

MEMORIAS

PRIMERA CONFERENCIA LATINOAMERICANA SOBRE LA PROTEINA DE SOYA

MEXICO, D. F.

NOVIEMBRE 9-12, 1975

COMITE ORGANIZADOR:

DR. RICARDO BRESSANI
Instituto de Nutrición de Centroamérica
y Panamá (INCAP)
Guatemala.

DR. DANIEL DIAZ DELGADO
Instituto de Investigaciones
Tecnológicas (IIT)
Colombia.

DR. HECTOR BOURGES
Instituto Nacional de la
Nutrición (INN)
México.

PROF. RUBEN BERRA, M. EN C.
Universidad Nacional Autónoma
de México (UNAM)
México.

GILFORD R. HARRISON
Director Regional para Latinoamérica
Asociación Americana de Soya
México.

PATROCINADORES:

Asociación Americana de Soya

Servicio Exterior de Agricultura



BIBLIOGRAFIA

1. BRESSANI, R. Formulation and testing of weaning and supplementary food containing oilseed protein in protein-enriched cereal foods world needs. M. Milner (ed.) Amer. Ass. Cereal Chem., St. Paul, Minn. 1969.
2. HUTCHINSON, J. B., MORAN, T., y PACE, J. Nutritive value of the protein of white and whole wheat bread in relation to the growth of rats. Proc. Roy. Soc. B. 145:270 (1956).
3. HUTCHINSON, J. B., MORAN T., y PACE, J. The nutritive value of bread as influenced by level of protein intake, the level of supplementation with L-lysine and L-threonine and the addition of egg and milk proteins. Brit. J. Nutr. 13:151 (1959).
4. JANSEN, G. R., y EHLE, S. R. Studies on the bread supplemented with soy nonfat dry milk, and lysine. II. Nutritive value. Food Tech. 19:1439 (1965).
5. JANSEN, G. R. Total protein value of protein— and aminoacid-supplemented bread. Am. J. Clinical Nutri. 22:38 (1969).
6. PARPIA, H. A. B, y SWAMINATHAN, M. Supplementation of cereals and cereal diets with grain legumes and limiting amino acids. Proc. 9th Congr. Nutrition (1972), 4:139 (1975).
7. ROSENBERG, H. R., y ROHDENBURG, E. L. The fortification of bread with lysine. II. Nutrition value of fortified bread. Arch. Biochem. Biophys. 37:461 (1952).
8. ROSENBERG, H. R., ROHDENBURG, E. L., y BALDINI, J. T. The fortification of bread with lysine. III. Supplementation with essential amino acids. Arch. Biochem. Biophys. 49:263 (1954).
9. SCRIMSHAW, N. S., y ALTSCHUL, A. M. (ed.) Amino acid fortification of protein foods. The MIT Press, Cambridge Massachusetts (1971).
10. SHAMSUDDIN, M. Evaluation of breads containing protein supplements and sodium stearoyl-2 lactylate or sucrose tallowate. Disertación de Doctor en Filosofía, Universidad del Estado de Kansas, Manhattan, KS 1972.
11. TSEN, C. C., HOOVER, W. J., y PHILLIPS, D. High-protein breads. Use of sodium stearoyl-2 lactylate and calcium stearoyl-2 lactylate in their production Baker's Dig. 45 (2):20 (1971).
12. TSEN, C. C., y HOOVER, W. J. High-protein bread from wheat flour fortified with full-fat soy flour. Cereal Chem. 50:7 (1973).
13. TSEN, C. C., PETERS, E. M., SCHIAFFER, T., y HOOVER, W. J. High-protein cookies. I. Effect of soy fortification and surfactants. Baker's Dig. 47 (4)P 34 (1973).
14. TSEN, C. C. Proceso para mejorar el valor proteínico del bolillo. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Ciudad de México, (1973).
15. TSEN, C. C. Fatty acid derivatives and glycolipids in high-protein bakery products. J. A. O. C. S. 51:81 (1974a).
16. TSEN, C. C. High-protein cookies Snack Food 63 (4): 36 (1974b).
17. TSEN, C. C., HOOVER, W. J., y REDDY, P. R. K. Nutritional improvement of Cereal Based Foods. Ponencia en el Décimo Congreso Internacional de la Nutrición. En prensa, 1975.

L-891

ENRIQUECIMIENTO DEL MAIZ CON PROTEINA DE SOYA

Por: LUIZ ELIAS, Instituto de Nutrición de Centroamérica
y Panamá, Guatemala, C. A.

INTRODUCCION

Las características nutricionales del maíz y de la soya permiten que la asociación de estos dos alimentos, resulte en un producto de un valor nutritivo superior a cada uno de los mismos aisladamente. Por otra parte, existe ya un cúmulo de evidencias experi-

mentales en varios laboratorios (1,2,3) indicando el potencial de esta oleaginosa en proporcionar la calidad y cantidad proteínica deficientes en la dieta básica de un gran sector de la población mundial.

