

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.

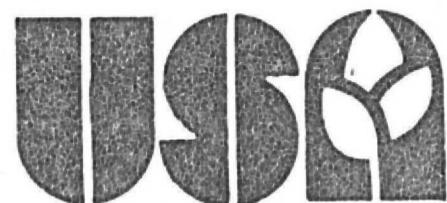
PROF. RUBEN BERRA, M. EN C.
Universidad Nacional Autónoma
de México (UNAM)
México.

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

PATROCINADORES:

Asociación Americana de Soya

Servicio Exterior de Agricultura



- co. Comercio Exterior. 1975, 25 (5) 559-571.
- 4.—Comisión Nacional de Salarios Mínimos. Familias con salario mínimo. Algunas características económicas, sociales y culturales. México. 1971.
- 5.—White A., Handler P., y Smith E., Principles of biochemistry, Third Edition. Chapter 53.—The major nutrients, protein, lipid and carbohydrates. McGraw-Hill Book Co., New York. 1964.
- 6.—Arroyave, G., Nutritive values of dietary proteins: For Whom? Proceedings of the Ninth International Congress of Nutrition, México México 1972, Vol. 1, pp. 43-48. Karger, Basel, 1975.
- 7.—Gallardo López Alfonso, Análisis de los factores económicos y tecnológicos y el mejoramiento de la alimentación humana. Acta Médica, 1971, 7 (25) pp. 31-55.
- 8.—FAO: Estudios sobre nutrición No. 24. Contenido de aminoácidos de los alimentos y datos biológicos sobre proteínas. Servicio de Ciencia y Política de la Alimentación. Dirección de Nutrición, FAO Roma, 1970.
- 9.—Maurón J. Malabsorption due to lactose intolerance: Reflections on the problem in the food industry. Proceedings of the Ninth International Congress of Nutrition, México 1972, Vol. 1, pp. 187-197 Karger, Basel. 1975.

E-892

CALIDAD PROTEINICA DE LA SOYA Y SU EFECTIVIDAD SUPLEMENTARIA*

RICARDO BRESSANI**

Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP), Guatemala, C. A.

INTRODUCCION

El problema de la disponibilidad de suplementos proteínicos adecuados, tanto en términos de cantidad como de calidad nutricional, sigue siendo de suma importancia para la población humana de bajos recursos económicos, así como para aquéllos que en épocas pasadas estaban en posibilidad de comprar productos de origen animal. El primer grupo de población necesita de proteína suplementaria a fin de aumentar su ingesta total y mejorar la calidad de los alimentos que consumen en la actualidad, en particular cereales de baja calidad proteínica, y alimentos que contienen almidón. En cuanto al segundo grupo, su necesidad estriba en disponer de productos extensivos de alimentos de origen animal elaborados con proteína

vegetal, lo que debe lograrse sin que ello perjudique su calidad nutritiva. Se hace esta diferencia entre ambos grupos teniendo en cuenta que los tipos de alimentos factibles de preparar con proteína de origen vegetal como sustituto parcial de la proteína animal, no son componentes habituales de los patrones dietéticos de los grupos de población de bajos ingresos.

Aun cuando se ha hecho énfasis en la proteína, la densidad energética de los alimentos también debe mantenerse a los niveles actuales cuando la ingesta es adecuada. En cambio, debe aumentarse cuando la ingesta es baja o bien cuando la dieta presenta limitaciones físicas para una mayor ingesta.

Dentro de este contexto y considerando las limitaciones económicas, sólo unos cuantos alimentos pueden proporcionar esta doble solución de calidad proteínica y energía. La eliminación de alimentos de origen animal de la dieta, deja a las semillas oleaginosas como fuentes de grasa y proteína, y entre éstas —debido a una variedad de razones— la soya probablemente ocupa el puesto más importante. Es un hecho bien esta-

* Presentado en la Primera Conferencia Latinoamericana sobre la Proteína de Soya, México, D. F., México, del 9 al 12 de noviembre de 1975, bajo el patrocinio de la Asociación Americana de Soya.

** Jefe de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), Guatemala, C. A.

CUADRO 1

Conorrimientos Nutricionales de la Proteína de Soya Derivados de Estudios en Animales de Experimentación.

1. El frijol de soya, en estado crudo, reduce la ganancia de peso y su proteína es de baja calidad. Ello se debe principalmente a la presencia de factores antifisiológicos.
2. El calor destruye los inhibidores del crecimiento. El proceso de autoclave durante 15 minutos bajo condiciones de humedad, o durante 2 horas bajo condiciones de sequedad, destruye los factores antifisiológicos. Este mismo propósito se logra aplicando otros procesos térmicos.
3. El comportamiento del animal y la calidad proteínica mejoran de manera significativa cuando la soya ha sido procesada adecuadamente.
4. La calidad de la proteína mejora significativamente cuando los productos de soya son suplementados con metionina. La proteína de soya es una excelente fuente de lisina.

blecido que, en promedio, la soya contiene 40% de proteína y 20% de grasa. Es considerable el número de estudios realizados sobre la calidad proteínica y los diferentes usos de la soya. El presente artículo intenta resumir dicha información, obtenida principalmente de trabajos experimentales en humanos, aunque también se dan a conocer resultados de estudios en animales de experimentación. En todo caso, éstos no son de manera alguna contradictorios.

La primera parte enfoca una revisión de la calidad proteínica de la soya. Se comenta seguidamente el papel de la soya como proteína suplementaria y complementaria, y se emiten, finalmente, algunas recomendaciones de cómo esta proteína puede hacerse más efectiva.

CALIDAD PROTEINICA DE LA SOYA

A. Reseña de Estudios en Animales Experimentales

La calidad proteínica de la soya ha sido más que documentada en animales de experimentación. Los resultados de varios de estos estudios se suman en el Cuadro 1. Como sucede con la mayoría de leguminosas, la soya cruda reduce la ganancia ponderal, así como el índice de eficiencia proteínica. Sin embargo, cuando el proceso de calentamiento se lleva a cabo bajo condiciones bien controladas, en todos los casos ocurre un mejoramiento del crecimiento y de la calidad proteínica. Diversos hallazgos han demostrado que la proteína de la soya es deficiente en aminoácidos azufrados, y que su adición resulta en una mejora significativa de la calidad de la proteína así como del ritmo de aumento de peso de los animales.

Debido al papel suplementario y complementario que la proteína de soya puede jugar, es importante establecer cuáles son sus aminoácidos limitantes además de su ya reconocida deficiencia en metionina. El Cuadro 2 muestra algunos resultados representativos de este aspecto. En este ejemplo, el efecto de la metionina es evidente; sin embargo, cierto efecto en el mejoramiento de la calidad proteínica también se hace aparente al agregar treonina en presencia de metionina (1). Los efectos no son de una magnitud considerable, ya que el nivel de proteína al que se han llevado a cabo los estudios ha sido relativamente alto. No obstante, esta deficiencia secundaria podría ser significativa de usarse proteína de soya para

CUADRO 2

Efecto de la Suplementación de la Harina de Soya, con Aminoácidos

Aminoácidos agregados	UPN	Balance de nitrógeno g N/4 días
Ninguno	26.6	0.40
+ DL-metionina (0.2)	46.6	0.75
+ DL-treonina (0.2)	31.2	0.51
+ DL-metionina (0.2) + DL-treonina (0.2)	51.0	0.89

Bressani y Elias (1975)

complementar, por ejemplo, la proteína de maíz. Esto se demuestra en el Cuadro 3, en cuyo caso se exponen resultados obtenidos con maíz común y maíz Opaco-2. Según se puede observar, para una mezcla de 60/40 sobre una base proteínica de maíz/soya, los aminoácidos limitantes son metionina, lisina y treonina, en ese orden; pero para una mezcla de 60/40 a base de maíz Opaco-2/soya, los aminoácidos limitantes son metionina y treonina. En este último caso no se observa ningún efecto resultante de la adición de lisina, debido a que el maíz Opaco-2 tiene un alto contenido de este aminoácido (2).

pequeños; la Figura 1 muestra algunos de los resultados notificados por Fomon a este respecto (3). En sus estudios dicho investigador administró tres fuentes de proteína a niños cuyas edades fluctuaban entre cuatro y medio y seis meses. Las fuentes utilizadas fueron: leche humana pasteurizada, una fórmula a base de leche de vaca, y otra elaborada con proteína de soya. Se llegó a la conclusión de que las tres fórmulas eran similares en cuanto a calidad proteínica. Sin embargo, como lo manifiesta el propio autor (3), la interpretación de los resultados que se muestran, requiere bastante precaución,

CUADRO 3

Suplementación, con Aminoácidos, de Mezclas de Soya y Maíz Opaco-2 y de Soya y Maíz Común

Mezcla	Aminoácido agregado	IEP
Soya/maíz Opaco-2 combinación proteínica 60/40%	Ninguno	2.30
	0.20 DL-metionina	2.65
	0.20 DL-metionina + 0.20 DL-treonina	2.95
	Ninguno	2.23
Soya/maíz común combinación proteínica 60/40%	Ninguno	2.23
	0.20 DL-metionina	2.81
	0.20 DL-metionina 0.20 DL-treonina 0.20 L-lisina HCl	3.06
	— — —	2.65
Caseína	— — —	2.65

Bressani y Elias (1969).

