tratados com ascorbato ou com metabissulfito de sódio 0,01 M tiveram um comportamento semelhante àquele apresentado pelo isolado proteico sem tratamento, sendo que o isolado tratado com metabissulfito de sódio 0,01 M apresentou menor valor de NSI em pH acima de 6,5, quando comparado com os outros dois isolados. De acordo com Circle e Smith, 1972, o índice de nitrogênio solúvel pode ser utilizado como uma medida da extensão da desnaturação das proteínas, provocada por diversos tratamentos. Uma vez que houve uma diminuição da solubilidade do isolado proteico tratado com metabissulfito de sódio, é de se supor que o reagente possa ter causado uma desnaturação parcial das proteínas.

Sais, especialmente cloreto de sódio, são constituintes comuns na fase aquosa da maioria dos sistemas alimentícios. É por esse motivo que, neste estudo, foram determinadas as curvas de solubilidade em função do pH, do isolado proteico de girassol tratado com ascorbato de sódio 0,01 M, em soluções de cloreto de sódio 0,1 M, 0,01 M e 0,001M. Os resultados obtidos, mostrados na Figura 16, indicam que, a pH abaixo de 4,5, as proteínas tiveram maior solubilidade quando na presença de cloreto de sódio 0,001 M. No entanto, em pH acima de 6,5, a solubilidade foi maior na ausência do que na presença de quaisquer uma das soluções de cloreto de sódio. Sosulski e Fleming, 1977, representaram que a solubilidade das proteínas de girassol aumenta tanto em baixas como em altas concentrações de cloreto de sódio e de cloreto de cálcio.

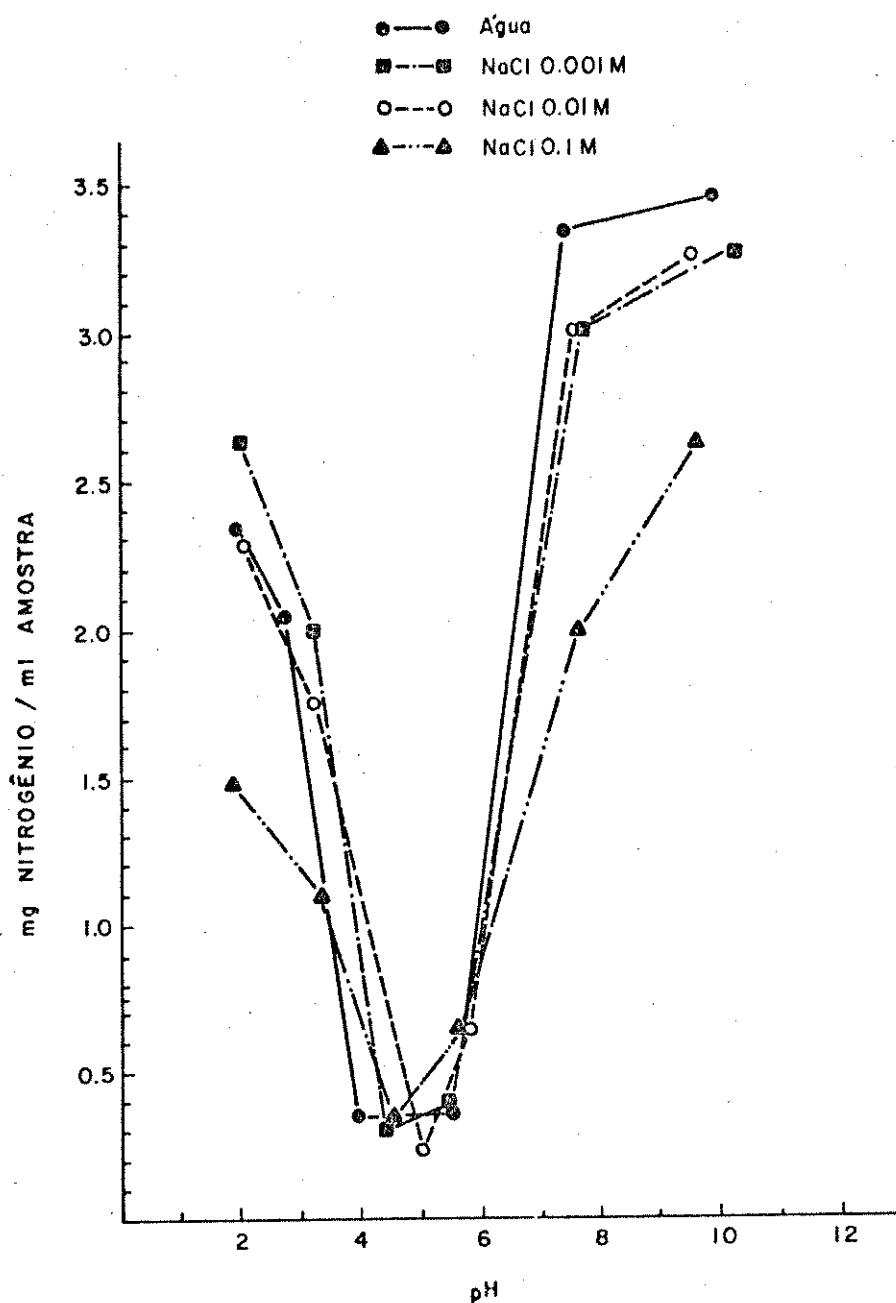


Figura 16: Solubilidade do nitrogênio, em função do pH, do isolado proteico de girassol tratado com ascorbato de sódio 0,01 M, em soluções de NaCl 0,1 M, 0,01M e 0,001M.

4.2.2. Absorção de água:

Na Tabela 13 estão apresentados os resultados obtidos referentes à capacidade de absorção de água da farinha desengordurada e dos isolados proteicos sem tratamento e tratados com ascorbato ou com metabissulfito de sódio 0,01 M. Todos os isolados apresentaram valores de absorção de água maiores do que aqueles referidos na literatura (Lin e cols., 1974; Huffman e cols., 1975; Canella e cols., 1977a).