Desde el punto de vista tecnológico existen por lo menos tres posibilidades para uti-

lizar la soya en mejorar el valor nutritivo del maíz: una que se refiere al frijol de soya entero o en forma de harina integral, otra que corresponde a la utilización del sub-producto derivado de la extracción del aceite, y finalmente en una manera más sofisticada como es el uso del aislado proteínico preparado a partir de la harina de esta oleaginosa. Sin embargo, la transferencia de la tecnología del laboratorio a la práctica presenta diferentes problemas que han limitado hasta cierto punto su aplicación a nivel práctico.

No es el propósito del presente trabajo analizar y discutir a profundidad cada una de estas posibilidades, sino que más bien, por las razones que se expondrán durante esta presentación, enfocar solamente el uso del frijol soya y de la harina desgrasada de soya, teniendo en mente el posible uso de esta oleaginosa en áreas urbanas y rurales de nuestros países.

1. Uso de harina de soya desgrasada

Numerosas investigaciones han demostrado que los aminoácidos esenciales limitantes en el maíz son la lisina y el triptofano (4, 5), y que la metionina es el aminoácido deficiente en primer lugar en la proteína de la soya (6, 7); por otro lado, esta última contiene niveles adecuados de lisina y triptofano, mientras que el maíz aporta el contenido de metionina necesario para suplir la deficiencia de la soya (8, 9).

Este efecto suplementario conocido como "suplementación proteínica" (19) puede ser apreciado en el Cuadro No. 1, donde se puede observar que la relación ganancia en peso

sobre proteína consumida, es decir el índice de eficiencia proteínica, alcanzó un valor máximo cuando 8% de harina de soya se agregó a la dieta basal del maíz. Como se puede apreciar, esta técnica puede no solamente mejorar la calidad sino que también aumentar la cantidad proteínica del maíz (8, 11, 12). Este efecto beneficioso también se puede apreciar cuando el maíz suplementado es incorporado a la dieta de áreas rurales de Guatemala (4, 13, 14, 15) como se puede observar en el Cuadro No. 2. Estos resultados indican que la calidad proteínica de la dieta medida en términos de Eficiencia Proteínica o de Proteína Utilizable mejorará significativamente al comparar con la dieta control preparada con maíz sin suplementación. Dos aspectos adicionales que amerita indicar en este cuadro son: en primer lugar el aumento en el contenido total de proteína de la dieta con maíz suplementado, y la similitud en calidad proteínica entre esta última y la dieta de maíz suplementada con aminoácidos sintéticos. Es obvio, en este caso que la harina de soya está proporcionando el triptofano y parte de la lisina deficientes en el maíz; la deficiencia parcial de la lisina puede ser corregida agregando pequeñas cantidades de este aminoácido a la harina de soya. Una evidencia adicional del valor suplementario de la harina de soya al maíz puede observarse en el Cuadro No. 3, donde se muestran los datos obtenidos con niños usando la técnica de Balance de Nitrógeno. Los resultados indican que a una misma ingesta de nitrógeno el maíz suplementado con soya resultó en un valor mayor de retención nitrogenada, expresado como por ciento de la ingesta, que el obtenido con maíz sólo o maíz más frijol, y similar al obtenido con proteína de leche.

CUADRO No. 1

Efecto de la Suplementación de las Proteínas del Maíz con Harina de Soya

Proteína en la dieta (%)	Distribución en peso en la dieta (g)		Ganancia en peso g 1/	Índice de Eficiencia Proteínica 2/
	Maíz	Harina de soya		
6.99	70.0	0.0	22	1.31
8.32	70.0	4.0	62	2.30
9.96	70.0	8.0	101	2.61
11.63	70.0	12.0	129	2.59
13.24	70.0	16.0	158	2.69
14.96	70.0	20.0	154	2.55

1/ Promedio de peso inicial: 47 g (6 animales por grupo).

2/ Aumento en peso/proteína consumida.

J. Food Sci. 31:626, 1966.

CUADRO No. 2

Mejoramiento de la Calidad de la Proteína de la Dieta a Base de Maíz-Frijol 1/ a Través del uso de Aminoácidos o Suplementación Proteínica.

Tratamiento dieta basal	Proteína %	Peso ganado g/28 días	Índice de Eficiencia Proteínica	Proteína utilizable %
Ninguno	8.3	52 ± 4.4	1.75 ± 0.12 2/	4.36
Maíz ± Lis. ± - Trip. 3	8.5	80 ± 3.6	2.48 ± 0.06	6.32
Maíz ± 8% harina de soya ± 0.15% lisina	10.9	120 ± 5.4	2.50 ± 0.06	8.17

1/ 87% masa de maíz; 13% frijol

2/ Error estándar

3/ 0.31% L-Lisina HCl
0.10% DL-Triptofano

En: Mejoramiento nutricional del maíz.

CUADRO No. 3

Calidad Proteínica de la Tortilla Suplementada con Harina de Soya en Niños.

	Balance de Nitrógeno			Nitrógeno	
	Ingesta	Absorbido mg/kg/día	Retenido	Absorbido %	Retenido %
Masa de maíz	192	144	30	75	16
Masa de maíz + 8% harina de soya + 0.15% lisina	197	154	63	78	32
Leche	195	157	75	80	38
Masa de maíz (87%) + frijol (13%)	207	150	36	72	17

Desde 1972 el INCAP (16, 17) inició un estudio con el propósito de evaluar el efecto de este suplemento a nivel de campo. Aproximadamente 40% de las familias de un pueblo de Guatemala recibieron el suplemento regularmente en los niveles adecuados. Aunque preliminares, resultados recientes de este estudio sugieren que la mortalidad infantil es mayor en el grupo que no recibe la tortilla fortificada. Asimismo, la mortalidad en los niños de uno a cuatro años fue menor para el grupo fortificado que para el grupo no fortificado.