B. Estudios en Humanos

La importancia de la proteína de soya como fuente de este nutriente para poblaciones humanas adquiere cada vez más relevancia. Por lo tanto, consideramos pertinente hacer un análisis de los resultados disponibles. Varios son los estudios llevados a cabo con grupos de sujetos humanos de diferentes edades.

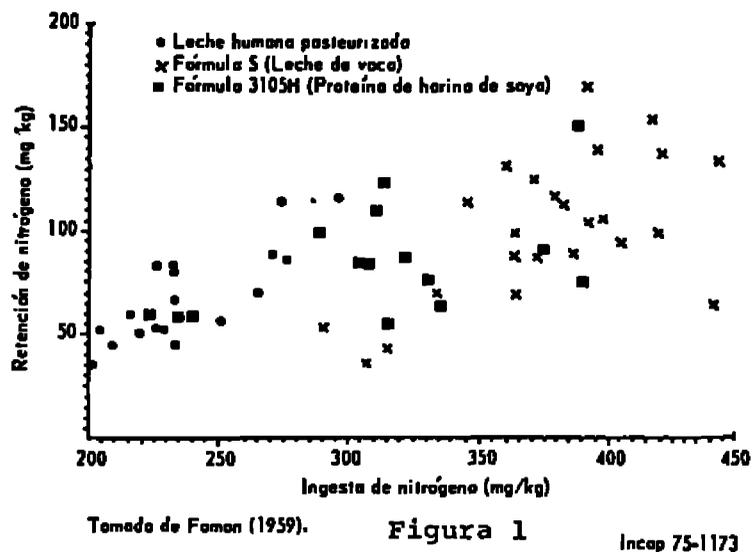
En este análisis no haremos referencia a los posibles efectos del procesamiento sobre la calidad de la proteína de soya, ya que este tópico será objeto de comentarios especiales en esta Conferencia.

Varios investigadores han publicado sus hallazgos en cuanto a la calidad de la proteína de soya sometida a prueba en niños

ya que existen dos variables de importancia; por un lado, la edad del niño, y por el otro, la ingesta proteínica. En este caso en particular, la ingesta proteínica fue probablemente el factor más importante. Las fuentes de proteína fueron administradas a tres diferentes niveles de ingesta: la leche humana a una ingesta promedio de 240 mg/kg/día; la fórmula a base de soya, a 272 mg, y la de leche de vaca, a 398 mg. A fin de eliminar hasta cierto punto la influencia de la ingesta de proteína, la calidad proteínica de las tres fuentes se estimó valiéndose del análisis de regresión de ingesta de nitrógeno a balance nitrogenado, partiendo de los valores que se detallan en la Figura 1. Según se observa, los resultados indican que la leche humana tiene un índice de calidad proteínica de 0.69; la leche de vaca tiene un valor de

0.64 y el preparado de soya de 0.35. Parece ser, pues, que la calidad proteínica del producto de soya fue de alrededor de 50% del valor de la leche humana o de vaca.

RETENCION DE NITROGENO EN RELACION A INGESTA DE NITROGENO, DETERMINADA EN NIÑOS PEQUEÑOS



De Maeyer y Vanderborcht (4) en sus estudios con niños de 3 a 7 años en vías de recuperación de malnutrición proteínica, demostraron que la leche de vaca era superior a la harina de soya en cuanto a promover la retención de nitrógeno. Para explicar sus resultados, los autores propusieron dos posibilidades. La primera, una mayor adecuación nutricional de la proteína de la leche de vaca, que de la proteína de soya. La segunda explicación se basó en la posibilidad de que en la harina de soya persistiera la presencia de un factor antienzima. Otros investigadores, entre ellos Dutra de Oliveira y colaboradores (5), usando leche de soya, obtuvieron tan buenos resultados como con leche de vaca. Sin embargo, el producto fue sometido a cocción por lo menos tres veces antes de ser consumido: una vez, durante su preparación, de nuevo, durante el proceso

de secado, y por último, antes de administrarlo. En consecuencia, en vista de estos resultados contradictorios, es posible que la harina de soya procesada todavía contenga factores antifisiológicos que puede que sean efectivos en organismos animales muy jóvenes.

En nuestro criterio, este punto requiere mayor atención, sobre todo en vista de los resultados obtenidos con terneros de 3 días de nacidos. De pequeños, o sea en la etapa de prerumiantes, estos animales tienen una actividad proteolítica baja, por lo que la leche de soya que se les administra no rinde los resultados que sería de esperar.

Durante muchos años, la harina de soya ha sido usada como uno de los ingredientes de la fórmula reemplazadora de la leche, pero su inclusión generalmente reduce el valor nutricional del reemplazador. El Cuadro 4 muestra algunos resultados a este respecto. Como puede observarse, la ganancia de peso es consistentemente menor cuando el reemplazador de leche para terneros contiene harina de soya. Debe hacerse hincapié en el hecho de que, como lo muestra el Cuadro, la calidad proteínica de estos productos, sometidos a prueba en ratas, es alta. Los valores de eficiencia proteínica que se presentan en el mismo Cuadro sugieren que el reemplazador a base de leche de soya es de muy alta calidad. Consecuentemente, a partir de estos estudios se concluye que el uso de harina de soya en la alimentación de terneros de 3 días de nacidos, aún contiene compuestos que, en el caso de estos animales, interfieren con su valor nutricional. Esta fue también la conclusión a que llegaron otros investigadores en sus estudios con niños de temprana edad (6).

CUADRO 4

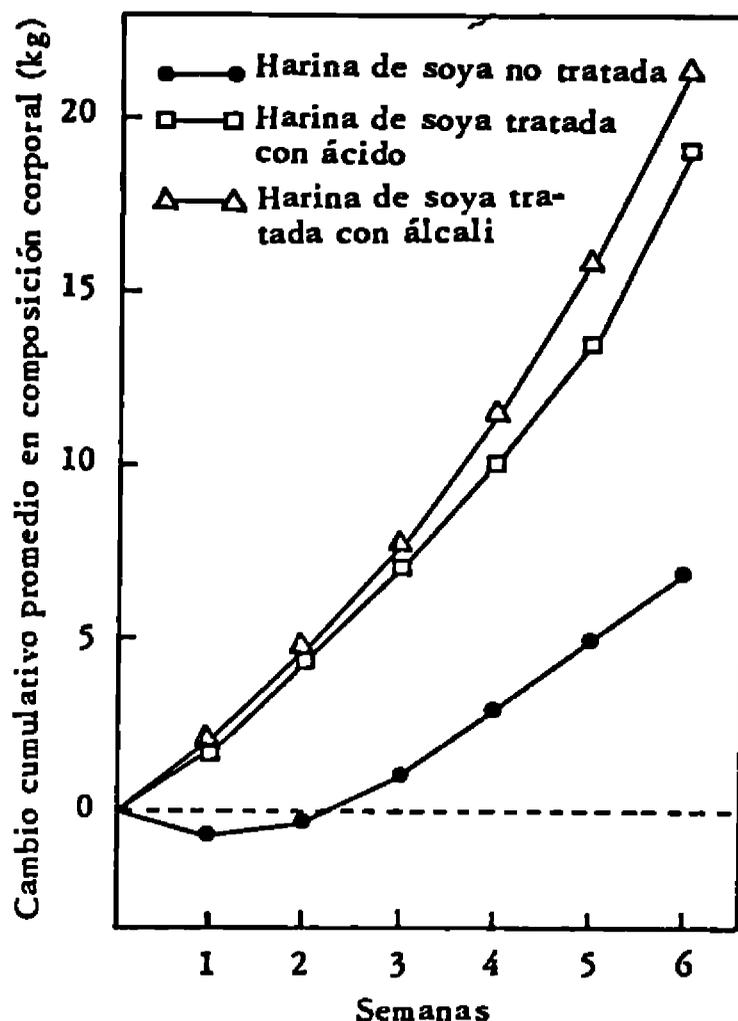
Comportamiento de Terneros de 3 Días de Edad Alimentados con Reemplazadores de Leche Basados en Harina de Soya o Harina de Algodón

Tratamiento dietético	Promedio de ganancia ponderal diaria, kg (terneros)	IEP (ratas)
Leche de vaca	0.52	3.07
Harina de soya en reemplazo de leche	0.44	2.80
Harina de algodón en reemplazo de leche	0.51	2.77

Bressani, Jarquín y González (INCAP).