Verificou-se que, em relação ao isolado proteico sem tratamento, os isolados tratados com ascorbato ou com metabissulfito de sódio 0,01 M apresentaram um aumento de 56 e 24%, respectivamente, na capacidade de absorção de água.

O isolado proteico de soja apresentou uma capacidade de absorção de água de 702,1%, bem superior àquela apresentada pelos isolados proteicos de girassol, o que pode ser devido, de acordo com Lin e cols., 1974, ao fato das proteínas de soja serem mais hidrofílicas do que as proteínas de girassol.

4.2.3. Absorção de gordura:

Em geral, os isolados proteicos de girassol apresentaram menor absorção de gordura quando comparados à farinha desengordurada (Tabela 13), sendo que, em relação ao isolado proteico sem tratamento, os isolados tratados com ascorbato ou com metabissulfito aumentaram a capacidade de absorção de gordura em 18,5 e 28,1%, respectivamente.

Os mecanismos de absorção de gordura não são bem conhecidos. Segundo Lin e cols., 1974, as proteínas de girassol contêm numerosas cadeias laterais não polares, que possuem uma grande afinidade pelas cadeias de hidrocarbonetos das gorduras, contribuindo para uma maior absorção das mesmas. No entanto, os resultados obtidos mostraram que a farinha desengordurada de girassol apresentou uma capacidade maior

Tabela 13- Propriedades funcionais da farinha desengordurada e de isolados proteicos de girassol obtidos a partir de diferentes tratamentos, e de isolado proteico de soja comercial.

Amostra:	Absorção _(a) de água (%)	Absorção _(a) de gordura (%)	Atividade emulsificante (%)	Estabilidade da emulsão (%)	Densidade aparente (g/cm ³)
Farinha desengordurada	263,8	352,1	58,9	93,9	0,19
Isolado proteico sem tratamento	179,4	129,1	72,5	87,4	0,70
Isolado tratado com ascorbato 0,01M	280,6	153,0	73,8	88,1	0,67
Isolado tratado com metabissulfito 0,01M	222,5	165,4	66,0	90,1	0,67
Isolado proteico de soja (Proteimax-90 HG)	702,1	255,3	100,0	100,0	0,19

(a) Na base de 14% de umidade.

de absorção de gordura do que os isolados proteicos; isto pode ser devido à presença de outros constituintes da farinha, além das proteínas, que poderiam influir na capacidade de absorção de gordura.

Segundo vários autores (Lin e cols., 1974; Huffman e cols., 1975; Canella e cols., 1977a), os produtos proteicos de girassol absorvem maior quantidade de gordura do que os produtos proteicos de soja devido às proteínas de girassol possuírem uma estrutura mais lipofílica do que as proteínas de soja. Porém, de acordo com os resultados obtidos, o isolado de soja apresentou maior capacidade de absorção de gordura do que os isolados proteicos de girassol. Esta pode ser uma característica própria do isolado proteico de soja (Proteimax 90 HG) u tilizado neste estudo.

4.2.4. Capacidade emulsificante e estabilidade da emulsão:

Os dados referentes às propriedades emulsificantes dos produtos proteicos de girassol e de soja estão reunidos na Tabela 13. A atividade emulsificante da farinha foi menor do que a dos isolados proteicos, sendo que os três isolados de girassol apresentaram atividade emulsificante semelhante. O isolado proteico de soja apresentou uma capacidade maior de emulsificação em relação aos produtos proteicos de girassol. Todas as amostras formaram emulsões que mostraram uma elevada estabilidade após aquecimento durante 30 min a 80°C. Em geral, os dados obtidos neste trabalho foram semelhantes aos publicados por Canella e cols., 1977a, Sosulski e Fleming, 1977; Canella e cols., 1979; Rahma e Narasinga Rao, 1981, Kabirullah e cols., 1982.

É importante ser mencionado que as emulsões formadas pela farinha e o isolado proteico de girassol sem tratamento apresentaram cor cinza e verde, respectivamente, enquanto que as emulsões obtidas a partir dos isolados tratados com ascorbato ou com metabissulfito de sódio apresentaram uma cor branca, característica esta desejável em um

produto a ser utilizado como agente emulsificante na indústria de alimentos.

4.2.5. Densidade aparente:

Verificou-se, a partir dos dados mostrados na Tabela 13, que a farinha desengordurada de girassol e o isolado proteico de soja apresentaram a mesma densidade aparente, de $0,19 \text{ g/cm}^3$, bem menor em relação à densidade dos isolados proteicos de girassol ($0,67$ a $0,70 \text{ g/cm}^3$).

De acordo com os resultados obtidos, não houve variações aparentes na densidade dos isolados preparados a partir dos diferentes tratamentos.

4.2.6. Capacidade espumante e estabilidade das espumas:

Na Tabela 14 estão apresentados os dados sobre a capacidade espumante e a estabilidade das espumas formadas a partir da farinha e dos isolados proteicos de girassol e de soja.

Dos dados obtidos, é importante destacar a maior capacidade de formação de espuma dos isolados proteicos de girassol em relação ao isolado de soja. Essa propriedade das proteínas de girassol faz com que elas se tornem especialmente apropriadas para o uso em produtos onde a formação de espuma é desejável, tais como: merengues, coberturas, cremes tipo chantilly e outros.

Verificou-se também que os isolados proteicos de girassol produziram maiores volumes de espuma do que a farinha desengordurada, dados estes semelhantes àqueles publicados por Canella e cols., 1977a. Esses autores também verificaram que a porcentagem de espuma formada aumenta de acordo com o teor de proteína.

A estabilidade da espuma é um parâmetro muito importante para se determinar o grau de eficiência de um agente aerante. Em geral, a

Tabela 14 - Capacidade de formação de espuma e estabilidade das espumas da farinha desengordurada e de isolados proteicos de girasol obtidos a partir de diferentes tratamentos, e de isolado proteico de soja comercial e clara de ovo.