Uso del frijol entero de soya

La otra alternativa de utilizar los beneficios nutricionales de las proteínas de la so-

ya consiste en el uso del grano entero (18). En este caso existen dos posibilidades: la primera, como un suplemento a la tortilla, procesando la mezcla de maíz entero (85%) y de frijol de soya (15%) de una manera similar a la que se usa normalmente en la preparación casera de este alimento, como se muestra en la Figura No. 1. Este enfoque presenta la ventaja nutricional de proporcionar a este alimento básico no sólo más proteína sino también una mayor densidad calórica. El Cuadro siguiente (No. 4) muestra la composición química proximal y la calidad proteínica de estas preparaciones. Como se puede apreciar, 15% de frijol de soya aporta alrededor de 2% más de grasa y de 4% de proteína adicional. Este aporte se refleja también en un mejoramiento

to altamente significativo en el valor nutricional de la tortilla medido en términos de utilización proteínica.

alimentos a base de maíz y soya. El siguiente Cuadro (No. 5), muestra la formulación y las características químicas y nutriciona-

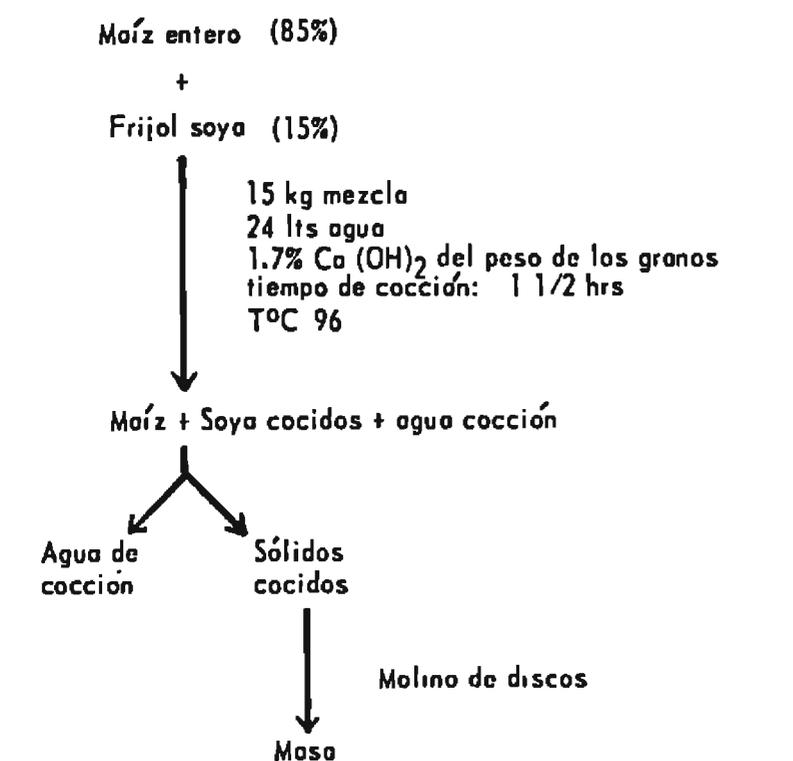
CUADRO No. 4

Composición Química Proximal (Expresada en porcentaje) y Calidad Proteínica de la Tortilla Preparada de la Mezcla de Maíz (85%) y Frijol de Soya Entero (15%) Cocidos con cal.

	Humedad	Extracto etéreo	Fibra cruda	Proteína	Cenizas	Índice de Eficiencia Proteínica 1/	Proteína utilizable %
Tortilla preparada a base de sólo maíz (deshidratada)	1.4	2.2	2.0	10.4	1.6	0.95	2.1
Tortilla preparada a base de 85% maíz + 15% frijol de soya (deshidratada)	1.4	4.1	2.8	14.4	2.3	1.98	7.1
Caseína	-	---	--		--	2.60	9.4

1/ Duración del experimento: 28 días
J. Food Sci. 39:577, 1974.

PROCESAMIENTO DE MEZCLAS DE MAÍZ Y FRIJOL SOYA *



* Frijol soya: Cosecha Finca Experimental INCAP (14.0% grasa, 30% proteína).
Maíz amarillo: Variedad Azotea, cosecha Finca Experimental INCAP (8% proteína).
Incap 73-363

FIGURA 1

La segunda posibilidad se refiere a la preparación de un producto de mayor densidad calórica y proteínica, y que podría servir de base a la preparación de varios

les de este producto desarrollado en el INCAP (19) y conocido con el nombre de MAISOY. Contiene alrededor de 17-18% de proteína y de 10-11% de grasa, con un Índice de Eficiencia Proteínica de 2.54. El diagrama de flujo para el procesamiento de este producto (Figura No. 2), es muy similar al anterior, excepto que la masa obtenida puede ser deshidratada y utilizada en la preparación de bebidas y de otros alimentos.

