

OBTENÇÃO DE FRAÇÕES PROTÉICAS A PARTIR DE TORTAS COMERCIAIS DE GERGELIM (*Sesamum indicum*)

Marisa J. Guerra¹, Werner G. Jaffé² e Elba Sangronis³

Departamento de Tecnología de Procesos Biológicos y Bioquímicos
Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela

RESUMO

As farinhas de gergelim obtidas comercialmente como subproduto da extração do óleo representam um potencial muito grande como fonte de proteína para consumo humano. Neste trabalho, estudaram-se os fatores que têm limitado seu uso na alimentação humana e apresentam-se as bases que permitam utilizá-las em forma prática. São apresentados resultados para o conteúdo de fibra, proteína, vitaminas, minerais, ácido oxálico, aminoácidos e também do valor nutritivo pela eficiência protéica e digestibilidade em ratos. Nossos resultados demonstraram que se pode obter uma redução significativa no conteúdo de fibra e ácido oxálico e aumento de proteínas, mediante moagem e peneira gem, por descascado ou por obtenção de concentrados. Evidenciou-se uma eficiência protéica baixa (aproximadamente 1), pelo que se recomenda a suplementação das farinhas com lisina ou com uma boa fonte deste aminoácido, especialmente com proteínas de leite em pó desnatado, proteínas de soja ou farinha de peixe. Nestas duas últimas, os resultados foram muito bons (2.5 e 2.7) quando cada fonte fornece 50% das proteínas. São apresentados algumas formulações contendo 20 a 40% de farinha com uma concentração final de proteína entre 16 e 24% e que deram como PER valores de 2.2 e 2.8.

INTRODUÇÃO

A falta de proteína para alimentação humana é um problema ampla-

Manuscrito modificado recibido: 16-7-84.

- 1 Profesor del Departamento de Tecnología de Procesos Biológicos y Bioquímicos de la Universidad Simón Bolívar, Apartado Postal 80659, Caracas, Venezuela.
- 2 Profesor del Curso de Postgrado en Planificación Alimentaria y Nutricional, Universidad Central de Venezuela. Vicerrectorado Académico, Apartado 17186 - 1015-A, Caracas. En la actualidad el Dr. Jaffé sirve el cargo de Presidente de la Comisión Coordinadora de Investigaciones en Alimentos y Nutrición de Venezuela, Apartado 17186 - 1015-A, Caracas, Venezuela.
- 3 Investigador en la División de Investigaciones del Instituto Nacional de Nutrición de Venezuela, Apartado 2049, Caracas.

mente reconhecido e altamente preocupante aos países subdesenvolvidos ou em fase de desenvolvimento.

A Venezuela, apesar dos grandes recursos naturais de que dispõe, sente este problema de uma forma bastante acentuada, sendo que uma das soluções buscadas consiste no desenvolvimento de alimentos que utilizem fontes protéicas existentes no país e que até então apenas são empregadas para a alimentação animal.

O gergelim (*Sesamum indicum*) tem sido cultivado de forma crescente na Venezuela, onde é oleaginosa mais importante para a produção de óleo comestível, visto que participa em 87% desta produção.

A farinha ou tortas obtidas da extração do óleo são interessantes fontes de proteínas, principalmente devido ao fato de conterem um elevado nível de aminoácidos que apresentam enxofre em suas composições, comparando-se com outras oleaginosas (1). Deve-se, entretanto, salientar o baixo conteúdo de lisina, e a alta relação arginina/lisina que foi indicada, atuando desfavoravelmente no valor nutricional (2).

Estas tortas representam um potencial muito grande como fonte protéica para consumo humano. Todavia, até o momento não se obteve muito êxito, já que o gergelim (para a obtenção de óleo) é processado com a cutícula e a epiderme externa as quais, além de propiciarem uma coloração escura, proporcionam elevados teores de fibra e oxalato.

Um outro fator que tem limitado o seu emprego é um certo sabor amargo, se bem que este sabor dependa das variedades.