Amostra:	% Aumento de volume	% Líquido liberado da espuma		
		30 min.	60 min.	120 min.
Farinha desengordurada	327,5	65,0	71,7	73,3
Isolado proteico sem tratamento	550,0	79,2	82,5	86,7
Isolado tratado com ascorbato 0,01M	402,5	70,0	78,3	81,7
Isolado tratado com metabissulfito 0,01M	487,5	60,8	67,5	73,3
Isolado proteico de soja (proteimax-90HG)	45,0	55,0	58,3	65,0
Clara de ovo	741,7	40,0	56,7	66,7

estabilidade da espuma produzida pela clara de ovo foi superior à produzida pelos isolados proteicos de girassol. No entanto, as diferenças diminuíram com o tempo, sendo que, após 120 min, a porcentagem de líquido liberado pela espuma da clara de ovo (66,7%) foi semelhante à liberada pelo isolado proteico de girassol tratado com metabissulfito (73,3%) (Tabela 14).

Huffman e cols., 1975, reportaram que em pH 9,0, espumas de cor verde foram preparadas a partir de farinha desengordurada de girassol. É importante salientar que, a partir dos resultados obtidos neste trabalho, verificou-se que a farinha e o isolado proteico sem tratamento produziram espumas de cor cinza e verde, respectivamente, enquanto que espumas brancas foram obtidas a partir dos isolados proteicos tratados com ascorbato ou com metabissulfito.

4.2.7. Cor:

Os dados referentes à avaliação da cor da farinha e isolados proteicos estão apresentados na Tabela 15. Observou-se que os isolados obtidos a partir dos tratamentos com ascorbato ou com metabissulfito apresentaram valores semelhantes de L (luminosidade), sendo esses valores maiores que aqueles apresentados pelo isolado proteico sem tratamento. A farinha desengordurada teve um valor máximo de L de 77,0.

Foram também calculados o ângulo Hue (θ), o índice de saturação (IS) e a diferença total de cor (ΔE) para cada uma das amostras, estando os dados reunidos na Tabela 15. É importante salientar que, em relação à farinha desengordurada, a diferença total de cor (ΔE) do isolado proteico sem tratamento foi de 33,6, o dobro em relação ao ΔE apresentado pelos isolados tratados com ascorbato ou com metabissulfito. Os isolados obtidos a partir do tratamento com ascorbato ou com metabissulfito apresentaram os mesmos valores de θ , IS, e ΔE , indicando que ambos reagentes tiveram um efeito semelhante na inibição da

Tabela 15 - Comparação da cor da farinha desengordurada e de isolados proteicos de girassol.

Amostra:	Valores Hunter			(a) θ	(b) IS	(c) ΔE
	L	a	b			
Farinha desengordurada de girassol	77,0	+0,3	7,3	87,7	7,31	0,0
Isolado proteico de girassol sem tratamento	43,9	-4,7	4,1	188,9	6,24	33,6
Isolado tratado com Na_2SO_3 0,01M	60,4	+2,3	12,4	79,5	12,61	17,5
Isolado tratado com $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ 0,01M	58,9	+1,4	11,2	82,9	11,29	18,6

$$(a) \theta = (\text{Angulo Hue}) = \tan^{-1} b/a$$

$$(b) IS = (\text{Índice de saturação}) = (a^2 + b^2)^{1/2}$$

$$(c) \Delta E = (\text{Diferença total de cor}) = (L_2 - L_1)^2 + (a_2 - a_1)^2 + (b_2 - b_1)^2)^{1/2} \cdot O \Delta E \text{ das amostras foi determinado utilizando-se como referência a farinha desengordurada de girassol.}$$

formação de cor durante a extração das proteínas de girassol.

5. AVALIAÇÃO SENSORIAL DE BISCOITOS ELABORADOS COM MISTURAS DE FARINHA DE TRIGO E ISOLADOS PROTEICOS DE GIRASSOL E DE SOJA.

Com o propósito de avaliar a possível utilização dos isolados proteicos de girassol em produtos de panificação, foram preparados biscoitos substituindo-se 10% da farinha de trigo com cada um dos isolados obtidos a partir dos diferentes tratamentos.

Os dados sobre a cor dos biscoitos, determinada no colorímetro Hunter, estão apresentados na Tabela 16. Os valores de L obtidos indicam que os biscoitos preparados com os isolados proteicos de girassol tratados com ascorbato ou com metabissulfito apresentaram menor luminosidade do que aqueles utilizados como referência (100% da farinha de trigo); no entanto, esses biscoitos tiveram maior luminosidade quando comparados com os biscoitos preparados com o isolado proteico de girassol sem tratamento.

Verificou-se a partir dos valores do ângulo Hue, que todos os biscoitos se encontram na região de cor do amarelo para o vermelho, exceto aqueles preparados com o isolado proteico de girassol sem tratamento, que ficaram localizados na região de cor do amarelo para o verde.

A diferença total de cor dos biscoitos contendo 10% de isolado proteico sem tratamento foi de 24,8, o dobro em relação aos valores apresentados pelos biscoitos preparados com os isolados tratados com ascorbato ou com metabissulfito de sódio. A partir dos dados obtidos, verificou-se que não houve diferenças nas características de cor dos biscoitos preparados com isolado tratado com ascorbato ou com metabissulfito.

Os biscoitos preparados com 10% de isolado proteico de soja foram os que apresentaram cor mais semelhante aos biscoitos usados co-

Tabela 16 - Comparação da cor dos biscoitos preparados a partir de misturas de farinha de trigo com isolados proteicos de girassol ou de soja.

Amostra:	Valores Hunter				$\phi^{(a)}$	IS ^(b)	$\Delta E^{(c)}$
	L	a	b				
Farinha de trigo	69,1	0,31	20,7		89,2	20,7	0,0
+10% isolado proteico sem tratamento	46,1	-1,5	11,7		97,3	11,8	24,8
+10% isolado tratado com ascorbato 0,01M	56,4	2,2	17,5		82,8	17,6	13,2
+10% isolado tratado com metabisulfito 0,01M	58,3	2,2	17,5		82,8	17,6	11,4
+10% isolado proteico de soja (Proteimax-90 HG)	67,9	3,6	22,8		81,0	23,1	4,1

(a) ϕ (Angulo Hue) = $\tan^{-1} b/a$

(b) IS(índice de saturação) = $(a^2 + b^2)^{1/2}$

(c) ΔE (Diferença total de cor) = $(L_2 - L_1)^2 + (a_2 - a_1)^2 + (b_2 - b_1)^2$. O ΔE para cada amostra foi determinado utilizando-se como referência os biscoitos preparados dos com farinha de trigo.

mo referência.