CUADRO No. 5

Composición y Valor Nutritivo de Maisoy.

Componentes	%
Maíz	70
Soya	30
Vitaminas y minerales	+

% Proteína	17 -- 18
% Grasa	10 -- 11

Índice de Eficiencia Proteínica	2.54

PROCESAMIENTO DE MEZCLAS DE MAIZ Y SOYA, USANDO COCCION ALCALINA

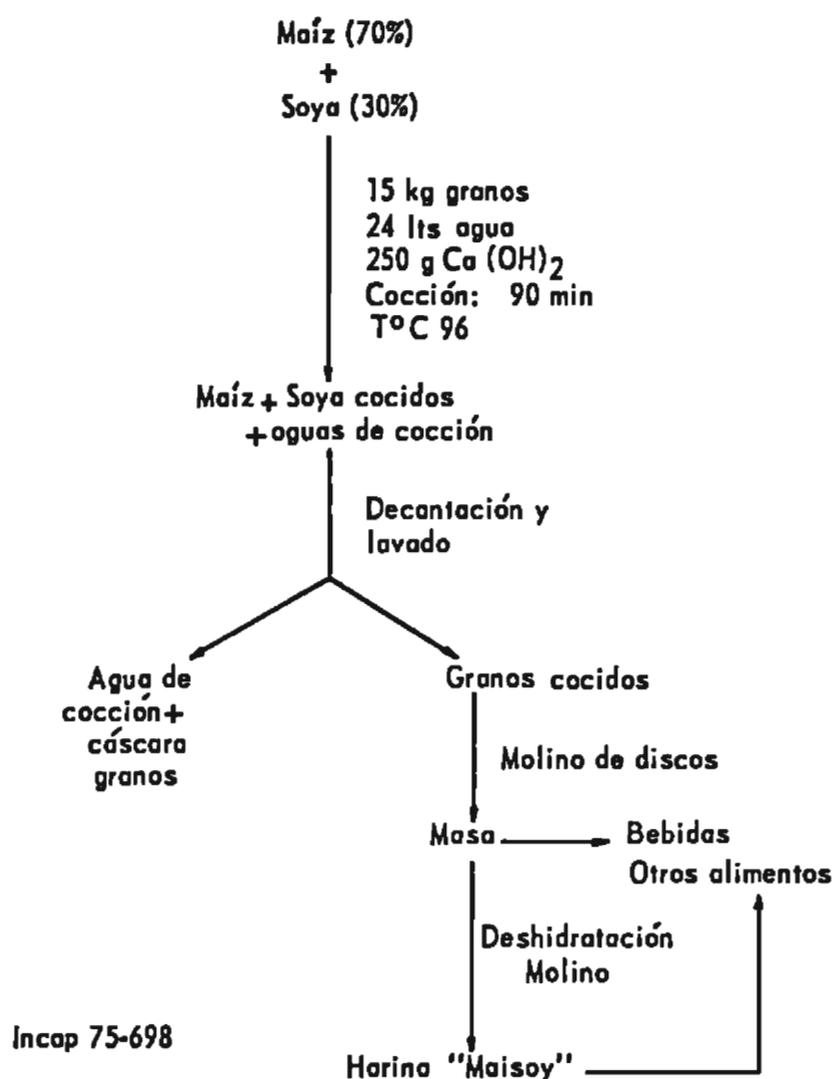


FIGURA 2

2. Características físicas y biológicas de la tortilla suplementada

El mejoramiento nutricional de la tortilla es solamente uno de los aspectos a considerar en la introducción de un suplemento a un alimento básico como es el maíz en

nuestras poblaciones. Las características físicas y organolépticas del alimento suplementado constituyen también puntos muy importantes desde el punto de vista industrial y del consumidor. El uso de un suplemento proteínico puede tener un efecto sobre las propiedades reológicas y organolépticas de la masa de maíz usada para la preparación de las tortillas. Desafortunadamente se ha llevado muy poca investigación (17, 20) sobre las características reológicas de la masa de maíz misma, principalmente porque la preparación de la tortilla es todavía un proceso casero, con poca contribución, por lo menos en Centro América, de la industria alimenticia. Se espera sin embargo, que a medida que esta industria progrese, los productos preparados a base de maíz ocuparán un lugar en el mercado de nuestros países, y estas propiedades tendrán que ser determinadas. El Cuadro No. 6 resume el efecto de agregar a la masa de maíz harinas de soya con diferentes solubilidades de nitrógeno. Los resultados muestran el mejoramiento obtenido en la calidad proteínica de la masa, y la tendencia a obtener una mejor respuesta con la harina de soya de menor solubilidad de nitrógeno. Este efecto se debe posiblemente a que el tratamiento térmico relativamente más drástico aplicado a esta harina ha eliminado completamente los factores anti-nutricionales de la soya. Es de interés también hacer notar que la mejor preparación, en términos de ganancia en peso, es aquella representada por la adición del frijol de soya entero.

CUADRO No 6

Mejoramiento de la Calidad Proteínica de la Masa de Maíz Suplementada con Harinas de Soya de Diferentes Índices de Solubilidad de Nitrógeno.