Investigando más a fondo este problema, Colvin y Ramsey (7-9) encontraron que el crecimiento de terneros alimentados con un reemplazador que contenga harina de soya como fuente única de proteína, puede mejorarse tratando la harina a un pH de 4.0 durante 5 horas, a 37°C. Los mismos autores también indican haber obtenido un mejoramiento similar al tratar la harina de soya a un pH de 10.6. Algunos de sus resultados se sumarizan en la Figura 2 y demuestran que el crecimiento del animal alimentado con harina de soya tratada con ácido o álcali, fue superior al observado en los animales que recibieron la harina tratada por los medios corrientes. Más aún, otras investigaciones (10) sugieren que la harina de soya de cocción completa contiene una forma inactiva del inhibidor de la tripsina, la que se activa en el rango de un pI de 7-9. Otros autores (11) también han encontrado que el tratamiento de la harina de soya con álcali aumenta la tasa de crecimiento de los lechones. Estos resultados asumen cierta importancia en el campo de la tecnología de la soya, ya que se ha informado que el tratamiento alcalino de la harina de soya y otros alimentos produce lisinoaliniina y otros compuestos que pueden causar daño renal y otros cambios patológicos (12).

CAMBIOS CUMULATIVOS PROMEDIO EN EL PESO CORPORAL DE TERNEROS ALIMENTADOS CON REEMPLAZADORES DE LECHE PREPARADOS CON HARINA DE SOYA



Tomada de Colvin y Ramsey (1968, 1969 a, b)

Incap 75-1177

FIGURA 2.

soya pura usada por sí sola, el valor biológico promedio o sea la cantidad de proteína retenida de la cantidad absorbida, fue de 63.5%. La adición de 1.2 g de metionina por 16 g de nitrógeno, a la harina de soya, aumentó su valor biológico a 74.9%, lo que equivale a 90.6% del valor biológico de la proteína de leche descremada. La digestibilidad verdadera de la proteína fue levemente-

CUADRO 5

Calidad de la Proteína de Soya Administrada a Niños de 8 a 9 años de edad.

Fuente de proteína	Ingesta de proteína g/día	Digestibilidad proteínica verdadera, %	Valor biológico %
Harina de soya	1.2	84.0	63.5
Harina de soya + DL-metionina	1.2	86.4	74.9
Leche descremada	1.2	87.1	82.6

Parthasarathy et al. (1964).

te menor al utilizar soya que leche. En sus estudios con niños, Graham (14) confirmó que se obtenían valores de retención de nitrógeno más altos con harina de soya integral suplementada con metionina, que al administrar ésta sin el agregado de dicho amino-ácido.

Korslund et al. (15) utilizaron sujetos humanos de más edad en sus estudios orientados a evaluar la calidad de la proteína de soya texturizada. Los resultados obtenidos por estos autores se presentan en el Cuadro 6. En este caso, los sujetos recibieron 4 g

al alimento a base de soya aumentó la retención de nitrógeno a valores más altos que los obtenidos con la carne.

Se han realizado también estudios con sujetos humanos adultos. Kies y Fox (16), por ejemplo, dieron a conocer los resultados de las pruebas de balance de nitrógeno (Cuadro 7) que obtuvieron en adultos alimentados con dos niveles de proteína de soya y de carne. Al nivel más bajo de ingesta de nitrógeno, la proteína de carne dio mejor retención nitrogenada que la proteína de soya texturizada, con y sin la adición de me-

CUADRO 6

Calidad de la Proteína de Soya en Jóvenes de 12 a 16 Años de Edad

Fuente de proteína	Ingesta de nitrógeno g/día	Digestibilidad aparente, %	Balance de nitrógeno g/día
Proteína de soya (PVT)	40	79	-0.08
Proteína de soya (PVT) + 1% DL-metionina	40	80	+0.48
Carne	40	82	+0.32

PVT = Proteína vegetal texturizada. Korslund et al. (1964).

de nitrógeno de proteína de soya como proteína vegetal texturizada (PVT), con y sin suplementación de metionina, y proteína de carne. Cuando la proteína administrada fue PVT, el balance de nitrógeno fue negativo, mientras que la retención fue relativamente alta cuando la proteína provenía de la carne. No obstante, el agregado de metionina

tionina, aún cuando todos los valores fueron negativos. El agregado de metionina mejoró la retención nitrogenada a niveles bajos de ingesta de nitrógeno, pero no sucedió así cuando éstos se aumentaron a 8.0 g/día. A este nivel alto, todas las fuentes de proteína administradas dieron valores similares de retención nitrogenada.

CUADRO 7

Calidad de la Proteína de Soya en Sujetos Humanos Adultos

Fuente de proteína	Ingesta de nitrógeno g/día	Digestibilidad de la proteína %	Balance de nitrógeno g/día
Proteína de soya (PVT)	4.0	79.4	0.70
Proteína de soya (PVT) + 1% DL-metionina		79.2	0.45
Carne		81.4	0.30
Proteína de soya (PVT)	8.0	81.6	0.78
Proteína de soya (PVT) + 1% DL-metionina		80.1	0.72
Carne		82.7	0.74

PVT = Proteína vegetal texturizada. Kies y Fox (1971).

Los hallazgos a que nos referimos demuestran que en sus diferentes formas, la proteína de soya es de calidad inferior a la proteína animal, y que mejora al ser suplementada con metionina, su aminoácido limitante. Esta información es similar a la obtenida en estudios con animales.

PAPEL NUTRICIONAL DE LA PROTEÍNA DE SOYA

A. Valor Suplementario

La proteína de soya contiene de 60 a 105% de los diferentes aminoácidos esenciales, en comparación con una cantidad igual de proteína de huevo. La cifra más baja, 60%, se refiere a los aminoácidos azufrados, metionina más cistina. Por otra parte, el valor más alto atañe a la lisina, aminoácido en que los cereales son deficientes. Sobre estas bases, la calidad de la proteína de soya ad-

El papel que la proteína de soya puede jugar a este respecto es doble. Primero como proteína suplementaria de los cereales, y segundo, como el componente proteínico principal en alimentos ricos en proteína. Su papel como proteína suplementaria está más que documentado, y en el Cuadro 8 pueden verse algunos resultados en este sentido (17-19). El análisis de estos hallazgos revela dos puntos de interés. Primero que la adición de cantidades relativamente pequeñas de harina de soya aumenta la calidad proteínica del cereal, y segundo, que la proteína total también aumenta en cantidades que exceden 4 a 5 más de la que contienen los cereales. Ya se están aprovechando aplicaciones prácticas derivadas de estos resultados, pero la mayoría de estas acciones se suscitan solamente en los países desarrollados.

A partir de los resultados a que se alude, hace algunos años en nuestros laboratorios

CUADRO 8

Efecto Suplementario de la Proteína de Soya a los Cereales

Cereal	Nivel de soya %	IEP	Proteína adicional derivada de la soya g %
Maíz	—	1.00	—
Maíz + HFS	8.0	2.25	4
Arroz	—	1.87	—
Arroz + HFS	8.0	2.88	4
Harina de trigo	—	0.70	—
Harina de trigo + HFS	10.0	2.01	5
Trigo integral	—	1.32	—
Trigo integral + HFS	8.0	1.91	5

HFS = Harina de frijol soya.

ministrada por sí sola es más o menos la que corrientemente acusan diversas fuentes de proteína, y ciertamente inferior a la proteína de origen animal. Debido al contenido de aminoácidos esenciales de la proteína de soya, su mayor potencial nutricional se relaciona con el aporte que puede hacer para balancear la composición de aminoácidos esenciales en que los cereales son deficientes. Como bien se sabe, para muchos grupos de población estos últimos alimentos proporcionan la mayor ingesta de proteína la cual es deficiente en lisina.

logramos desarrollar un suplemento proteínico de harina de maíz para la preparación de tortillas (20). La fórmula de este suplemento se da a conocer en el Cuadro 9, y según se observa, contiene harina de soya, lisina, tiamina, riboflavina, niacina, vitamina A y hierro. Este suplemento se puede agregar a una tasa de 8% a la harina de maíz preparada a nivel industrial, o en el momento en que el maíz cocido se muele en los molinos de las diversas comunidades. Su aceptación y sus efectos de largo plazo están actualmente bajo estudio en una aldea

de Guatemala que cuenta con un total de 1,700 familias (21). El mejoramiento de la calidad proteínica, inducido por la adición del suplemento puede apreciarse en el Cuadro 10, que muestra los resultados de estudios llevados a cabo con niños (22). La ingesta de proteína se fijó a 1.25 g/kg/día con una ingesta de calorías adecuada, esto es, de 100g/kg/día. Como se puede ver en la columna correspondiente a nitrógeno retenido, la adición de 8% del suplemento aumentó la retención a valores cercanos a los obtenidos con leche. En años recientes se ha demostrado también la factibilidad de otras aplicaciones. Una de éstas, de gran importancia, es el uso de la harina de soya desgrasada o integral para la elaboración de pan. Los resultados de Tsen y Hoover a este respecto (23) se muestran en el Cuadro 11. El pan preparado con 12% de harina de soya no sólo es aceptable por el consumidor, sino que contiene más proteína y de mejor calidad que el elaborado con harina de trigo común.

