

***SEMINARIO INTERNAZIONALE  
SULL'ALIMENTAZIONE  
ED IL PROBLEMA PROTEICO  
IN AMERICA LATINA***

---

**ISTITUTO ITALO-LATINO AMERICANO**

**ORGANIZZAZIONE DELLE NAZIONI UNITE  
PER L'ALIMENTAZIONE E L'AGRICOLTURA (FAO)  
CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE (CNR)  
ISTITUTO SUPERIORE DI SANITA'  
ISTITUTO NAZIONALE DELLA NUTRIZIONE**

**AUDITORIO DELL'IILA - ROMA, 6-9 NOVEMBRE 1973**

---

**5**

**I I L A  
ROMA**

# UTILIZACION DE LAS FUENTES DE PROTEINA VEGETAL

RICARDO BRESSANI

(Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP) - Guatemala, C.A.)

## INTRODUCCIÓN

Es un hecho ya bien establecido que muchos grupos de la población latinoamericana están sufriendo los efectos de una ingesta inadecuada de proteína, tanto en cantidad como en calidad, debido principalmente a que esta proteína deriva de cereales. El estado nutricional se agrava aún más por deficiencias en la ingesta de calorías, sobre todo por la población joven y madres embarazadas, así como de otros nutrientes como son la riboflavina, la vitamina A y el hierro. Las proteínas de mejor calidad, como son las de origen animal, son consumidas esporádicamente por su baja disponibilidad y alto costo.

El problema, a pesar de los esfuerzos realizados para solucionarlo, parece agudizarse, ya que hoy día, por varias razones que no viene al caso discutir, la disponibilidad y el costo de aun los más básicos de los alimentos, como por ejemplo los cereales, se han vuelto críticos y la situación es aún peor en cuanto a los alimentos de origen animal se refiere.

Los resultados de esfuerzos agrícolas durante los últimos años han demostrado que es posible incrementar la disponibilidad de los cereales. Sin embargo, debido al bajo contenido y mala calidad de su proteína, no es posible admitir que se obtenga de ellos una buena nutrición proteínica, sobre todo para la población más susceptible. Si bien es cierto que son buenas fuentes de energía el volumen que proporcionan es alto, siendo esto un factor limitante.

Debido a la necesidad de proveer más y mejor calidad proteínica y que no es posible proporcionar ésta de alimentos de origen animal, a

corto plazo, desde hace aproximadamente 18 años, se han venido haciendo en varias partes del mundo, incluyendo a la América Latina, grandes esfuerzos para utilizar fuentes de proteína vegetal proporcionada por el residuo de la extracción del aceite de semillas oleaginosas o por proteína derivada de otras fuentes vegetales.

Los esfuerzos se han realizado desde México en el norte de la América Latina, con estudios en el alga *Spirulina* y otras fuentes, por Centro América, con la utilización de la proteína de la semilla de algodón y leguminosas, por Colombia con frijol soya, hasta Argentina y Chile, con la utilización de la harina de girasol. Los primeros esfuerzos hicieron énfasis en utilizar, con el refinamiento necesario, las harinas de las semillas oleaginosas; hoy día, sin embargo, se están estudiando procesos más especializados para obtener la proteína en forma más pura. Estos productos combinados con los cereales en forma científica han permitido el desarrollo de alimentos que pueden proporcionar los nutrientes tanto de tipo proteínico, como calórico y otros, que las poblaciones susceptibles requieren para un estado nutricional aceptable.

El presente trabajo resume de una manera general las actividades y productos que se han desarrollado en varios países latinoamericanos. El énfasis ha sido sobre el aspecto nutricional, sin embargo, en años más recientes otros aspectos que son importantes en la aceptabilidad de estos productos se están tomando en consideración.

#### *A) En la preparación de alimentos ricos en cantidad y calidad proteínica*

Una de las aplicaciones más comunes que se le ha dado a las fuentes de proteína vegetal en América Latina ha sido en la preparación de alimentos ricos en cantidad y calidad proteínica, usando como prototipo el producto conocido como Incaparina, desarrollado en 1958<sup>1,2</sup>. La razón principal de esto fue y todavía es, que el grupo de población más susceptible a una deficiencia proteínica, es el preescolar, principalmente después del destete, ya que por varias razones este grupo no tiene accesibilidad a ciertos alimentos tales como leche y huevos. Los nuevos productos por consiguiente, se han desarrollado para reemplazar a estos alimentos y además para que sirvan como suplementos proteínicos a las dietas comunmente consumidas por estas poblaciones jóvenes.