Suplemento	Índice de solubilidad de nitrógeno de la harina de soya %*	% proteína en la dieta	Ganancia en peso g/28 días	Índice de Eficiencia Proteínica
Ninguno	---	6.8	31	1.65
8% harina de soya-1	99.7	9.6	78	2.20
8% harina de soya-2	96.7	9.4	73	2.26
8% harina de soya-3	82.3	9.3	89	2.50
15% frijol soya entero**	---	11.7	106	2.46
8% proteína de soya texturizada	---	10.7	96	2.31

* Solubilidad de nitrógeno en NaOH 0.02N

** Cocido con cal, con 85% de maíz.

En pruebas de aceptabilidad llevadas a cabo a nivel de laboratorio, con el tipo de maíz normalmente consumido en los países de Centro América, no se encontraron diferencias significativas entre las diferentes tortillas, aunque aquéllas preparadas con maíz y frijol de soya entero consistentemente fueron clasificadas en primer lugar.

Se determinó también la capacidad de retención de agua en las tortillas suplementadas y no suplementadas, pesando las diferentes preparaciones por un periodo de 3 días (21). Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente gráfica (Figura No. 3), indicando que en un periodo de 72 horas, a temperatura de laboratorio, la retención de agua fue similar para las diferentes preparaciones. Este es un aspecto importante desde el punto de vista del consumidor ya que las tortillas que se consumen en el desayuno se preparan en el día anterior; en otras palabras, la característica de retención de agua es una medida indirecta de la textura del producto durante un período definido de tiempo.

Otras medidas físicas adicionales, se llevaron a cabo en las diferentes preparaciones (21). El Cuadro No. 7 muestra el farinograma obtenido en la masa de maíz, así como el de la masa de maíz suplementada con las diferentes harinas de soya y con el frijol de soya entero. Como puede observarse, la absorción de agua durante el mezclado es muy similar entre las diferentes masas, aunque existe una pequeña tendencia a disminuir con la adición de la harina de soya,

siendo más pronunciada en el caso del frijol de soya entero. Ya que la absorción de agua está relacionada de alguna manera con la

CAPACIDAD DE RETENCION DE AGUA EN TORTILLAS PREPARADAS DE MAIZ Y MAIZ SUPLEMENTADO CON HARINA DE SOYA Y SOYA ENTERA

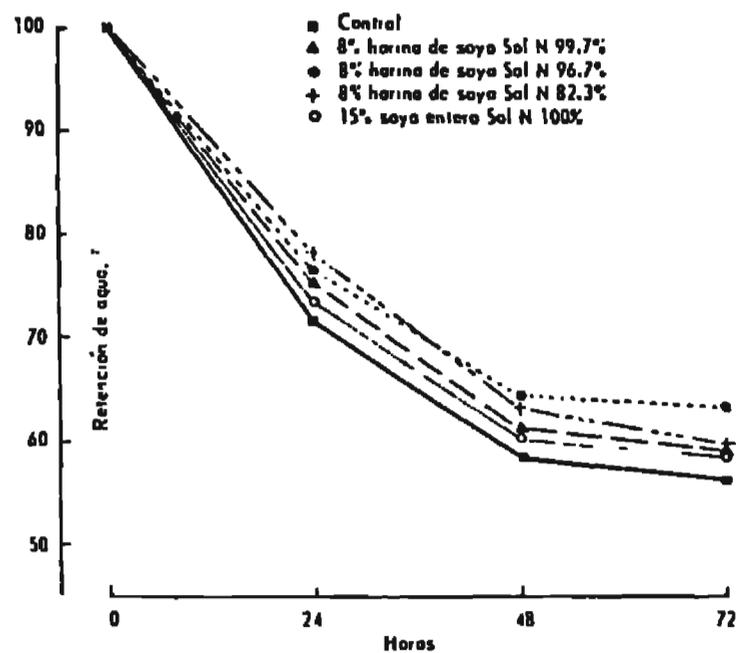


FIGURA 3

Incap 75-196

consistencia de la masa, el tiempo requerido para el desarrollo de la consistencia máxima es mayor para la masa de maíz suplementado, al comparar con la masa sin suplemento. Nuevamente, la muestra de maíz con frijol de soya entero tomó un mayor tiempo para alcanzar la consistencia máxima. Estos datos, también muestran que la estabilidad o resistencia de la masa a romperse es mayor para el maíz no suplementado al compararlo con las muestras suplementadas, excepto en el caso de la masa preparada con maíz y frijol de soya entero.

CUADRO No. 7

Características Farinográficas de la Masa de Maíz Suplementada con Harina de Soya.