CUADRO 9

Suplemento de Harina de Soya para Maíz Tratado con cal

Ingrediente	%
Harina de soya	97.5000
L-lisina HCl	1.5000
Tiamina	0.0268
Riboflavina	0.0162
Niacinamida	0.1930
Ortofosfato de hierro	0.6000
Vitamina A, 250 SD	0.0313
Almidón de maíz	0.1327
	<hr/> 100.0000
Tasa de adición al maíz tratado con cal	8%

Elías y Bressani (1972).

CUADRO 10

Calidad de la Proteína en Niños Preescolares Alimentados con Maíz Tratado con cal, Suplementado con Soya

Fuente de proteína	No. de Niños	Edad cronológica, meses	Balance de nitrógeno		
			ingerido	absorbido	retenido
			mg/kg/día		
Maíz	6	30	192	144	30
Maíz + suplemento de soya	6	30	197	154	63
Leche	7	24	195	157	75

Viteri et al (1972).

CUADRO 11

Calidad de la Proteína del pan, con y sin el Agregado de Harina de Soya

Pan	Composición, %		Promedio de ganancia en peso g*	Ganancia, g/proteína consumida
	Humedad	Proteína		
Blanco	9.5	14.0	32	0.92
12% de soya	9.2	18.3	120	1.55

* *Dieta: 91.5% de pan molido + 2% de premezcla vitamínica + 2% de premezcla de minerales + 3% de grasa.*

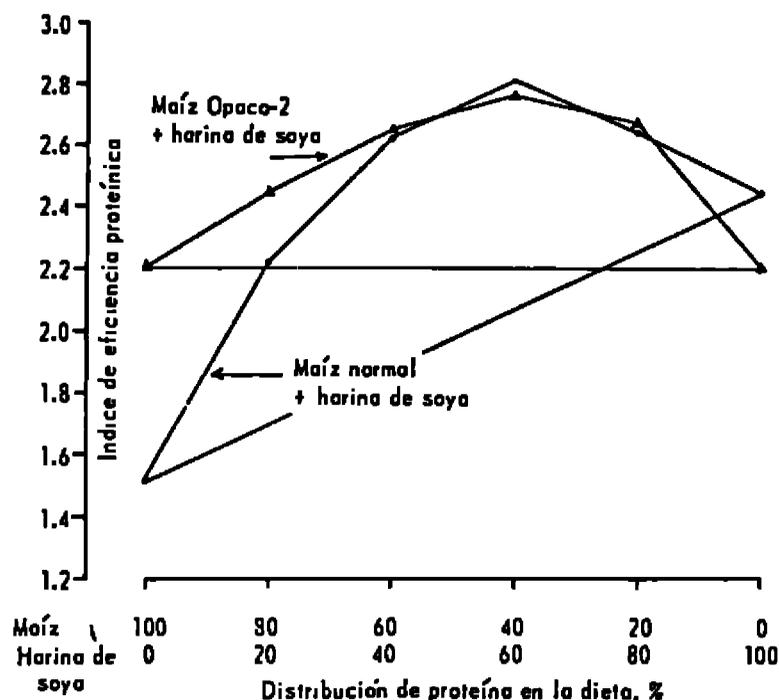
Tsen (1972) y Tsen y Hoover (1973).

B. Papel Complementario

Como ya indicáramos, el segundo papel de importancia que en términos de nutrición puede desempeñar la soya, es como el com-

ponente proteínico principal en los alimentos ricos en proteína. El efecto complementario de la proteína de soya con la del maíz común o la del Opaco-2, se ilustra en la Figura 3 (2).

INDICE DE EFICIENCIA PROTEINICA DE LA COMBINACION DE MAIZ NORMAL U OPACO-2 Y HARINA DE SOYA



	Lis.	Trip.	TAA
	mg g N		
Maíz normal	180	38	197
Maíz Opaco-2	306	94	234
Harina de soya	395	86	195

TAA = Total de aminoácidos azufrados.

Figura 3

Incap 75-1174

Según revelan los resultados, la harina de soya/maíz normal, y la harina de soya/maíz Opaco-2 tienen patrones complementarios cuando se mezclan en una razón proteínica de 60% de harina de soya y 40% de maíz, proporción ésta a la que alcanza una calidad proteínica máxima. El análisis del patrón de aminoácidos de ambos grupos demuestra que la principal diferencia entre uno y otro, radica en el contenido de lisina, el cual se encuentra en mayor concentración en la mezcla de soya/maíz Opaco-2.

Ajeno a ello, la concentración de aminoácidos azufrados totales y de treonina es bastante parecida en ambos grupos. Estos dos aminoácidos son, por consiguiente, los responsables de la respuesta observada, y si se agregan a la mezcla de más alta calidad, o sea a la mezcla de 60/40, es lógico esperar que la calidad mejore. Esto ya se demostró antes en el Cuadro 3, donde como los datos lo indican, la calidad proteínica aumentó de 2.30 a 2.95 en el caso del maíz Opaco-2, y de 2.23 a 2.85 en el del maíz común.

En la Figura 4 se observa un tipo similar de efecto complementario de la harina de

soya para con la harina de trigo. En este caso particular, los mejores resultados en cuanto a calidad se obtuvieron al mezclar estas dos fuentes de proteína a modo de que la proteína de harina de trigo contribuyese con un 40-45%, y la de soya, con 55-60%.

A diferencia del maíz, el valor máximo de calidad de la mezcla no difiere en mucho del valor cualitativo de la proteína de soya (24).

CALIDAD PROTEINICA DE COMBINACIONES DE HARINA DE TRIGO Y HARINA DE SOYA

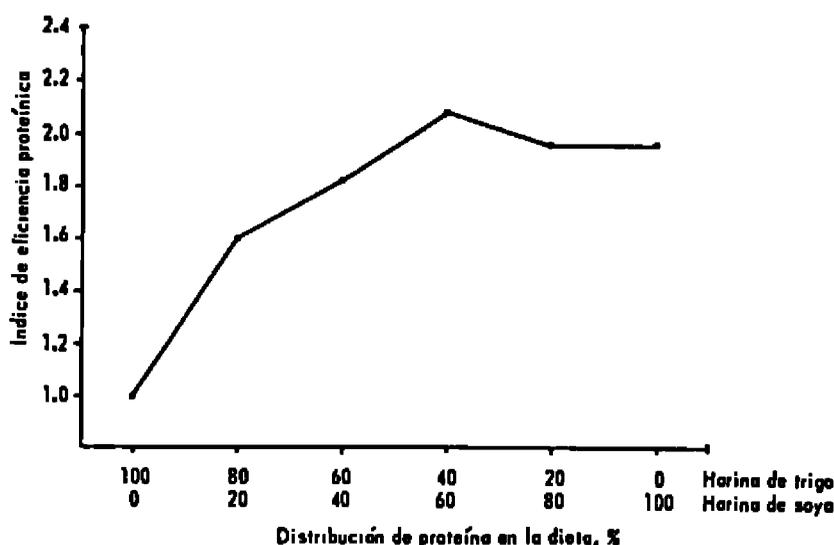


Figura 4

Incap 75 1178

También han podido obtenerse mezclas de harina de soya y arroz de calidad proteínica óptima valiéndose de ensayos en ratas, con los resultados que se muestran en la Figura 5. En este caso, la mezcla que dio la calidad proteínica más alta fue aquélla en la que la soya aportó de 40 a 46% de la proteína de la mezcla, y el arroz, de 54 a 60%.

Como puede observarse y al igual que en el caso de otros cereales, en la proporción indicada la mezcla tiene una calidad proteínica que sobrepasa la de los componentes individuales (6).