Durante los últimos 18 años, muchos productos de esta naturaleza se han desarrollado en la América Latina, sin embargo, pocos son los producidos hoy día comercialmente. El Cuadro No. 1 presenta al-

gunos datos de estos productos, dando el nombre, el país en donde se produce y las fuentes principales de proteína.

CUADRO No. 1

ALIMENTOS RICOS EN CANTIDAD Y CALIDAD PROTEINICA  
DESARROLLADOS EN AMERICA LATINA

| Nombre                      | País           | Fuente principal de proteína                           |
|-----------------------------|----------------|--------------------------------------------------------|
| Incaparina (Form. 9) . . .  | Centro América | Harina de algodón                                      |
| Incaparina (Form. 14) . . . | Colombia       | Harina de soya                                         |
| Incaparina (Form. 15) . . . | Colombia       | Harinas de algodón y soya                              |
| Colombiarina . . . . .      | Colombia       | Harina de soya                                         |
| Cercialina . . . . .        | Brasil         | Harina integral de soya                                |
| Leche Alim . . . . .        | Chile          | Harina de girasol, Leche descremada, Harina de pescado |
| Peruvita . . . . .          | Perú           | Harina de algodón                                      |
| Provesol . . . . .          | Colombia       | Harina de soya                                         |
| Ak-1000 . . . . .           | Haití          | Harina de frijol                                       |
| Soyacyt . . . . .           | México         | Harina integral de soya y leche                        |

Incap 73-1103

Como se puede observar en el Cuadro, las fuentes principales de proteína vegetal utilizadas son la harina de soya y la harina de algodón. Sin embargo, se ha tratado también de usar harinas de girasol y de ajonjolí. Todos estos productos contienen entre 20 y 27% de proteína con un índice de eficiencia proteínica que varía de 2,0 a 2,6.

Además de la proteína de la semilla oleaginosa, estos alimentos contienen cantidades significativas del cereal más común en el país, principalmente maíz o arroz y también contienen pequeñas cantidades de productos de origen animal, principalmente leche o harina de pescado. Estos últimos alimentos se agregan para compensar la baja calidad proteínica de los productos de origen vegetal, así como para darles el prestigio de que contienen alimentos de origen animal. Estos productos se consumen principalmente como bebidas, aunque la mayor parte de ellos puede utilizarse en otro tipo de preparación alimenticia. Todos estos

alimentos ricos en cantidad y calidad proteínica han demostrado ser efectivos en controlar desnutrición proteínica a nivel de laboratorio, sin embargo, no existe información documentada de que lo mismo suceda a nivel de campo.

El éxito comercial de estos productos ha sido puesto en duda, ya que a pesar de que el número de ellos desarrollado es relativamente alto, pocos son los que se encuentran en el mercado. No es el propósito de esta presentación discutir estos aspectos; sin embargo, son productos que pueden mantenerse en los mercados siempre y cuando exista un interés constante y coordinado tanto de las instituciones responsables de su desarrollo como de las instituciones industriales productoras. Se podría obtener mayor éxito si los gobiernos respaldaran de alguna manera la producción y distribución de estos alimentos.

Como un ejemplo que puede ser de interés se presentan datos relativos a Incaparina, Fórmula N° 9, producida comercialmente en Guatemala. El proceso consistía únicamente en mezclar en las proporciones indicadas, las materias primas, harina de maíz, harina de algodón y los suplementos vitamínicos y minerales. A través de los años y con muchos esfuerzos, el producto fue ganando popularidad evidenciada por su mayor consumo, permitiendo ya en 1973 que se construyera un edificio dedicado a su producción. Este consta de 6 pisos que alojan maquinaria moderna y equipo adicional que incluye procesamiento completo de cereales, almacenamiento de materias primas, equipo de procesamiento, sección de envase y laboratorio de control de calidad.