No teste piloto de consumidor, aplicado com a finalidade de avaliar a cor, sabor e aceitação global dos biscoitos, foram utilizadas as amostras preparadas com farinha de trigo contendo 10% de isolado proteico tratado com ascorbato de sódio, 0,01M uma vez que o ascorbato possui a vantagem, em relação ao metabissulfito, de não apresentar restrições de uso na indústria de alimentos. Os resultados obtidos no teste, estão apresentados na Tabela 17. A média geral para cada uma das características avaliadas foi, em todos os casos, maior que 5, na Escala Hedônica de sete pontos, verificando-se, portanto, que os biscoitos tiveram uma boa aceitabilidade.

A distribuição hedônica da equipe de provadores está mostrada na Figura 17. Observou-se que os biscoitos receberam maior contagem de pontos para as características de sabor e aceitação global do que para a cor. As porcentagens de aceitação dos biscoitos foram de 62,70, 91,53 e 89,92%, em relação à cor, sabor e aceitação global, respectivamente, sendo que somente uma pequena porcentagem do painel (18,64%) rejeitou a cor dos biscoitos (Tabela 17).

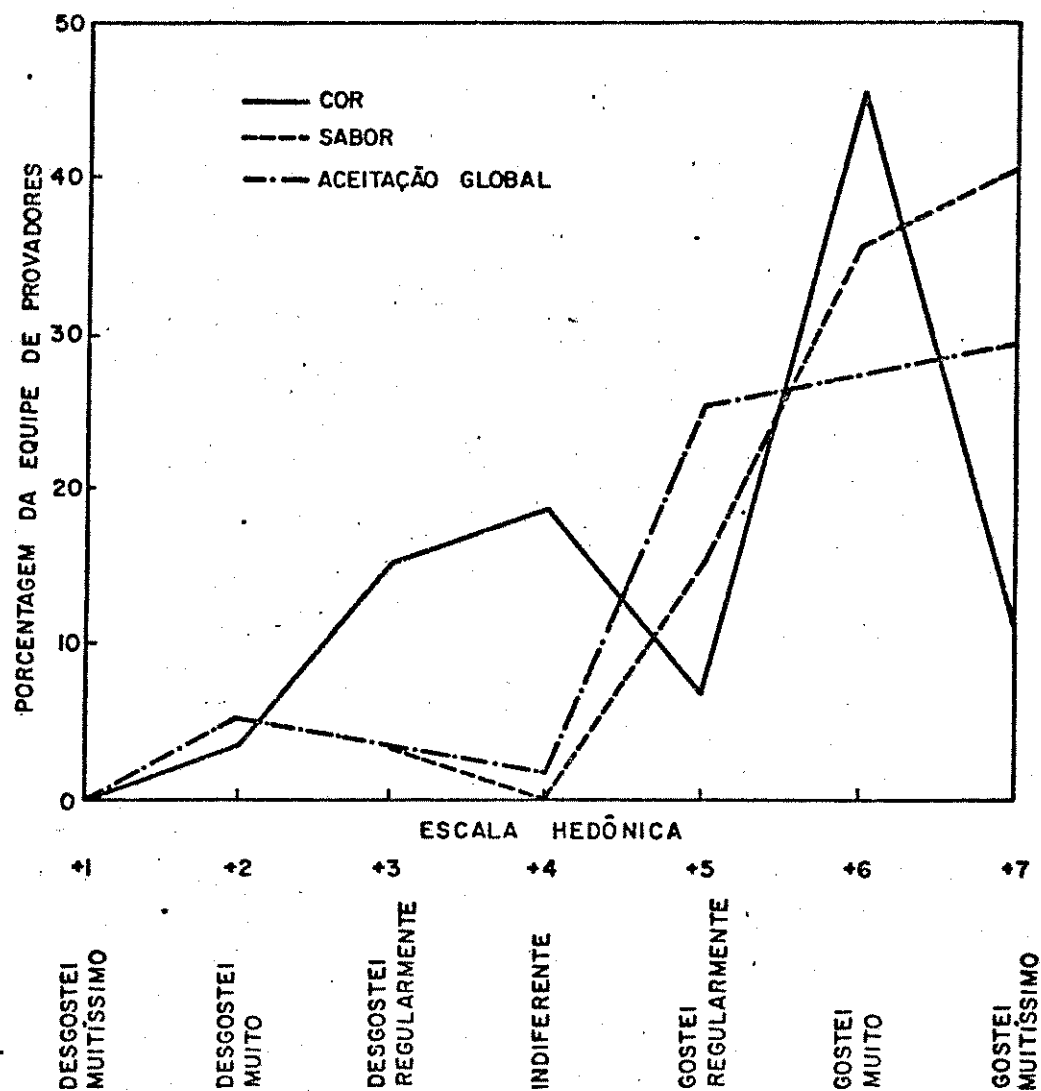
Com base nos resultados acima apresentados, podemos concluir que os isolados proteicos de girassol obtidos a partir dos tratamentos com ascorbato ou com metabissulfito de sódio 0,01M podem ser utilizados, em concentrações de até 10%, na elaboração de biscoitos, obtendo-se um produto com uma cor aceitável. Além disso, os biscoitos preparados com isolado tratado com ascorbato de sódio mostraram ter uma boa aceitabilidade nas características de sabor e aceitação global.