CALIDAD PROTEINICA DE COMBINACIONES DE ARROZ Y HARINA DE SOYA

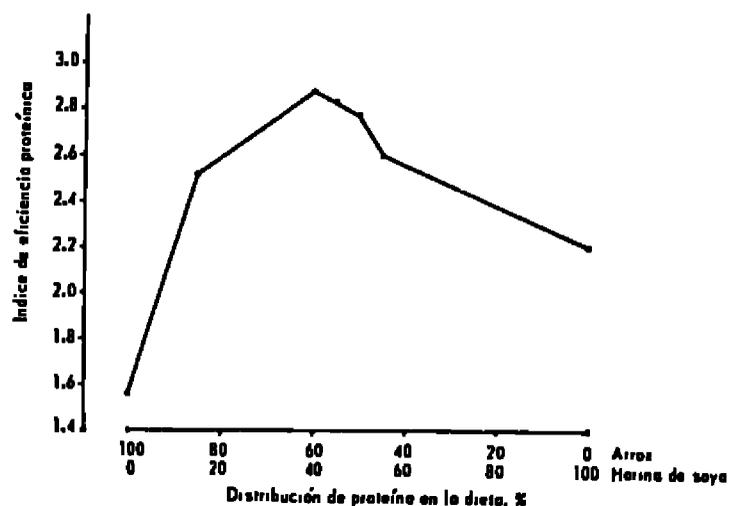


Figura 5

Incap 75-1179

Un resumen de los resultados mencionados se expone en el Cuadro 12. En la segunda columna se expresa la mezcla de calidad máxima en términos de distribución de la proteína, mientras que la tercera columna da los mismos valores pero en términos de distribución de peso. Por último, la cuarta columna presenta la mayor con-

El patrón de aminoácidos esenciales de cada una de estas mezclas, así como del patrón de cómputo químico de calidad proteínica de FAO/OMS, se detallan en el Cuadro 13. Estos muestran mucha similitud en cuanto a la concentración de aminoácidos esenciales entre mezclas, así como al compararse con el patrón de cómputo químico. Los amino-

CUADRO 12

Mezclas de Calidad Proteínica Máxima Elaboradas con Varios Cereales y Proteína de Soya

	Distribución de la proteína %	Distribución del peso %	Contenido de proteína de las mezclas, %	IEP
Harina integral de maíz	40	80	18.0	2.76
Harina de soya	60	20		
Harina integral de maíz Opaco-2	40	80	18.0	2.80
Harina de soya	60	20		
Harina integral de maíz	37	72	17.7	2.54
Harina integral de soya	63	28		
Harina de trigo	40	76	19.0	2.30
Harina de soya	60	24		
Harina de arroz	50	87	13.0	2.88
Harina de soya	50	13		

centración proteínica de la mezcla de mejor calidad entre los dos componentes. La concentración proteínica de la mezcla de calidad máxima la determina el contenido de proteína del cereal. En la última columna del Cuadro también consta el valor máximo de calidad proteínica de cada mezcla.

ácidos que controlan la calidad de la mezcla son los aminoácidos azufrados, seguidos en casi todos los casos por la treonina, salvo el maíz común y la harina de trigo. En estos dos últimos casos, la lisina es el segundo aminoácido limitante.

CUADRO 13

Patrón de Aminoácidos Esenciales de Mezclas de Calidad Proteínica Máxima (mg/g N)

Aminoácido	Maíz y soya 40/60	Opaco-2 y soya 40/60	Harina de trigo y soya 40/60	Arroz y soya 50/50	Patrón de Puntaje FAO/OMS
Arginina	359	434	372	397	—
Histidina	141	164	135	102	—
Isoleucina	317	296	295	307	250
Leucina	613	534	496	522	440
Lisina	309	354	289	315	340
Total de aminoácidos azufrados	196	199	193	191	220
Total de aminoácidos aromáticos	571	515	508	539	380
Treonina	247	245	213	239	250
Triptofano	67	89	80	74	60
Valina	324	334	295	372	310

PAPEL DE LA PROTEINA DE SOYA COMO FUENTE DE NITROGENO

Otra función de la proteína de soya, diferente de las que hemos comentado, es la de servir como fuente de nitrógeno para diluir, hasta cierto grado, las proteínas de origen animal. El patrón de aminoácidos que lleva consigo el nitrógeno de la soya usada para reemplazar el nitrógeno de la proteína de origen animal, no reduce significativamente la calidad proteínica de las fuentes de proteína que se desca extender, a menos que se usen niveles altos. La Figura 6 muestra un ejemplo a este respecto, la proteína de soya, que en este caso, se usó en reemplazo de la proteína de carne. Como lo revelan los datos, mientras más proteína de soya sustituye a la proteína de carne, menor es su calidad proteínica. Idealmente, el reemplazo no debería haber causado un descenso en la calidad proteínica, pero esto ocurrió debido a la creciente deficiencia en el contenido de aminoácidos azufrados que se suscitó a medida que la proteína de soya reemplazaba en mayor grado a la proteína de carne (6). Estos mismos hallazgos han sido informados por Kies y Fox (16) en estudios con adultos jóvenes, demostrando que la metionina era el aminoácido limitante.

CALIDAD PROTEINICA DE COMBINACIONES DE CARNE Y PROTEINAS PVT

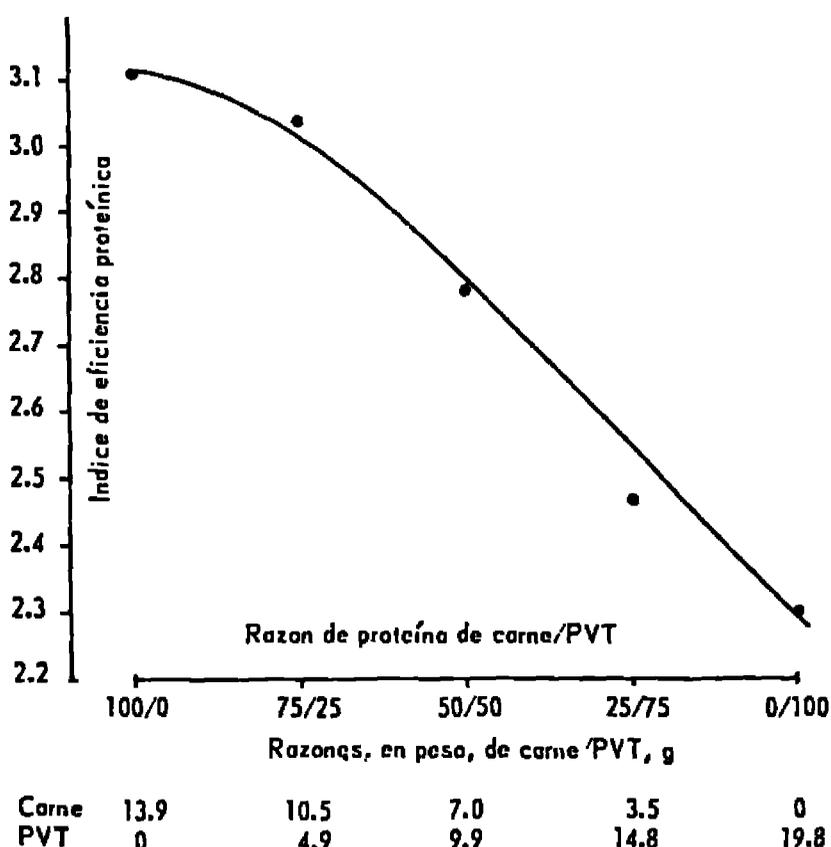


Figura 6 Incap 75-1170

El mismo tipo de respuesta se observa en la Figura 7, esta vez al reemplazar proteína de leche por proteína de soya, ajeno a la presencia o ausencia de grasa en cualquiera de los componentes. Como en el caso de la soya y carne, la reducción se debe al aumento en la deficiencia de aminoácidos azufrados a medida que la proteína de soya reemplaza en cantidades crecientes a la proteína de leche (6).