Suplemento	Absorción de agua (A)	Tiempo requerido para el desarrollo de la máxima consistencia de la masa (B) (Min.)	Resistencia de la masa a romperse (C) (Min.)	pH
Control	136.0	14.0	8.5	7.05
8% harina soya-1	135.0	16.0	4.5	6.95
8% harina soya-2	136.0	16.5	6.0	6.95
8% harina soya-3	134.0	22.5	7.5	6.95
15% frijol entero	131.0	23.5	estable	8.70

Sumarizando, estos resultados muestran que la adición de la harina de soya tiende a disminuir la resistencia de la masa de maíz a romperse, probablemente debido a la menor cantidad de almidón en estas mezclas, que fue reemplazado por las proteínas de la soya. Se sabe que las globulinas de la soya no poseen las mismas propiedades reológicas que las proteínas de los cereales. A este respecto, el comportamiento diferente de la muestra con frijol de soya entero es probablemente debido al tratamiento térmico menos drástico, en comparación con el calor aplicado durante la preparación de harinas de soya, lo cual se ha demostrado que tiene un efecto adverso en la panificación. Estas observaciones se confirmaron con los datos de los amilogramas obtenidos para estas mismas muestras, y que se muestran en el Cuadro No. 8. Nuevamente se puede obser-

punto de vista práctico, ya que las pruebas de aceptabilidad llevadas a cabo no mostraron diferencias estadísticas significativas al comparar con la tortilla preparada del maíz no suplementado. Sin embargo, es importante indicar que los resultados obtenidos sugieren que niveles mayores de harina de soya podrían afectar más drásticamente la consistencia de la masa de maíz usada para la preparación de tortillas. La adición de harina de soya no cambia la apariencia de la tortilla o su color, y puede ser usada en la preparación de otros alimentos a base de maíz como se muestra en las Figuras 4 y 5. Es también de interés mencionar que se han llevado a cabo estudios adicionales sobre la estabilidad química y biológica del suplemento durante la preparación de la tortilla (22) así como el almacenamiento (17), con resultados satisfactorios.

CUADRO No. 8

Características Amilográficas de la Masa de Maíz Conteniendo 8% de Harina de Soya

Suplemento harina de soya	Tiempo para máxima viscosidad (Min.)	Temperatura para máxima viscosidad B.U.*	Máxima viscosidad B.U.*	Viscosidad a 94°C
Control	44.0	91	1030	996
No 1	43.0	89.5	760	708
No. 2	43.0	89.5	860	770
No. 3	44.0	91.0	880	840
No. 4	43.3	89.9	1130	1050

* B.U. Unidades Brabender.

var que las máximas viscosidades se obtuvieron con la masa de maíz sin suplemento y de la masa de maíz con frijol de soya entero. En el caso de la última muestra es posible que el pH alcalino usado haya influenciado esta mayor viscosidad, ya que se ha demostrado que hay un efecto del pH sobre la gelatinización y desdoblamiento del almidón de maíz.

Aunque los resultados obtenidos con el amilógrafo y el farinógrafo, mostraron algunas diferencias en las características físicas de la masa de maíz suplementada, estos cambios no son significativos desde el

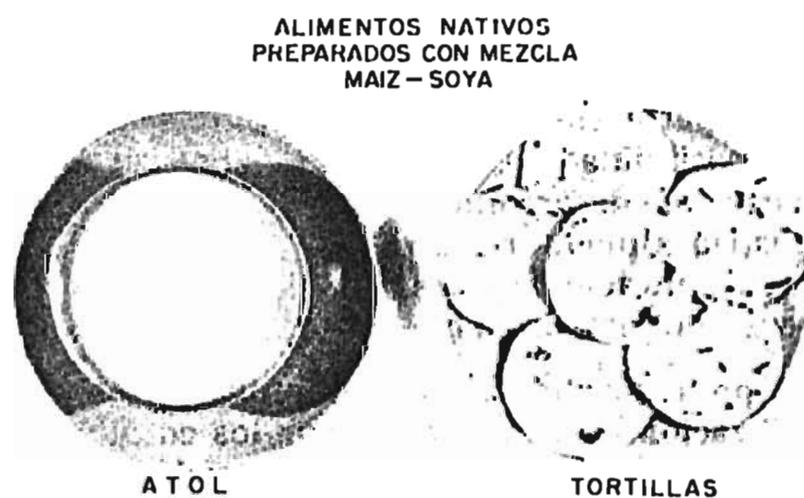


FIGURA 4

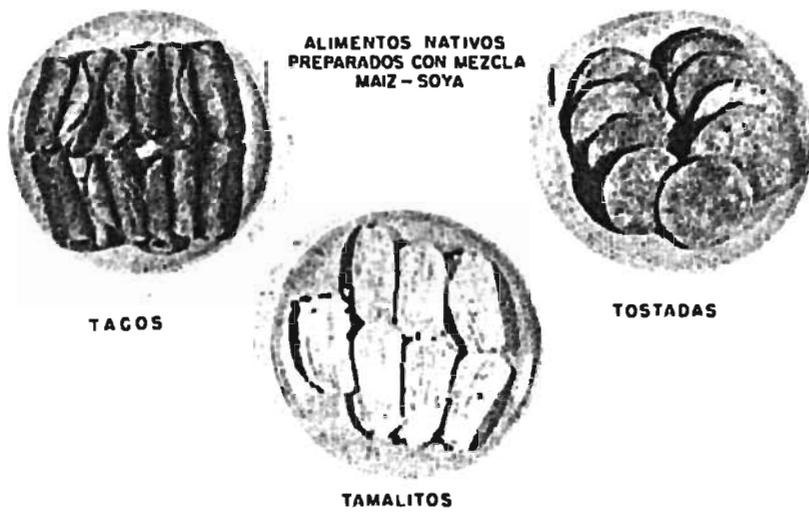


FIGURA 5

Otras consideraciones generales

Desde el punto de vista nutricional, cualquiera de las posibilidades anteriormente presentadas sería de un beneficio positivo en mejorar el valor nutritivo de la dieta básica de poblaciones que consumen el maíz. Sin embargo, desde el punto de vista operacional es de interés señalar algunas de las ventajas y desventajas de los procedimientos discutidos.