Tabela 17 - Avaliação sensorial de biscoitos preparados com uma mistura de farinha de trigo contendo 10% de isolado proteico de girassol preparado na presença de ascorbato de sódio 0,01M^(a)

Característica	Média (b)	%Gosto	%Desgosto
Cor	5,07	62,70	18,64
Sabor	5,95	91,53	8,47
Aceitação global	5,69	89,82	8,47

(a) A avaliação sensorial foi realizada mediante um teste piloto de consumidor no qual participaram 59 provadores de ambos sexos, na faixa de idade de 10 a 70 anos.

(b) Média geral de uma Escala Hedônica de 7 pontos (1=desgostei muitíssimo; 7=gostei muitíssimo).



DISTRIBUIÇÃO HEDÔNICA DA EQUIPE DE PROVADORES

Figura 17 - Distribuição hedônica da equipe de provadores que participou do teste piloto de consumidor para a avaliação dos biscoitos preparados com farinha de trigo contendo 10% de isolado proteico de girasol preparado na presença de ascorbato de sódio 0,01M.

CONCLUSÕES:

1. As características físicas e químicas das sementes de girassol do novo cultivar IAC-Anhandy, desenvolvido pelo Instituto Agronômico de Campinas, SP, se comparam de maneira favorável às apresentadas por algumas das variedades de maior importância comercial no Brasil, tendo como características principais um elevado teor de óleo e uma baixa porcentagem de casca.
2. As condições ótimas para a extração das proteínas de girassol, utilizando-se sementes do cultivar IAC-Anhandy, são: pH 10,0; relação farinha:água, 1:10(p/v); temperatura, 30°C; e tempo de agitação, 30 min.
3. O tetraborato, ascorbato e metabissulfito de sódio inibem a formação de cor durante a extração das proteínas de girassol em meio alcalino. Os tratamentos com ascorbato de sódio 0,01M e com metabissulfito de sódio 0,01M são os que apresentam maior eficiência na inibição da formação de cor, em combinação com um alto rendimento na extração das proteínas.
4. Os isolados proteicos preparados na presença de ascorbato de sódio 0,01M ou de metabissulfito de sódio 0,01M apresentam uma composição química semelhante à do isolado sem tratamento.
5. Os isolados proteicos de girassol possuem solubilidade máxima em pH acima de 6,5 e solubilidade mínima na faixa de pH de 4 a 6. O uso de ascorbato de sódio durante a extração das proteínas não afeta a solubilidade das mesmas; entretanto, o uso de metabissulfito de sódio provoca uma diminuição da solubilidade em pH acima de 6,0.

6. A presença de ascorbato de sódio 0,01M ou de metabissulfito de sódio 0,01M durante o preparo dos isolados proteicos de girassol, não afeta as propriedades emulsificantes e de aeração das proteínas, promovendo, por outro lado, um aumento na sua capacidade de absorção de água e de gordura.
7. Os isolados proteicos de girassol possuem melhores propriedades de aeração em comparação com o isolado proteico de soja, sendo que os isolados obtidos a partir do tratamento com ascorbato de sódio 0,01M ou com metabissulfito de sódio 0,01M produzem espumas brancas que não apresentam problema de cor.
8. Os isolados proteicos de girassol tratados com ascorbato de sódio 0,01M podem ser utilizados, em concentrações de até 10%, na elaboração de biscoitos com características de cor e sabor aceitáveis.

VI. BIBLIOGRAFIA

- AACC, 1976. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists. 7^a Ed. St. Paul.
- AFZALPURKAR, A.B. & LAKSHMINARAYANA, G., 1981. Changes in Chlorogenic, Caffeic and Quinic Acid Contents During Sunflower Seed Maturation. J. Agric. Food Chem. 29(1):203-204.
- ASSOGNA, A., PATRICELLI, A., SODINI, G. & EMMI, E., 1979. Factors Affecting the Extraction of Chlorogenic Acid from Defatted Sunflower Meal. Lebensm. - Wiss. u. Technol. 12(5):262-265.
- BADOLATO, E.S.G., & ALMEIDA, M.E.W.de, 1977. Pesquisa por cromatografia em fase gasosa da adulteração de chocolates. Rev. Inst. Adolfo Lutz. 37:47-56.
- BAU, H.M. & DEBRY, G., 1980. Colourless Sunflower Protein Products: Chemical and Nutritional Evaluation of the Presence of Phenolic Compounds. J. Food Technol. 15(2):207-215.
- BEARD, B.H., 1981. The Sunflower Crop. Scientific American. 244(5):150-161.
- BEDROSIAN, K., NELSON, A.I. & STEINBERG, M.P., 1959. Effect of Borates and Other Inhibitors on Enzymatic Browning in Apple Tissue. Food Technol. 13:722-726.
- BEDROSIAN, K., STEINBERG, M.P. & NELSON, S.I., 1960. Effect of Borates and Other Inhibitors on Enzymatic Browning in Apple Tissue II. Mechanism. Food Technol. 14:480-483.
- BITTONI, A., SODINI, G., EMMI, E. & CARDINALI, F., 1977. Método colorimétrico per la determinazione rapida del cromogeni fenolici contenuti in farine, concentrati ed Isolati proteici di Girasole. Riv. It. Sost. Grasse. 54(10):421-424.