CALIDAD DE LA PROTEINA DE MEZCLAS PROTEINICAS DE LECHE Y SOYA

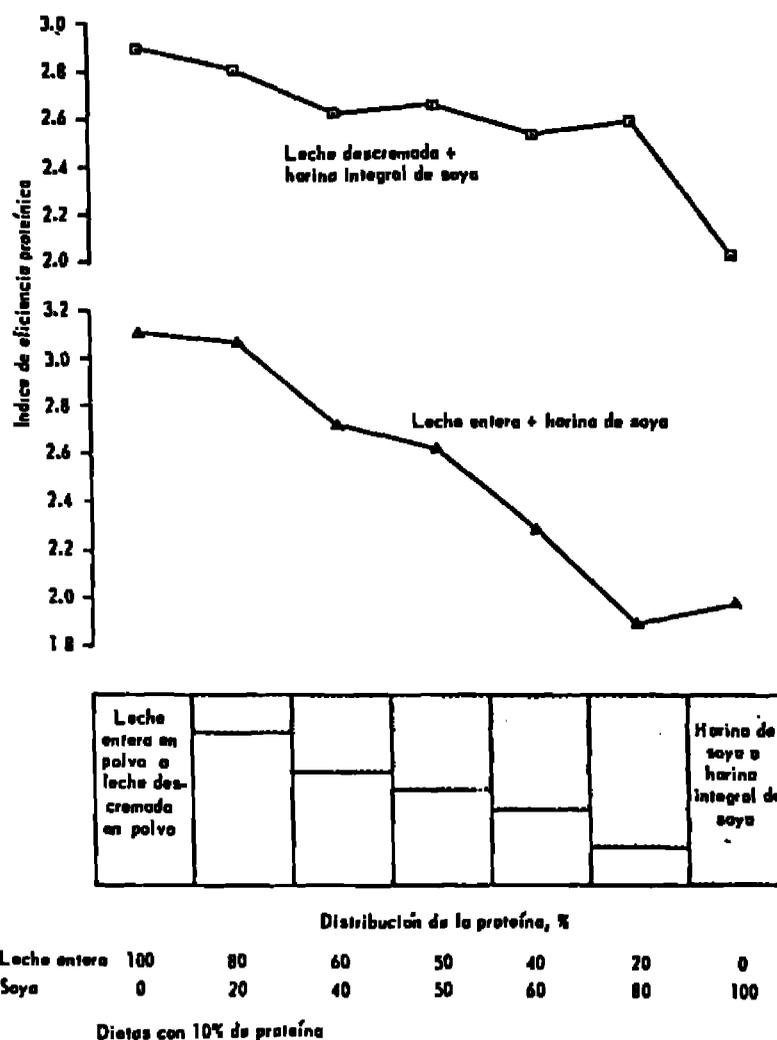


Figura 7 Incap 75-1176

Estos resultados son de interés vital, ya que indican que el uso indiscriminado de proteína de soya para los propósitos señalados debe sujetarse a cierto control, a menos que la calidad de dicha proteína sea mejorada.

MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DE LA PROTEINA DE SOYA

Existen por lo menos tres medios de lograr este objetivo. Uno es utilizando productos elaborados a base de variedades de soya seleccionados por su mayor concentración de aminoácidos azufrados. Esta solución es factible, ya que se ha informado que la concentración de metionina entre variedades

fluctúa entre 1.0 y 1.6 mg/16 g N (25). La segunda forma consiste en agregar a la harina de soya, como suplemento, metionina o derivados de metionina, lo que bien podría ser una solución más rápida que la primera, aunque cabe la posibilidad que la metionina induzca problemas en cuanto al sabor del producto (26, 27). Este inconveniente, sin embargo, puede obviarse usando plasteínas, las cuales son proteínas preparadas sintéticamente con un alto contenido de aminoácidos azufrados (28).

La última posibilidad es la de suplementar la proteína de la soya con proteínas con un contenido más alto de aminoácidos azufrados que la proteína de soya. Dos ejemplos a este respecto se muestran en la Figura 8, y corresponden a mezclas de proteína de soya y gluten de trigo, y de proteína de soya y gluten de maíz. Como lo indican los datos, las mezclas de estas proteínas son de mejor calidad proteínica que los componentes considerados individualmente; estas mezclas de calidad óptima podrían, pues, usarse para reemplazar mayores cantidades de proteína animal, es decir, de leche o carne, sin que ello afecte apreciablemente la calidad proteínica. Lo mismo puede hacerse con mezclas de proteína de soya y de harina de ajonjolí, producto este último, que constituye una excelente fuente de aminoácidos azufrados (6).

VALOR NUTRICIONAL DE ALGUNOS ALIMENTOS PREPARADOS CON SOYA

Según se demostró en la sección anterior, el mayor beneficio derivado de la soya no radica en usarla como fuente única de proteína, sino más bien en utilizarla en mezclas con otros alimentos, particularmente con cereales, cuyas proteínas son deficientes en lisina. Por consiguiente, a continuación citaremos algunos ejemplos representativos de la evaluación nutricional de la soya usada en mezclas con otros alimentos.

A. En Mezclas con Cereales

Se ha publicado varios estudios en los que se han sometido a prueba mezclas alimenticias preparadas con cantidades variables de soya. Huang et al (29) han informado los resultados por ellos obtenidos, en 9 de un total de 57 niños en quienes llevaron a cabo estudios de balance de nitrógeno. La mezcla alimenticia usada por dichos autores contenía 45% de un producto de soya, 15% de harina de arroz, 10% de aceite de soya, 27.5% de sucrosa y 2.5% de una mezcla de sal. Cuatro niños recibieron esta mezcla en forma de harina, y 3 niños fueron alimentados con leche, usada como referencia. Los resultados de este ensayo se dan a conocer en el Cuadro 14.

Según se observa, la ingesta de proteína varió de 3.5 a 3.7 g/kg de peso corporal/día con una ingesta calórica adecuada. La retención de nitrógeno, expresada en términos absolutos o como porcentaje de la ingesta, fue prácticamente la misma entre las diversas harinas de soya empleadas, así como al compararse con la que acusaron los niños que recibieron leche. La digestibilidad proteínica aparente fue alta con todas las fuentes de proteína administradas; sin embargo, con los productos de soya se observó una tendencia definitiva a rendir valores levemente inferiores en comparación con la leche. El mismo Cuadro también muestra los índices de eficiencia proteínica (IEP) de los tres alimentos según mediciones hechas en los 57 niños originalmente escogidos para el estudio. Los valores obtenidos acusaron una alta correlación con los resultados del balance de nitrógeno. Dutra de Oliveira et al (30) dan cuenta de estudios similares llevados a cabo en niños pequeños. En este caso, la mezcla administrada contenía 19.5% de

CALIDAD PROTEINICA DE MEZCLAS DE GLUTEN DE MAIZ O GLUTEN DE TRIGO Y HARINA DE SOYA

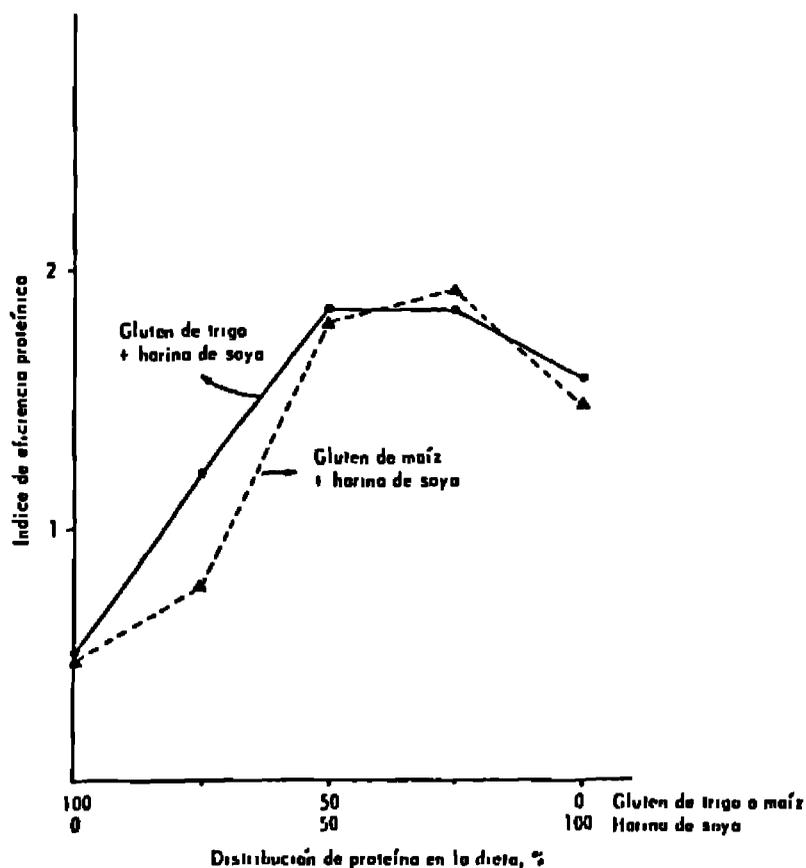


Figura 8

Incap 75-1171

harina de soya, 4.5% de sólidos de leche descremada, y harina de maíz. Los resultados de los estudios de balance de nitrógeno se suman en el Cuadro 15. La ingesta del producto de soya fue de 1.98 g/kg/día en contraste con 2.38 g en el caso de la leche. La retención de nitrógeno de los niños que consumieron el producto de soya fue aceptable, aun cuando menor que la obtenida con la leche, hecho que bien podría deberse a la diferencia en cuanto a la ingesta de proteína. El mismo Cuadro presenta los resultados obtenidos por Bressani et

al (31) en niños de más edad alimentados con una mezcla que contenía 38% de harina de soya y 58% de harina de maíz con el agregado de otros componentes menores. En este caso, la retención de nitrógeno fue similar a la obtenida con leche, usada como proteína de referencia. Un aspecto que amerita señalarse en los estudios que ilustra el Cuadro 15, es que la digestibilidad de la proteína fue menor cuando ésta provenía de los productos de soya que de la leche. Lo mismo ocurrió en los estudios de Huang et al. (29).