Tem sido produzidas farinhas de boa qualidade descascando-se as sementes antes da extração (3). Porém, na Venezuela, este procedimento que tem sido provado a nível experimental, obtendo-se farinhas de ótimas propriedades funcionais (4), resultará algo difícil de implementar, visto que as indústrias tradicionais deveriam paulatinamente adaptarem-se a este sistema, que apresenta o inconveniente de ser mais custoso.

É evidente que um processo econômico que permite utilizar as tortas comerciais de gergelim como matéria prima para a elaboração de produtos destinados à alimentação humana seria de grande importância. Neste particular, algumas idéias já foram estudadas no país (5, 6) e tentadas algumas soluções, sendo que no presente trabalho foram ampliados os estudos sobre os fatores que têm limitado o uso do gergelim (sob a forma de farinhas) na alimentação humana, apresentando-se as bases que permitam utilizá-las de uma forma prática.

MATERIAL E METODOS

As tortas de gergelim foram fornecidas por uma indústria produtora de óleos e correspondente ao processo de pré-prensado, prensado e extração por solvente (hexano), apresentando um conteúdo de óleo menor do que 1%. Para a preparação do concentrado protéico, as tortas foram obtidas de gergelim comercial no laboratório, por extração com solvente (hexano), tendo-se a precaução de que a temperatura não ultrapassasse aos 70°C.

As farinhas de gergelim descascado desengorduradas foram cedidas pela fundação CIEPE; todas as tortas foram de gergelim comercial que são obtidas por mistura de diferentes variedades. A separação das frações foi feita com as tortas de gergelim comercial, trituradas em moinho (Wiley

Mill No. 2, Arthur Thomas, Co.) sem peneira, e a seguir separadas por diferentes peneiragens para obterem-se os rendimentos.

As análises de composição percentual, ácido oxálico, vitaminas e minerais foram feitas de acordo com o AOAC (7). O selênio determinou-se pelo método de Cummings, Martin e Maag (8). As determinações de aminoácidos foram feitas pelo método de intercâmbio iônico de Spackman, Stein e Moore (9) com o analisador Beckman Modelo 120 C. O índice químico foi obtido a partir dos aminoácidos essenciais e do perfil teórico admitido como ótimo por FAO/WHO (10). O concentrado protéico foi obtido por extração a pH 8 e precipitação a pH 4.6 seguindo as condições de Guerra e Park (11), sendo desidratado por liofilização.

Ensaio Biológicos

Foram efetuados ensaios biológicos (12) para determinar a digestibilidade aparente das proteínas, assim como também para conhecer-se sua qualidade, estabelecendo-se os níveis de suplementação mais adequados. Tendo em vista as deficiências de lisina que apresentam as proteínas do gergelim, efetuaram-se suplementações com este aminoácido e com outras farinhas.

Para a digestibilidade e para medir a eficiência protéica (protein efficiency ratio: PER) utilizaram-se ratos brancos, descendentes da raça Sprague Dawley, com 6 animais por experimento, 3 fêmeas e 3 machos recém-desmamados. Cada animal ocupou individualmente uma gaiola, com alimento e água oferecidos *ad libitum*.

As dietas proporcionaram aproximadamente 100/o de proteínas, onde pelo menos (no caso das misturas) 500/o foram fornecidas pela torta de gergelim, e complementando-se com as outras farinhas. Outros componentes das dietas foram sais minerais William-Briggs, 40/o; solução de vitaminas, 10/o; óleo de milho, 50/o; óleo de fígado de bacalhau, 10/o; amido de milho em quantidade suficiente para 100 g.

Nos ensaios de suplementação com aminoácidos, estes substituem igual quantidade de amido. Para os outros ensaios, as misturas foram feitas à base de farinha de torta de gergelim com farinha de peixe, farinha de soja desengordurada e leite desengordurado em pó. O conteúdo dos ingredientes das dietas utilizadas nos diversos ensaios é representado na Tabela 8.