- BRUMMETT, B.J. & BURNS, E.E., 1972. Pigment and Chromogen characteristics of Sunflower seed, *Helianthus annuus*. J. Food Science. 37(1):1-3.
- BURNS, E.E., TALLEY, L.J. & BRUMMETT, B.J., 1972. Sunflower utilization in Human Foods. Cereal Sci. Today. 17(9):287-289, 298.
- CANELLA, M. CASTRIOTTA, G., MIGNINI, V. & SODINI, G., 1976. Composizione e Valore Biologico delle Mandorle di Varieta di Girasole coltivate in Italia. Riv. It. Sost. Grasse. 53(6):156-160.
- CANELLA, M., CASTRIOTTA, G. & SODINI, G., 1977a. Proprietà Funzionali di Prodotti di Girasole dopo Estrazione dei Pigmenti Fenolici con Butanolo Acido. Riv. It. Sost. Grasse. 54(2):73-76.
- CANELLA, M., CASTRIOTTA, G. & D'ILARIO, L., 1977b. Viscosità e Assorbimento di umidità di Farine, Concentrati ed Isolati Proteici di Girasole e di soia. Riv. It. Sost. Grasse. 54(9):394-397.
- CANELLA, M., 1978. Whipping Properties of Sunflower Protein Dispersions. Lebensm. Wiss. u. Technol. 11(5):259-263.
- CANELLA, M., CASTRIOTTA, G. & BERNARDI, A., 1979. Functional and Physicochemical properties of Succinylated and Acetylated Sunflower Protein. Lebensm. Wiss. u. Technol. 12(2):95-101.
- CATER, C.M., GHEYASUDDIN, S. & MATTIL, K.F., 1972. The Effect of Chlorogenic, Quinic and Caffeic Acids on the Solubility and Color of Protein Isolates, Especially from Sunflower Seed. Cereal Chem. 49(5):508-514.
- CIRCLE, S.J. & SMITH, A.K., 1972. Processing Soyflours, Protein Concentrates and Protein Isolates. In: Soybeans. Chemistry and Technology. Vol. I, Ed. Smith, A.K. & Circle, S.J., p. 294. Avi Publishing Company Inc., Westport, C.T.

- CLANDININ, D.R., 1958. Sunflower Seed Oil Meal. In: Processed Plant Protein Foodstuffs. Ed. Altschul, A.M. p. 557-575. Academic Press, New York.
- CLARK, S.P., BAKER, G.W., WAN, P.J. & MATLOCK, S.W., 1980a. Separating Kernels and Hulls from Oilseed type sunflower seed. Transactions of the ASAE. 20-24.
- CLARK, S.P., WAN, P.J. & MATLOCK, S.W., 1980b. Pilot plant production of sunflower seed flour. J.A.O.C.S. 57(3):275A-279A.
- CLIFFORD, M.N., 1979. Chlorogenic Acids. Their Complex Nature and Routine Determination in Coffee Beans. Food Chem. 4(1):63-71.
- CONTIBRASIL, 1981. Girassol. Manual do Produtor. Sementes Contibrasil, Ltda., SP.
- D'APPOLONIA, B.L. & MACARTHUR, L.A., 1979. Utilization of Sunflower flour Derived from Untreated and Roasted Sunflower Meats in Bread Baking. The Bakers Digest. p. 32-36, February.
- DENCH, J.E., RIVAS, N.R. & CAYGILL, J.C., 1981. Selected Functional Properties of Sesame (*Sesamum L.*) Flour and Two Protein Isolates. J. Sci. Food Agric. 32(6):557-564.
- DORRELL, D.G., 1976. Chlorogenic Acid Content of Meal from Cultivated and wild Sunflowers. Crop Science. 16(3):422-424.
- DORRELL, D.G., 1978. Processing and Utilization of Oilseed Sunflower. In: Sunflower Science and Technology. Ch. 13, p. 407-440. Carter, J.F. Agronomy. A Series of Monographs, n° 19; The American Society of Agronomy, Inc. Madison Wisconsin. USA.
- DRYDEN, M.J. & SATTERLEE, L.D., 1978. Effect of Free and Bound Chlorogenic Acid on the in Vitro Protein Digestibility and Tetrahymena Based

PER of a Casein Model System. J. Food Science. 43:650.

EARLE, F.R., VANETTEN, C.H., CLARK, T.F. & WOLFF, I.A., 1968. Compositional Data on Sunflower Seed. J.A.O.C.S. 45:876.

FAN, T.Y., SOSULSKI, F.W. & HAMON, N.W., 1976. New Techniques for preparation of Improved Sunflower Protein Concentrates. Cereal Chem. 51(1): 118-125.

FELDMAN, J.R., RYDER, W.S. & KUNG, J.T., 1969. Importance of Nonvolatile Compounds to the Flavor of Coffee. J. Agr. Food Chem. 17(4):733-739

FERBER, C.E.M. & COOKE, R.D., 1979. Factors involved in the Preparation of Sunflower Milk. J. Sci. Food Agric. 30:974-980.

FLEMING, S.E. & SOSULSKI, F.W., 1977a. Breadmaking Properties of Four Concentrated Plant Proteins. Cereal Chem. 54(5):1124-1140.

FLEMING, S.E. & SOSULSKI, F.W., 1977b. Nutritive Value of Bread Fortified with Concentrated Plant Proteins and Lysine. Cereal Chem. 54(6): 1238-1248.

FLEMING, S.E. & SOSULSKI, F.W., 1977 c. The Utilization of Sunflower Protein in Milk-Like Beverages. J. Inst. Can. Sci. Technol. Aliment. 10(4):229-232.

GEIDA, F.C.T.P.T.A., 1973. Contribuição ao Desenvolvimento da Agroindústria. Girassol. Vol. XII., 108 p., SP.

GHEYASUDDIN, S., CATER, C.M. & MATTIL, K.F., 1970a. Preparation of a Colourless Sunflower Protein Isolate. Food Technol. 24(3):36-37.

GHEYASUDDIN, S., CATER, C.M. & MATTIL, K.F., 1970b. Effect of Several Variables on the Extractability of Sunflower Seed Proteins. J. Food Science. 35(4):453-456.