CUADRO 14

Balance de Nitrógeno de Niños Pequeños Alimentados con Proteína de Soya como Componente Proteínico Principal en Formulaciones a base de Soya y Arroz.

Fuente de proteína	Edad promedio días	Peso corporal promedio g	IEP	Ingesta	Balance de nitrógeno, mg/kg/día		
					Producción total	Retención	Digestibilidad proteínica aparente, g %
Harina integral de soya*	264	8,652	0.42	567	432	135 (23.8)	83.5
Harina integral de soya**	286	8,913	0.42	590	446	144 (24.4)	82.2
Leche	293	8,328	0.49	582	437	145 (24.9)	88.7

* Harina de soya tostada. Fórmula: Producto de soya 45%
 Harina de arroz 15%
 Aceite de soya 10%
 Sucrosa 27.5%
 Mezcla de sales 2.5%

** Obtenida por extrusión.
 Tomado de: Huang et al (1967).

CUADRO 15

Balance de Nitrógeno de Niños Alimentados con Productos Ricos en Proteína Preparados con Harina de Soya

Alimento proteínico	Ingesta de proteína g/kg/día	Nitrógeno		Referencia
		Absorción % de ingesta	Retención	
Alimento para niños	1.98	72.7	23.8	Dutra de Oliveira et al (1967)
Leche	2.38	80.1	30.3	
Incaparina No. 14	2.17	75.5	27.1	Bressani et al. (1972)
Leche	2.41	88.6	21.5	

B. En Mezclas con Otras Leguminosas

En años recientes se ha hecho mucho énfasis en el aumento del consumo de leguminosas como medio para incrementar la ingesta de proteína de las poblaciones. Estas leguminosas, particularmente los frijoles (*Phaseolus*) tienen una proteína de muy baja calidad pero son de consumo popular, sobre todo en Latinoamérica. Por otra parte, a causa del sabor que la caracteriza, la soya no es aceptada por el hombre en la forma en que se consume el frijol. Sin embargo, ambos, o sea la soya y el *Phaseolus*, podrían combinarse y ser consumidos en forma de mezcla. La Figura 9 expone algunos resultados concernientes a mezclas de frijol y soya, y muestran que esta última puede mejorar la calidad del *Phaseolus*. Una mezcla, por peso, de 75 g de frijol y 25 g de soya íntegra, tendrá el sabor del *Phaseolus* con la calidad proteínica de la soya (6).

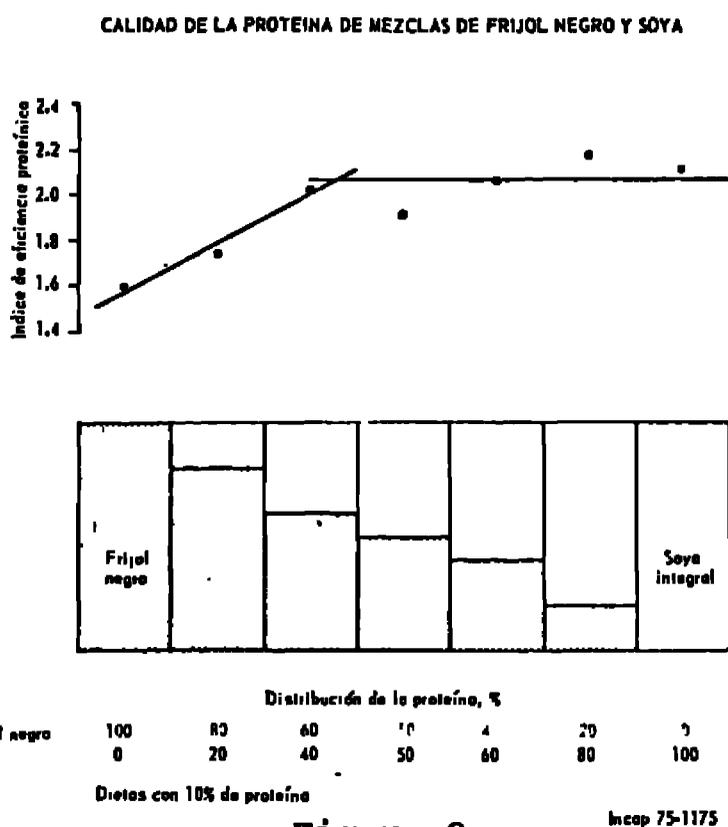


Figura 9

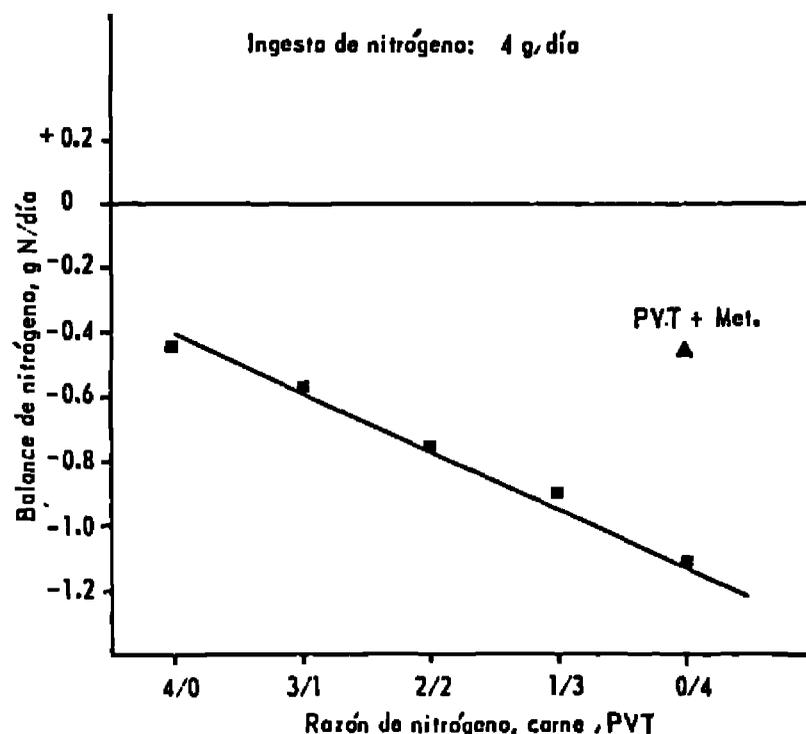
Incap 75-1175

C. En Mezclas con Productos de Origen Animal

Según indicamos, las mezclas de proteína de soya con proteínas de origen animal como leche y carne, implica ventajas económicas, así como la obtención de beneficios en términos de suplementos extensivos de alimentos animales. Mezclas de proteína de soya, como proteína texturizada, y carne, han sido sometidas a prueba en humanos. La Figura 10 incluye algunos resultados recientes obtenidos a este respecto por Kies y Fox

(16). Estos resultados demuestran que cuando la proteína de soya reemplaza a la proteína de carne en las mismas cantidades, la calidad proteínica disminuye debido a un aumento creciente en la deficiencia de metionina del producto a base de soya. Por lo tanto, se debe tener cuidado en no indicar o anunciar que el producto de que se trata —en el que la carne ha sido sustituida totalmente por soya— es de calidad proteínica tan buena como la propia carne. Resultados similares han sido obtenidos con soya como extensora de la leche y sus derivados.

EFFECTO DEL CAMBIO EN LA RAZON DE CARNE/PVT SOBRE EL BALANCE DE NITROGENO DE HUMANOS ADULTOS



Tomada de Kies y Fox (1973).

Figura 10

Incap 75-1172

Finalmente, en el Cuadro 16 se resumen los estudios de balance de nitrógeno llevados a cabo en niños a quienes se les alimentó con gránulos de carne simulada (32). Estos se prepararon con fibras de proteína de soya (28.8%), albúmina de huevo (12.3%), gluten de trigo (11.8%), harina de soya tostada (9.6%) y otros componentes. La ingesta de proteína de los gránulos y de la leche fue de 2 g/kg/día, aproximadamente. Los datos de retención de nitrógeno obtenidos sugieren que a este nivel específico de ingesta proteínica, ambas fuentes de proteína son similares en calidad. En consecuencia, los resultados sugieren que si se controla la deficiencia de metionina en la proteína de soya, la calidad del producto que contiene proteína de soya puede ser tan buena como la de los productos animales.