Foram estabelecidas algumas formulações incluindo de 26 a 300/o da fração fina, em diferentes combinações com farinha de trigo (720/o de extração), farinha de grãos de milho, farinha de arroz polido, leite desnatado e soja. Estas formulações foram usadas como base para elaborar diferentes produtos, e para o preparo de dietas com 100/o de proteínas para a determinação do PER.

RESULTADOS

As tortas obtidas da extração com solvente apresentam-se em forma de pó com frações finas e grossas. Pela peneiragem através de diferentes malhas (Tabela 1) obteve-se uma fração fina ou baixa em casca e uma fração grossa ou rica em casca. De acordo com o rendimento e com a

TABELA 1

CLASSIFICAÇÃO DA TORTA COMERCIAL DE GERGELIM POR PENEIRAGEM

Amostra	Rendimento de farinha (em g/100 g)			
	40 mesh	50 mesh	60 mesh	70 mesh
Fração fina	62	58	50	43
Fração grossa	38	42	50	57

redução no conteúdo de fibra, fez-se a escolha da peneiragem através de 50 mesh, que dá um rendimento de 58^o/o porém produz uma redução considerável no conteúdo de fibra.

Na Tabela 2 apresenta-se a composição das farinhas de torta integral, das frações obtidas da torta comercial, da torta de gergelim descascado e do concentrado. O conteúdo proteico variou entre 34.5^o/o e 79.1^o/o. Os valores de fibra crua são diminuídos em quase 50^o/o na fração fina, comparando-se a farinha integral. As cinzas foram menores na fração grossa, comparando-se às farinhas integrais, fração fina e concentrado.

TABELA 2

COMPOSIÇÃO DA FARINHA E FRAÇÕES DE GERGELIM

Amostras	Componentes ^a (expressos em g/100 g)				
	Umidade	Proteína	Fibra	Cinzas	Oleo
Fração grossa	6.3	34.5	8.3	5.8	0.6
Fração fina	6.2	40.7	3.4	12.4	0.6
Farinha integral (comercial)	7.2	44.2	6.6	11.3	0.9
Farinha integral (obtida no laboratório)	5.7	43.6	5.5	10.9	0.7
Farinha descascada	6.5	42.5	2.7	9.7	0.6
Concentrado	7.0	79.1	—	6.1	—

a Em base livre de umidade.

Na Tabela 3 apresenta-se a composição em vitaminas e minerais, só se apresentam aqueles que se encontram em maiores proporções nas tortas de gergelim. O conteúdo de selenio e ácido oxálico se apresentam na Tabela 4. Este último, no gergelim, se encontra como oxalato de cálcio e foi praticamente nulo na farinha de gergelim descascado.

Os resultados da composição em aminoácidos totais da proteína da farinha integral, frações e concentrado, são apresentados na Tabela 5. Pode-se notar que lisina e isoleucina são os aminoácidos essenciais que se encontram em menor quantidade. Sendo portanto, os que tiveram os

TABELA 3

COMPOSIÇÃO DAS FRAÇÕES E FARINHA DE GERGELIM EM ALGUMAS VITAMINAS E MINERAIS

Amostras	(Componentes (expressos em mg/100 g))				
	Tiamina	Riboflavina	Niacina	Ferro	Cálcio
Fração grossa	1.3	0.22	6.2	18.2	1.6
Fração fina	2.1	0.28	8.6	25.4	2.4
Farinha integral	2.5	0.39	9.5	34.6	2.3

TABELA 4

COMPOSIÇÃO EM ACIDO OXALICO E SELENIO DAS FRAÇÕES E FARINHA DE GERGELIM

Amostra	Acido oxálico mg/100 g	Selenio ppm
Fração grossa	1.9	4.1
Fração fina	3.4	7.4
Concentrado	0.5	11.1
Farinha integral	2.8	5.2

menores índices químicos que foram de 53 a 61 para lisina e de 56 a 68 para isoleucina.

Ensaio Biológicos

Os resultados das determinações dos índices de digestibilidade aparente das proteínas da torta de gergelim e das frações fina e grossa são apresentadas na Tabela 6 e indicam variações entre 62% e 95%.