- HAGENMAIER, R.D., 1974. Aqueous Processing of Full-Fat Sunflower Seeds: Yields of Oil and Protein. J.A.O.C.S. 51(10):470-471.
- HAIASMAN, D.R., 1974. The Effect of Sulfur Dioxide on Oxidizing Enzyme Systems in Plant Tissues. J. Sci Food Agric. 25:803.
- HEISER, C.B. Jr., 1978. Taxonomy of Helianthus and Origin of Domesticated Sunflower. In: Sunflower Science and Technology. Ch. 2, p. 31-53; Agronomy. A Series of Monographs. n° 19. The American Society of Agronomy, Inc. Madison, Wisconsin, USA.
- HERMANSSON, A.M., 1979. Methods of Studying Functional Characteristics of Vegetable Proteins. J.A.O.C.S. 56(3):272-279.
- HSU, D.L., LEUNG, H.K., MORAD, M.M., FINNEY, P.L. & LEUNG, C.T., 1982. Effect of Germination on Electrophoretic, Functional and Bread-Baking Properties of Yellow Pea, Lentil, and Faba Bean Protein Isolates. Cereal Chem. 59(5):344-350.
- HUFFMAN, V.L., LEE, C.K. & BURNS, E.E., 1975. Selected Functional Properties of Sunflower Meal (*Helianthus annuus*). J. Food Science. 40(1):70-74.
- JAACS. 1980. Industry News. America's Native Oilseed Crop Rediscovered. J.A.O.C.S. 57(3):264A-266A, 268A.
- JAACS. 1982. World Forecast. Record Oilseed Production. J.A.O.C.S. 59(10):752A.
- JOHNSON, E.A. & BREKKE, C.J., 1983. Functional Properties of Acylated Pea Protein Isolates. J. Food Science. 48(3):722-725.
- KABIRULLAH, M. & WILLS, R.B.H., 1982. Functional Properties of Acetylated and Succinylated Sunflower Protein Isolate. J. Food Technol. 17:235-249.

- KHAN, M.N., WAN, P., ROONEY, L.W. & LUSAS, E.W., 1980. Sunflower Flour: A Potencial Bread Ingredient. *Cereal Foods World*. 25(7):402-404.
- KILARA, A. & HUMBERT, E.S., 1972. Nitrogen Extractability and Moisture Adsorption Characteristics of Sunflower Seed Products. *J. Food Science*. 37(5):771-773.
- LANZANI, A., PETRINI, M.C., CARDILLO, M. & JACINI, G., 1978. Su di un Glucoside Deu, Acido Clorogenico Individuato Nei Semi e Nelle Farine di Girasole. *Riv. It. Sost. Grasse*. 55(5):147-149.
- LANZANI, A., CARDILLO, M. & PETRINI, M.C., 1979a. Preparazione di Concentrati Proteici da Semi di Girasole per Via Umida. *Riv. It. Sost. - Grasse*. 56(2):48-51.
- LANZANI, A., CARDILLO, M., & PETRINI, M.C., 1979b. Tecnologia Integrale di Estrazione e Preparazione di Farine a Partire da Semi di Girasole. Nota I. *Riv. It. Sost. Grasse*. 56(3):107-110.
- LAWHON, J.T., GLASS, R.W., MANAK, L.J. & LUSAS, E.W., 1982. White-Colored Protein Isolate from Sunflower: Processes and Products. *Food Technol*. 36(10):76.
- LEUNG, J., FENTON, T.W. & CLANDININ, D.R., 1981. Phenolic Components of Sunflower Flour. *J. Food Science*. 46:1386-1393.
- LIN, M.J.Y., HUMBERT, E.S. & SOSULSKI, F.W., 1974. Certain Functional Properties of Sunflower Meal Products. *J. Food Science*. 39(2):368-370.
- LIN, M.J.Y., HUMBERT, E.S., SOSULSKI, F.W. & CARD, J.W., 1975. Quality of Wieners Supplemented with Sunflower and soy Products. *Can Inst. - Food Sci. Technol. J.* 8:97-101.
- LOOMIS, W.D. & BATTAILE, J., 1966. Plant Phenolic Compounds and the Isolation of Plant Enzymes. *Phytochemistry*. 5:423.

- LORENZ, K., 1978. "Non-Oilseed" Sunflower Products in Bakery Foods. The Bakers Digest. 28-32. August.
- MAGA, J.A., 1978. Simple Phenol and Phenolic Compounds in Food Flavor. CRC Critical Rev. Food Sci. Nutr. 10(4):323-372.
- MATHEW. A.G. & PARPIA, H.A.B., 1971. Food Browning as a Polyphenol Reaction. Adv. Food Res. 19:75-99.
- MIKOLAJEZAK, K.L. SMITH, C.R. Jr., & WOLFF, I.A., 1970. Phenolic and Sugar Components of Armaviree Variety Sunflower (*Helianthus annuus*) Seed Meal. J. Agric. Food Chem. 18(1):27-32.
- MILIC, B., STOJANOVIC, S., VUCUREVIC, N. & TURCIC, M., 1968. Chlorogenic and Quinic Acids in Sunflower Meal. J. Sci. Food Agric. 19:108.
- MOHSENIN, N.N., 1968. Physical Properties of Plant and Animal Materials. Structure, Physical Characteristics and Rheological Properties. Part I, Vol. I. 2^a Ed. Department of Agricultural Engineering. The Pennsylvania State University.
- MUNSELL, 1957. Farnsworth-Munsell 100-Hue Test for Color Vision. Munsell Color Company, Inc. Baltimore, Maryland.
- MUNSELL, 1966. Munsell Book of Color. Glossy Finish Collection. Munsell Color. Macbeth Division of Kollmorgen Corporation. Baltimore, Maryland, 21218.
- NIP, W.K., 1979. Development and Storage Stability of Drumdried Guava and Papaya-taro Flakes. J. Food Science. 44(1):222-225.
- NUZZOLO, C., VIGNOLA, R. & GROGGIA, A., 1980. Method for Preparing a Proteinic Isolate from Sunflower Seed Meal Using Aluminum Salts. U.S. Patent. 4,212,799. Jul.15.