Balance de Nitrógeno de Niños Alimentados con Leche y con Gránulos de Carne Simulada (Soya)

Fuente de proteína	Ingesta	Balance de nitrógeno		Absorbido % de la ingesta	Retención
		Absorbido	Retenido		
		mg/kg/día			
Leche	342	290	80	84.8	23.4
Producto de soya	312	266	82	85.2	26.6

Tomado de: Bressani et al. (1967).

CONCLUSIONES

Los resultados que hemos dado a conocer en esta presentación indican que la calidad de la proteína de soya es excepcionalmente alta, pero que es deficiente en su contenido de aminoácidos azufrados. Su gran potencial nutricional estriba en usarla en mezclas con fuentes de proteína que contengan niveles de metionina más elevados que la soya, y fuentes bajas en lisina, aminoácido que se encuentra en altas concentraciones en la proteína de soya.

Todavía existen varios aspectos de la proteína de soya que requieren ser investigados más a fondo a fin de lograr su utilización máxima, sobre todo cuando su uso se proyecta para organismos animales jóvenes.

Puesto que la proteína de soya está siendo utilizada más intensa y extensamente en la nutrición humana, es esencial que se desarrollen estudios nutricionales de largo plazo para corregir cualesquiera posibles efectos negativos que pueda tener. Deben, pues, hacerse todos los esfuerzos del caso para seleccionar variedades con un alto contenido de aminoácidos azufrados.

REFERENCIAS

- Bressani, R. y L. G. Elías. Evaluación de la calidad proteínica de varias leguminosas de grano usando varios métodos biológicos. Enviado para publicación a Arch. Latinoamer. Nutr.
- Bressani, R y L. G. Elías. Studies on the use of Opaque-2 corn in vegetable protein rich foods. J. Agr. Food Chem. 17:649-662, 1968.
- Fomon, S. J. Comparative study of human milk and a soya bean formula in promoting growth and nitrogen retention by infants. Pediatrics, 24:577-584, 1959.
- De Maeyer, E. M. y H. L. Vanderborgh. Determination of the nutritive value of different protein foods in the feeding of African children In: "Progress in Meeting Protein Needs of Infants and Preschool Children". Washington, D. C., National Academy of Sciences — National Research Council, 1961, p. 143-155. (Publication 843).
- Dutra de Oliveira, J. E., L. Statina, N. de Oliveira Netto y G. García Duarte The nutritive value of soya milk and cow's milk in malnourished children: a comparative study. J. Tropical Pediatrics, 69:670-675, 1966.
- Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá. Datos inéditos.
- Colvin, B. M. y H. A. Ramsey. Soy flour in milk replacers for young calves. J. Dairy Sci., 51:898-904, 1968.
- Colvin, B. M. y H. A. Ramsey. Growth of young calves and rats fed soy flour treated with acid or alkali. J. Dairy Sci. 52:270-273, 1969.
- Colvin, B. M., R. A. Lowe y H. A. Ramsey. Passage of digesta from the abomasum of a calf fed soy flour milk replacers and whole milk. J. Dairy Sci., 52:687-688, 1969.
- Ramsey, H. A. y T. R. Willard. Recent advances in calf rearing: soy protein for milk replacers. J. Dairy Sci., 58:436-441, 1975.
- Lennon, A. M., H. A. Ramsey, W. L. Alsmeyer, A. J. Clawson y E. R. Borrick. Soy flour as a protein source for early-weaned pigs. J. Animal Sci., 33:514-519, 1967.
- De Groot, A. P., P. Slump, L. Van Beckard y V. J. Feron. Severe alkali treatment of protein Presented at the 35th Annual Meeting of the IFT, Chicago, Ill., June 8-11, 1975. CIVO/TNO, Netherlands.
- Parthasarathy, H. N., T. R. Doraiswamy, M. Panemangalore, M. Narayana Rao, B. S. Chandrasekhar, M. Swaminathan, A. Srinivasan y V. Subrahmanyam. The effect of fortification of processed soya flour with DL-Methionine on the digestibility, biological value and net pro-

- tein utilization of the proteins as studied in children. *Canad. J. Biochem.*, 42:377-384, 1964.
14. Graham, G. G. Methionine or lysine fortification of dietary protein for infants and small children. In: "Amino Acid Fortification of Protein Foods". N. S. Scrimshaw and A. M. Altschul, eds. Cambridge, Mass. The MIT Press, 1971., p. 222-236.
 15. Korslund, M., C. Kies y H. M. Fox. Comparison of the protein nutritional value of TVP, methionine enriched TVP, on adolescent boys. *J. Food Sci.*, 38:637-638, 1973.
 16. Kies, C. V. y H. M. Fox. Comparison of the protein nutritional value of TVP, methionine enriched TVP and beef at two levels of intake for human adults. *J. Food Sci.*, 36: 841-845, 1971.
 17. Elías, L. G., R. Jarquín, R. Bressani y C. Albertazzi. Suplementación del arroz con concentrados proteicos. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 18:27-38, 1968.
 18. Jarquín, R., P. Noriega y R. Bressani. Enriquecimiento de harinas de trigo blanca e integral con suplementos de origen animal y vegetal. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 16:89-103, 1966.
 19. Bressani, R. y E. Marengo. The enrichment of lime-treated corn flour with proteins, lysine and tryptophan and vitamins. *J. Agr. Food Chem.*, 6:517-522, 1963.
 20. Elías, L. G. y R. Bressani. Valor nutritivo de la proteína de la harina de tortilla y su mejoramiento por medio de fortificación en Centro América. En: "Mejoramiento Nutricional del Maíz". R. Bressani, J. E. Braham y M. Béhar, eds. Guatemala, INCAP, 1972., p. 172-194.
 21. 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. En: "Mejoramiento Nutricional del Maíz". R. Bressani, J. E. Braham y M. Béhar, eds. Guatemala, INCAP, 1972, p. 278-293.
 22. Viteri, F. E., C. Martínez y R. Bressani. Evaluación de la calidad proteínica del maíz común, del maíz Opaco-2 y del maíz común suplementado con aminoácidos y otras fuentes de proteína. En: "Mejoramiento Nutricional del Maíz". R. Bressani, J. E. Braham y M. Béhar, eds. Guatemala, INCAP, 1972, p. 195-208.
 23. Tsen, C. C. y W. J. Hoover. High-protein bread from wheat flour fortified with full-fat soy flour. *Cereal Chem.*, 50:7-16, 1973.
 24. Bressani, R. Complementary amino acid patterns. En: "Proteins. Nutrients in Processed Foods". Vol. II. P. L. White and D. C. Fletcher, eds. Acton, Mass., Publishing Sciences Group Inc., 1974, p. 149-166.
 25. Lam-Sánchez, A. Soybean production and nutritive value. En: "Xth International Congress of Nutrition, Kyoto, Japan, August 3-9, 1975. Abstract". Kyoto, Japón, The Science Council of Japan, 1975 (Abstract 522).
 26. Damico, R. An investigation of N-substituted methionine derivatives for food supplementation. *J. Agr. Food Chem.*, 23:30-33, 1975.
 27. Bookwalter, G. N., K. Warner, R. A. Anderson, G. C. Mustakas y E. L. Griffin, Jr. Fortification of dry soybean-based foods with DL-Methionin. *J. Food Sci.*, 40:266-270, 1975.
 28. Yamashita, M., S. Arai, S. J. Tsai y M. Fujinaki. Plaster reaction as a method for enhancing the sulfur-containing amino acid level of soybean protein. *J. Agr. Food Chem.*, 19:1151-1154, 1971.
 29. Huang, P., T. Tung, M. Lee y H. Wei, Feeding of infants with full-fat soybean in foods. In: "Proceedings, International Conference on Soybean Protein Foods". Peoria, Ill. Oct. 17-19, 1966. Washington, D. C., USDA May, 1967, p. 183-194. ARS/USDA Publication No. 71-35.
 30. Dutra de Oliveira, J. E., N. de Souza, T. A. de Rezende, L. A. Valente, V. F. Boyd y E. E. Doggy. Development of a food mixture for infants and young children in Brazil. *J. Food Sci.*, 32:131-135, 1967.
 31. Bressani, R. F. Viteri, D. Wilson y J. Alvarado. The quality of various animal and vegetable proteins with a note in the endogenous and fecal nitrogen excretion of children. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 22:227-241, 1972.
 32. Bressani, R., F. Viteri, L. G. Elías, S. de Zaghi, J. Alvarado y A. D. Odell. Protein quality of a soybean protein textured food in experimental animals and children. *J. Nutrition*, 93:349-360, 1967.