Na Tabela 7 apresentam-se os índices de eficiência protéica (PER) para a farinha da torta de gergelim integral e descascado e para as misturas com as outras farinhas.

A suplementação com lisina apresentada nesta mesma Tabela demonstrou que há necessidade de pelo menos 0.2% de lisina em dietas com 10% de proteínas de torta de gergelim, para aumentar a eficiência protéica a níveis comparáveis aos do padrão de caseína.

Os melhores níveis de suplementação foram encontrados quando, na mistura, pelo menos 40% das proteínas são de farinha de peixe ou quando a farinha de soja ou leite em pó ambos desengordurados, fornecem 50% das proteínas. Uma suplementação razoável também foi conseguida, quando se fizeram diferentes misturas incluindo farinhas de trigo, de milho e de arroz. Estas formulações tinham um conteúdo de proteínas

TABELA 5

COMPOSIÇÃO EM AMINOACIDOS^a NA PROTEÍNA DA
FRAÇÕES DE GERGELIM

Aminoácidos	Fração grossa	Fração fina	Concentrado	Integral
Lisina	2.57	2.52	2.31	2.28
Histidina	1.94	1.98	1.83	2.16
Arginina	8.70	8.32	8.20	7.96
Ácido aspártico	7.00	7.48	7.06	5.76
Treonina	2.62	2.82	3.43	2.33
Serina	3.26	3.65	3.33	2.88
Ácido glutâmico	17.58	17.97	16.92	14.84
Prolina	3.88	3.15	3.85	3.14
Glicina	4.63	5.44	4.78	3.89
Alanina	3.98	4.58	4.06	3.53
Cistina	3.15	3.65	4.23	3.28
Valina	8.84	4.45	4.21	3.11
Metionina	2.95	2.14	3.25	1.58
Isoleucina	2.90	2.36	2.38	2.87
Leucina	5.37	4.73	4.88	3.93
Tirosina	1.82	2.88	3.15	2.56
Fenilalanina	3.82	3.51	3.61	2.95

^a Expressos em g/16 g de N.

TABELA 6

DIGESTIBILIDADE APARENTE DAS PROTEÍNAS DA FARINHA DE
GERGELIM

Amostra	Digestibilidade o/o
Fração grossa	62.2
Fração fina	80.8
Concentrado	94.6
Farinha integral	75.5
Farinha descascada	86.1

de 16.83 até 28.41 o/o e uma eficiência protéica de 2.1 a 2.8 (Tabela 8).

DISCUSSÃO

Os dados apresentados na Tabela 1 representam o rendimento da farinha de torta de gergelim depois da peneiragem, sendo esta uma forma

TABELA 7

EFICIÊNCIA PROTÉICA DAS PROTEÍNAS DE GERGELIM E O EFEITO
DA SUPLEMENTAÇÃO COM LISINA, FARINHA DE PEIXE, SOJA E
LEITE EM PÓ

Composição protéica da dieta	Ganho de peso p/rato/dia	Eficiência protéica (PER)
100%o torta de gergelim comercial	1.0	1.3
100%o torta de gergelim descascado	0.8	1.1
100%o torta de gergelim + 0.1%o lisina	1.6	1.5
100%o torta de gergelim + 0.2%o lisina	2.7	2.4
75%o torta de gergelim + 25%o farinha de peixe	2.8	2.3
50%o torta de gergelim + 50%o farinha de peixe	3.9	2.7
75%o torta de gergelim + 25%o farinha de soja	1.9	1.7
50%o torta de gergelim + 50%o farinha de soja	2.6	2.5
75%o torta de gergelim + 25%o leite em pó	1.6	1.4
50%o torta de gergelim + 50%o leite em pó	3.6	2.6
Caseína	2.8	2.6