En el caso de la harina de soya desgrasada es obvio que la utilización de este material involucra los siguientes aspectos: 1. la existencia de industrias que procesen la materia prima; 2. por razones de orden tecnológico y práctico el sistema de adición del suplemento debe ser preferentemente a nivel industrial. Sin embargo, la mayor parte del maíz es consumido en forma de tortilla, proceso éste realizado en gran proporción a nivel casero, principalmente en las áreas rurales, limitando así la posibilidad de que este suplemento alcance un gran sector de la población que lo necesita. Otra posibilidad consiste en agregar el suplemento a nivel de los pequeños molinos distribuidos en el área rural, sin embargo el nivel educacional de la población y el control de la operación han limitado en gran parte esta posibilidad. En resumen, esta posibilidad está condicionada en gran parte al desarrollo tecnológico que la industria alimentaria tenga en nuestros países y su aplicación en los momentos actuales parece ser más probable en el área urbana.

Con respecto al frijol de soya entero, su utilización está favorecida por los consiguientes puntos: 1. puede ser procesado a nivel casero, en la preparación del alimento. Es decir, no necesita una intervención indus-

trial previa para su utilización; 2. además del aporte proteínico, proporciona también calorías, nutriente éste también deficiente en la dieta básica de la población; 3. ofrece la posibilidad de establecer a nivel rural, agro-industrias que permitan la utilización de la soya no sólo para suplementar la tortilla, sino también otros alimentos de alto contenido proteínico y calórico. La figura No. 6 muestra el esquema de una posible industria que podría ser establecida preferentemente a nivel rural, con los beneficios económicos y nutricionales anteriormente indicados.

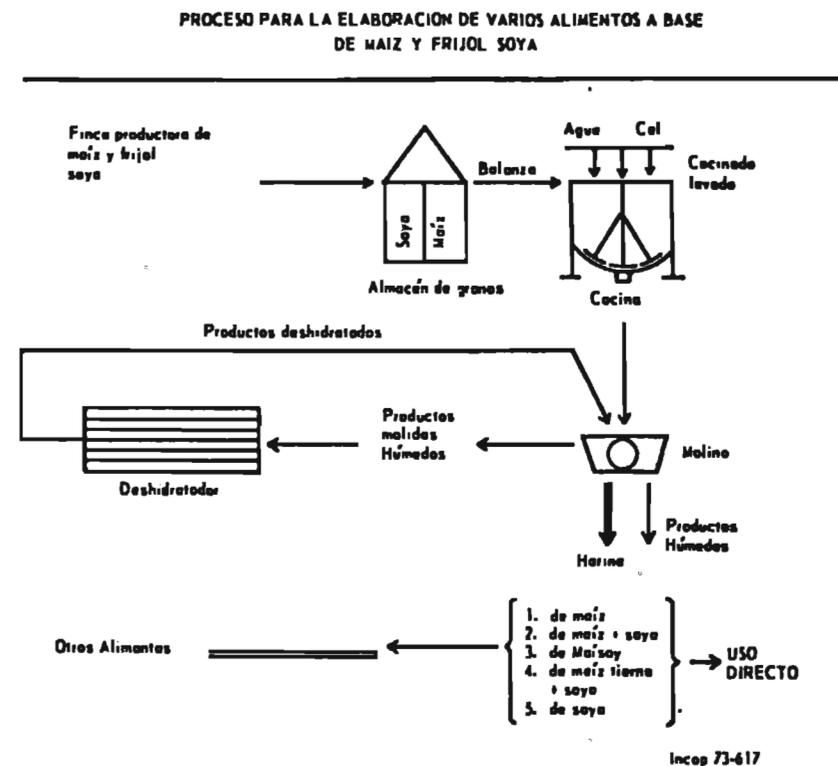


FIGURA 6

Es obvio que el éxito de cualquiera de las posibilidades discutidas depende de la disponibilidad de la materia prima y ya que en algunos de estos países la soya no es un cultivo generalizado, esto involucra programas de extensión agrícola, así como de educación nutricional que permitan beneficiarse al máximo de este cultivo.

BIBLIOGRAFIA

1. Bressani, R. and L. G. Elias. "Processed vegetable protein mixtures for human consumption in developing countries". p. 1-103. En: *Advances in Food Research*. Vol. 13. (C.O. Chichester, E. M. Mrak, G. F. Stewart, eds.). Academic Press, Inc. 1968.
2. Mejoramiento nutricional del maíz. (R. Bressani, J. E. Braham y M. Béhar, eds.). Me-