- PERI, C., & ROSSI, M., 1980. Produzione di Farine Proteiche da Girasole. I: Tecnologia di Preparazione e Qualità delle Proteine. Riv. It. Sost. Grasse. 57(10):465-469.
- PIERCE, R.M., 1970. Sunflower Processing Techniques. J.A.O.C.S. 47(7): 248A.
- POMENTA, J.V. & BURNS, E.E., 1971. Factors Affecting Chlorogenic, Quinic and Caffeic Acid Levels in Sunflower Kernels. J. Food Science. 36(3): 490-492.
- PROVANSAL, M.M.P., CUQ, J.L.A. & CHEFTEL, J.C., 1975. Chemical and Nutritional Modifications of Sunflower Proteins due to Alkaline Processing: Formation of Amino Acid Cross-Links and Isomerization of Lysine Residues. J. Agric. Food Chem. 23:938-943.
- PUTT, E.D., 1978. History and Present World Status. In: Sunflower - Science and Technology. Carter, J.F. Agronomy. A Series of Monographs, n° 19, Ch. 1, p. 1-30. American Society of Agronomy, Inc. Madison, Madison, Wisconsin, USA.
- RAHMA, E.H. & NARASINGA RAO, M.S., 1979. Characterization of Sunflower Proteins. J. Food Science. 44(2):579-582.
- RAHMA, E.H. & NARASINGA RAO, M.S., 1981. Removal of Polyphenols from Sunflower Meal by Various Solvents. Effects on Functional Properties. J. Food Science. 46(5):1521-22, 1526.
- ROBERTSON, J.A. & BURNS, E.E., 1975. Use of Sunflower Seed in Food Products. CRC Crit. Rev. Food Sci Nutr. 6(2):201-240.
- ROONEY, L.W., GUSTAFSON, C.B., CLARK, S.P. & CATER, M., 1972. Comparison of the Baking Properties of Several Oilseed Flours. J. Food Science. 37(1):14-18.

- ROSSI, M., PERI, C. & RIVA, M., 1980. Produzione di Farine Proteiche da Girassole. II: Estrazione Combinata Dell'Olio e Dell'Acido Clorogenico. Riv. It. Sost. Grasse. 57(11):509-513.
- SABIR, M.A., SOSULSKI, F.W. & KERNAN, J.A., 1974a. Phenolic Constituents in Sunflower Flour. J. Agr. Food Chem. 22(4):572-574.
- SABIR, M.A., SOSULSKI, F.W. & FINLAYSON, A.J., 1974b. Chlorogenic Acid-Protein Interactions in Sunflower. J. Agric. Food Chem. 22(4):575.
- SANBRA, 1980. Proteimax 90 HG-Dust Free. Boletim Técnico. SANBRA - Sociedade Algodoeira do Nordeste Brasileiro, S.A.
- SARWAR, G., SOSULSKI, F.W. & BELL, J.M., 1973. Nutritional Evaluation of Oilseed Meals and Protein Isolates by Mice. Can. Inst. Food Technol. J. 6:17-21.
- SATHE, S.K., IVER, V. & SALUNKHE, D.K., 1981. Functional Properties of the Great Northern Bean (*Phaseolus Vulgaris* L.) Proteins. Amino Acid Composition, in Vitro Digestibility and Application to Cookies. J. Food Science. 47(1): 9-11, 15.
- SATTERLEE, L.D., 1981. Proteins for Use in Foods. Food Technol. 35(6) : 53.
- SMITH, A.K., & JOHNSEN, V.L., 1948. Sunflower Seed Protein. Cereal Chem 25:399.
- SODINI, G., BERNARDI, A., BITTONI, A. & CANELLA, M., 1976. Influenza de Trattamenti Industriali Sulla Estraiibilità di Fenoli e Carboidrati d Farina di Girasole e Relativa solubilità delle Proteine. Riv. SciTecn Alim. Nutr. Um. VI,219-221.
- SODINI, G. & CANELLA, M., 1977. Acidic Butanol Removal of Color-Forming Phenols from Sunflower Meal. J. Agric. Food Chem. 25(4):822-825.

- SOEST, P.H. van, 1973. Colaborative Study of Acid-Detergent Fiber and Lignin. J. of the AOAC. 56(4):781-784.
- SOSULSKI, F.W., 1962. The Centrifuge Method for Determining Flour Absorption in Hard Red Spring Wheats. Cereal Chem. 39(4):344-350.
- SOSULSKI, F.W., McCLEARY, C.W & SOLIMAN, F.S., 1972. Diffusion Extraction of Chlorogenic Acid from Sunflower Kernels. J. Food Science. 37(1) : 253-256.
- SOSULSKI, F.W., SABIR, M.A. & FLEMING, S.E., 1973. Continuous Diffusion of Chlorogenic Acid from Sunflower Kernels. J. Food Science. 38:468.
- SOSULSKI, F. & FLEMING, S.E., 1977. Chemical, Functional and Nutritional Properties of Sunflower Protein Products. J.A.O.C.S. 54(2):100A - 104A.
- SOSULSKI, F., 1979a. Food Uses of Sunflower Proteins. J.A.O.C.S. 56(3): 438-442.
- SOSULSKI, F., 1979b. Organoleptic and Nutritional Effects of Phenolic Compounds on Oilseed Protein Products: A Review. J.A.O.C.S. 56(8) : 711-715.
- SPACKMAN, D.H., STEIN, W.H. & MOORE, S., 1958. Automatic Recording Apparatus for Use in the Chromatography of Aminoacids. Anal. Chem. 30 (3):1190-1206.
- SULLIVAN, F.E., 1980. Sunflower Oil Processing From Crude to Salad Oil. J.A.O.C.S. 57(11):845A-847A.
- TAHA, F.S., ABBASY, M., EL-NOCKRASHY, A.S. & SHOEB, Z.E., 1981. Countercurrent Extraction-Isoelectric Precipitation of Sunflower Seed Protein Isolates. J. Sci. Food Agric. 32(2):166-174.
- ÚNGARO, M.R.G., 1981. Recomendações Técnicas para o cultivo do Girassol

Correio Agrícola. 2/81:314-319.

WALWIJK van DOON, J.J.L. van, 1982. To Rise U.S. sun Oil Exports. Expected. J.A.O.C.S. 59(8):588A-597A.

WALKER, J.R.L., 1977. Enzymic Browning in Foods. Its Chemistry and Control. Food Technol. in New Zealand. 19-25, March.

YASUMATSU, K., SAWADA, K., MORITAKA, S., MISAKI, M., TODA, J., WADA, T. & ISHII, K., 1972. Whipping and Emulsifying Properties of Soybean Products. Agric. Biol. Chem. 36(5):719-727.