TABELA 8

COMPOSIÇÃO DE CONTEUDO DE PROTEÍNA E EFICIÊNCIA PROTÉICA (PER)
DAS FORMULAÇÕES

Fórmula No.	Farinha de			Ingredientes (g/100 g)			Proteína (g/100 g)	PER
	Trigo	Milho	Arroz	Fração fina de gergelim	Farinha de soja	Leite deseng.		
1	—	—	29	29	—	28	16.83	2.82
2	22	—	23	26	—	14	20.58	2.26
3	17	—	14	31	23	—	28.41	2.77
4	—	18	18	26	—	23	20.40	2.48
5	—	30	—	30	30	—	27.90	2.10

de elevar a qualidade da farinha, eliminando frações fibrosas. Assim, por peneiragem a 50 ou 60 mesh, elimina-se a maioria da casca, apenas de que uma pequena porção consegue passar através da peneira. Pode-se notar que a fração grossa representa uma porcentagem bastante elevada da farinha (42 a 50%o), mas por conter um alto teor de fibra poderia ter o mesmo uso que a fração fina, principalmente como alimento para animais ruminantes.

Conforme a qualidade da farinha obtida, usou-se a peneiragem com 50 mesh para a separação das frações, assim foram comparadas com a com-

posição da farinha de torta de gergelim descascado e integral (Tabela 2).

A farinha da fração fina apresenta maior conteúdo de proteína (40.70/o) que a farinha da fração grossa (34.50/o). Além disso, pode-se observar (Tabela 2) uma variação importante no conteúdo de fibra das duas frações, o que indica que é possível reduzir - la quase à metade, segundo o processo de trituração e peneiragem.

As análises de composição da farinha da torta integral (Tabela 2) revelaram resultados similares aos encontrados por outros autores no conteúdo de umidade, cinzas e fibra, observando-se apenas uma leve diferença nas proteínas, que foram maiores nas tortas comerciais comparando-se às obtidas no laboratório, o que é perfeitamente explicável, visto que ambas são misturas de diferentes variedades.

O conteúdo de proteína de gergelim descascado não é muito diferente da farinha integral e da fração fina, e a diferença no conteúdo de fibra comparando-se com esta última não é vantagem, de acordo com o custo de produção da farinha de gergelim descascado. Com o concentrado, se demonstra que é possível obter o dobro da porcentagem de proteína da farinha integral original (Tabela 2).

De acordo com Spensley, Halliday e Orr (13), um "concentrado protéico" é um material protéico obtido de farinha desengordurada, por um processo posterior da extração dos carboidratos solúveis da farinha. O "isolado protéico" contém em sua maioria só proteína. O concentrado foi obtido pela metodologia recomendada para isolados, no entanto como o conteúdo de proteína foi menor de 800/o caiu bem nesta denominação em vez da de isolado que se utiliza para teores de proteínas maiores de 900/o.

Assim, parece mais conveniente a produção de farinhas aptas para o consumo humano, que contenham um pouco mais de proteína e menos fibra que as tortas comerciais, e que tenham menor custo de produção que as tortas de gergelim descascado e concentrados. Seria o caso da separação por peneiragem para a obtenção da fração fina.

Quanto aos valores de vitaminas e minerais (Tabela 3), estes estão na faixa dos resultados apresentados em vários trabalhos citados. Os resultados do conteúdo de ácido oxálico e selenio das farinhas, frações e concentrado de gergelim apresentam-se na Tabela 4. O ácido oxálico encontra-se sob forma de cristais de oxalato de cálcio. Este está em maior proporção na fração fina (3.40/o), o que é explicável, já que segundo Jaffé e Chávez (5) os cristais de oxalato são tão finos que conseguem passar através das peneiras, incorporando-se às farinhas. No concentrado tem-se uma redução considerável do ácido oxálico, já que durante a preparação se elimina juntamente com a porção fibrosa. O ácido oxálico não tem efeitos nocivos na forma de oxalato de cálcio, mas deve-se tratar de reduzir ao máximo, já que nas farinhas de gergelim para consumo humano o máximo teor permitido é de 0.50/o (14). O conteúdo de oxalato (3.4 mg/100 g) na fração fina não se considera elevado, já que em dietas ou formulações com um máximo de 500/o de farinha de gergelim, a quantidade de oxalato ingerida seria muito menor. O conteúdo de selenio foi bastante baixo (3.2 a 11.1 ppm), já que Jaffé, Chávez e Mondragón (15) encontraram até 48 ppm nas tortas de gergelim. Pode-se observar (Tabela 4) que o concentrado tem o maior conteúdo de selenio. Isto é de se esperar, pois ao aumentar o conteúdo de proteína, o selenio se concen-