- memorias de una Conferencia INCAP, Marzo 6-8, 1972. Publicación INCAP L-3, Octubre 1972.
3. Bressani, R. L. G. Elías, L. J. Mata and J. J. Urrutia. "Development and nutritional evaluation of soybean protein supplement for maize". In: Symposium enrichment and fortification of cereal products. AACC, 59th Annual Meeting. Oct. 20-24, 1974. Montreal, Canada.
 4. Elías, L. G. and R. Bressani. "Nutritional value of the protein of tortilla flour and its improvement by fortification in Central America". In: Nutritional improvement of maize. p. 168. (Eds. R. Bressani, J. E. Braham and M. Béhar). INCAP, Pub. L-4, 1972.
 5. Bressani, R., L. G. Elías y J. E. Braham. Suplementación, con aminoácidos, del maíz y de la tortilla. Arch. Latinoamer. Nutr. 18:123. 1968.
 6. Waddel, J. Supplementation of plant proteins with aminoacids, in processed plant protein foodstuffs. p. 307. Altschul, A. M. Ed. Academic Press, New York. 1958.
 7. Circle, S. J. and D. W. Johnson. Edible isolated soybean protein, in processed plant protein foodstuffs. p. 399. Altschull, A. M. ed., Academic Press, New York, 1958.
 8. Bressani, R. and L. G. Elías. All-vegetable protein mixture for human feeding. The development of INCAP vegetable mixture 14 based on soy-bean flour. J. Food Sci. 31:626-631. 1966.
 9. Bressani, R., L. G. Elías, J. E. Braham, and M. Eroles. Vegetable protein mixtures for human consumption. The development and nutritive value of INCAP mixture 15, based on soybean and cottonseed protein concentrates. Arch. Latinoam. Nutr.
 10. Bressani, R. L. G. Elías and R. A. Gómez Brenes. Improvement of protein quality by aminoacid and protein supplementations. In: International Encyclopedia of Food and Nutrition. Bigwood, E. J. Ed., Vol. 11, Pergamon Press, Oxford, p. 475. 1972.
 11. Elías, L. G. Utilización de sub-productos ricos en proteínas. En: "Recursos proteínicos en América Latina". Béhar, M. and Bressani, R. Eds. Memorias de una Conferencia de nivel latinoamericano celebrada en el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, (INCAP), Ciudad de Guatemala, del 24 al 27 de febrero de 1970. Talleres Gráficos del INCAP, Guatemala, C. A. p. 396. 1971.
 12. Elías, L. G. and R. Bressani. Mejoramiento tecnológico de la calidad proteínica del maíz. II Congreso de Tecnología de Alimentos, realizado en México, D. F. del 18-19 de marzo, 1971.
 13. Elías, L. G. and R. Bressani. Improvement of the protein quality of corn-beans diets by the use of fortified corn or Opaque-2 corn. Western Hemisphere Nutritive Congress III, Bal Harbour, Miami Beach, Florida. August 20-September, 1971.
 14. Bressani, R. L. G. Elías and M. Flores. Basic information required before enrichment and/or fortification program. Workshop on Food Enrichment and Fortification Program. Washington, D. C., June 7-9, 1971.
 15. Bressani, R. and L. G. Elías. "Development of highly nutritious products". p. 251-274. 1973. In: Man, food and nutrition. (M. Rechcigl Jr., ed.). CRC Press, A Division of the Chemical Rubber Co. 18901 Cranwood Parkway, Cleveland, Ohio 44128.
 16. Mata, L. J., J. J. Urrutia, B. García, R. Bressani, P. Lachance y M. A. Guzmán. "Un modelo de fortificación del maíz con harina de soya, lisina y otros nutrientes, en una comunidad rural de bajo nivel socio-económico". p. 278-293. En: mejoramiento nutricional del maíz (R. Bressani, J. E. Braham, y M. Béhar, eds.). Publicación INCAP L-3, Oct. 1972.
 17. Bressani, R., L. G. Elías, L. Mata and J. J. Urrutia. Development and nutritional evaluation of a soybean protein supplement for maize. In: Symposium on "Enrichment and Fortification of cereal products", held in Montreal, Canada, 19-24 October, 1974, sponsored by the American Association of Cereal Chemists (AACC).
 18. Bressani, R., B. Murillo and L. G. Elías. Whole soybeans as a means of increasing protein and calories in maize-based diets. J. Food Sci. 39:577-580, 1974.
 19. Bressani, R. y L. G. Elías. Fortificación de alimentos tradicionales en la solución de los problemas de sub-nutrición. En: II Seminario Latino Americano de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Sociedad Brasileña de Ciencia y Tecnología de Alimentos (SBCTA) e Instituto de Tecnología de Alimentos (ITAL). 24-30 agosto de 1975. Campiñas, Sao Paulo, Brasil.
 20. Cortez, Alicia y Carlos Wild-Altamirano. Contribución a la tecnología de la harina de maíz. En: Mejoramiento Nutricional del Maíz p. 90 (R. Bressani, J. E. Braham y M. Béhar, eds.). Publicación INCAP L-3, octubre 1972.
 21. Elías, L. G., G. de la Fuente y R. Bressani. Rheological and nutritional properties of tortilla flour supplemented with different soybean protein products. (In preparation).
 22. Elías, L. G. y R. Bressani. Efecto del procesamiento sobre la estabilidad de suplementos de lisina y triptofano en maíz y tortilla. En: Primer Simposio sobre proteínas alimenticias. Facultad de Medicina, Buenos Aires, Argentina. 18-21 mayo, 1970.