tra neste componente, principalmente, substituindo o enxofre dos aminoácidos metionina e cisteína (16). Portanto, para usar o isolado deve-se considerar que as quantidades a utilizar não ultrapassem a 2 mg/kg que é o máximo permitido. Em nosso caso é necessário obter o gergelim de zonas não seleníferas, ou fazer misturas de forma tal que no produto final o nível não atinja 1 mg/kg, como limite de segurança se o alimento é para crianças. A composição em aminoácidos (Tabela 5) da proteína de gergelim indica ser esta uma boa fonte de metionina e cisteína. Na fração fina, o conteúdo de quase todos os aminoácidos é ligeiramente maior que na farinha integral. A lisina e a isoleucina são os aminoácidos que estão em menor quantidade em comparação com a proteína-padrão de FAO, o que era de se esperar, conforme os valores referidos em outros trabalhos (1, 2).

Na fração grossa e no concentrado, os aminoácidos (exceto a histidina) estão em maior quantidade, comparando-se à farinha integral. Em todos os casos, a relação arginina/lisina é maior que 3, condição que pode incidir desfavoravelmente quanto ao valor nutricional, segundo experimentos feitos por Kakade (2).

A digestibilidade (Tabela 6) foi menor na fração grossa (62^o/o), efeito que pode ser atribuído ao fato desta fração conter a parte fibrosa da semente e as proteínas da parede celular. A digestibilidade do concentrado é comparável à da caseína.

Os ensaios biológicos de eficiência protéica (PER), tanto para a farinha integral como para farinha de gergelim descascado, indicaram a necessidade de suplementar as proteínas (Tabela 7).

Os ensaios de suplementação com farinha de peixe, soja, leite em pó e farinha de cereais, indicam que é possível produzir algumas formulações de ótimo valor nutricional, bom aspecto e agradável sabor, onde a farinha fina de tortas industriais de gergelim fornece o maior porcentagem de proteínas (Tabela 8). As formulações de misturas com farinha de gergelim poderiam ser usadas para preparação de alimentos de diferentes naturezas. Um exemplo destes usos poderia ser mingau ou polenta com concentrações de 10 a 40^o/o de mistura em água, agregando açúcar ou sal e fazendo uma cocção por 10 minutos a ebulição.

Nosso trabalho demonstra que é possível utilizar as tortas industriais de gergelim para produzir farinhas com características que permitam o seu emprego em formulações de alimentos (preparo de bolos, sopas, bolachas, mingaus, etc.), possíveis de serem ensaiados em escolares ou pré-escolares, a fim de ser avaliado o seu valor efetivo como ingrediente de alimentos suplementares ou para produção de texturizados.

SUMMARY

OBTENTION OF PROTEIN FRACTIONS FROM COMMERCIAL SESAME SEED CAKE

Sesame press cake represents an important potential protein source for human consumption. Some of the limiting factors are its high crude fiber content, oxalic acid content, and its bitter taste. By fractionation of solvent-extracted sesame meal, several preparations were obtained which were analyzed for their nutrient content,

protein utilization and digestibility. PER values were low, and supplementation with lysine, skim-milk powder, soymeal or fish meal, improved the PER values considerably. Based on these findings, formulas for use as a protein supplement for children are presented.

RESUMEN

OBTENCION DE FRACCIONES PROTEINICAS A PARTIR DE TORTAS COMERCIALES DE AJONJOLI (*Sesamum indicum*)

Las harinas de ajonjolí obtenidas comercialmente como subproducto de extracción del aceite, representan un potencial considerable como fuente proteínica de consumo humano. En este estudio se investigaron los factores que limitan su uso en la alimentación humana y se exponen las bases que permitirían utilizarlas en forma práctica. Se dan a conocer los resultados de su contenido de fibra, proteína, vitaminas, minerales, ácido oxálico, y aminoácidos, así como del valor nutritivo, evaluado por el índice de eficiencia proteínica y por su digestibilidad en ratas. Nuestros resultados demostraron que es factible obtener una significativa reducción del contenido de fibra y ácido oxálico, así como un aumento de sus proteínas, por medio de molienda y tamizaje, por descascarado, o mediante la obtención de concentrados. Su eficiencia proteínica es baja (aproximadamente de 1), por lo que se recomienda suplementar las harinas con lisina o con una buena fuente de este aminoácido, especialmente con proteínas de leche descremada en polvo, proteína de soya o harina de pescado. En estas dos últimas, los resultados fueron muy buenos (2.5 y 2.7), al aportar cada fuente 50% de proteínas. Se presentan algunas formulaciones que contienen de 20 a 40% de harina, con una concentración proteínica final de 16 a 24% con valores de PER de 2.2 y 2.8, respectivamente.

BIBLIOGRAFIA

1. Yermano, D. M., W. Salleb, & G. E. Cavanagh. The sesame plant as source of protein and other nutrients. *J. Am. Oil. Chem. Soc.*, 48:831-834, 1971.
2. Kakade, M. L. Biochemical basis for the differences in plant protein utilization. *J. Agr. Food Chem.*, 22:550-555, 1974.
3. Parpia, H. A. B. Development of food mixes for pre-school children in India. In: *Pre-School Child Malnutrition. Primary Deterrent to Human Progress.* Washington, D.C., National Academy of Sciences - National Research Council, 1966, p. 181-219.
4. Rivero de Padua, M. Some functional and utilization characteristics of sesame flour and proteins. *J. Food Sci.*, 48:1145-1147, 1983.
5. Jaffé, W. G. & J. F. Chávez. El posible uso de la harina de ajonjolí para fines comestibles. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 11:31-48, 1971.
6. Brito, O. & N. Núñez. Evaluation of sesame flour as a complementary protein source for combination with soy and corn flours. *J. Food Sci.*, 47:457-460, 1982.
7. Association of Official Agricultural Chemists. *Official Methods of Analysis of the AOAC.* 11th ed. Washington, D. C., The Association, 1970.
8. Cummings, L., J. L. Martin & D. Maag. An improved method for determination of selenium in biological material. *Anal. Chem.*, 37:430-431, 1965.
9. Spackman, D. H., W. H. Stein & S. Moore. Automatic recording apparatus for

- use in chromatography of amino acids. *Anal. Chem.*, **30**:1190-1206, 1958.
10. **Energy and Protein Requirements.** Report of a Joint FAO/WHO *ad hoc* Expert Committee, Rome, 22 March-2 April, 1971. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1973, 20 p. (FAO Nutrition Meetings Report Series No. 52; WHO Technical Report Series No. 522).
 11. Guerra, M. J. & Y. K. Park. Extraction of sesame seed protein and determination of its molecular weight by sodium dodecyl sulfate polyacrylamide gel electrophoresis. *J. Am. Oil Soc.*, **52**:73-75, 1975.
 12. Allison, A. B. Biological evaluation of proteins. *Physiol. Rev.*, **35**:644-669, 1955.
 13. Spensley, P. C., D. Halliday & E. Orr. The prospects for non-conventional protein resources. *Trop. Sci.*, **14**:203-233, 1972.
 14. PAG. Protein Advisory Group. Guideline No. 14 on the preparation of defatted edible sesame flour. *PAG Bulletin*, **3**:10-14, 1973.
 15. Jaffé, W. G., J. F. Chávez & M. C. Mondragón. Contenido de selenio en muestras de semillas de ajonjolí (*Sesamum indicum*) procedentes de varios países. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **19**:299-307, 1969.
 16. Stadman, T. Selenium biochemistry. *Science*, **183**:915-920, 1974.