Un éxito parecido aunque en menor escala lo ha obtenido la Incaparina Fórmula N° 14 y la Fórmula N° 15<sup>3,4</sup> producidas en Colombia, así como la Colombiarina también producida en ese país. El concepto de esta clase de productos es bueno y a pesar de que muchos productos han sido desarrollados y pocos producidos industrialmente, es probable que durante los próximos años, más de estos alimentos se puedan encontrar en los mercados de los diferentes países latinoamericanos, ya que el interés por parte de los gobiernos y de la industria privada es cada día mayor.

## *B) Preparación de alimentos extensivos de la leche*

Estos alimentos caen en realidad dentro del marco de alimentos ricos en cantidad y calidad proteínica como fueron descritos en la sección anterior. Sin embargo, se diferencian en el hecho de que estos con-

tienden en su formulación, cantidades relativamente altas de leche y como su nombre lo indica, además de ser de alto valor biológico y contenido proteínico son alimentos que permiten que la poca cantidad de leche disponible abarque a un mayor número de consumidores.

Varios productos de esta naturaleza han sido desarrollados en la América Latina. Uno de los que está en producción es el conocido con el nombre de Leche Alim y desarrollado en Chile por Yáñez y colaboradores<sup>5</sup>. El Cuadro No. 2 muestra la composición del alimento, hecho a base de leche, trigo tostado, harina de pescado y harina de girasol. El producto contiene 27% de proteína con un índice de eficiencia proteínica de 2,56. Los autores indicaron que la aceptabilidad del producto fue buena aunque ligeramente menor que para leche con 12% de grasa, pero parecida a la leche descremada. Niños que consumieron el producto por un año aumentaron 2,19 kg en comparación con un aumento de 2,17 kg en niños testigo que consumieron leche. Otros productos de esta naturaleza han sido desarrollados y sometidos a pruebas de evaluación biológica de la proteína, sin embargo, no se encuentran todavía en el mercado. El Cuadro No. 3 presenta las fórmulas y el valor proteínico, en comparación con leche en polvo íntegra, de tres fórmulas desarrolladas en el INCAP<sup>6</sup>. Estas fórmulas contienen harina de algodón o harina de soya, sola o combinada con leche descremada. Además contienen de 25 a 39% de harina de maíz y 15% de otros ingredientes que incluye minerales, vitaminas y azúcar. El valor proteínico de estos productos es relativamente alto en comparación con leche, con valores que fluctúan entre 2,61 y 2,80 comparado con 3,07 para leche descremada.

Fórmulas más simples han sido desarrolladas por otros investigadores en América Latina. Por ejemplo, Dutra de Oliveira y De Souza<sup>17</sup> en Brasil, estudiaron el valor proteínico de varias mezclas de maíz y leche, encontrando que en algunos casos la mezcla daba mejor valor proteínico que la leche sola. Esto lo explicaron como el efecto de un mejor balance de aminoácidos esenciales. Finalmente, en México, se produce un producto conocido con el nombre de Soyacyt, a base de harina completa de soya y leche, con 18% de proteína, producido y distribuido por el gobierno a la población mexicana<sup>8</sup>.

### C) *Suplementación proteínica de cereales*

Es un hecho bien conocido que los cereales son alimentos de alto consumo en muchas poblaciones, pero tienen la desventaja de contener

CUADRO No. 2

## COMPOSICION, CONTENIDO DE NUTRIENTES Y VALOR PROTEINICO DE LECHE ALIM. \*

| Composición               | %  | Contenido Nutrientes | %  | Valor Nutritivo    |
|---------------------------|----|----------------------|----|--------------------|
| Leche descremada en polvo | 40 | Proteína             | 27 | I.E.P. 2,56        |
| Harina de trigo tostada   | 40 | Grasa                | 6  | N.P.U. 72          |
| Harina de pescado         | 10 | Carbohidratos        | 58 | Puntaje químico 74 |
| Harina de girasol         | 10 |                      |    | NDp Cal, (%) 14,7  |

\* YÁÑEZ y col., Proc. Western Hemisph. Nut. Congress III, 1971.

Incap 73-1104

CUADRO No. 3

## COMPOSICION Y VALOR PROTEINICO DE TRES ALIMENTOS EXTENSIVOS DE LA LECHE \*

| Componente                  | AL   | SL   | ASL  | Leche |
|-----------------------------|------|------|------|-------|
| Harina de algodón . . . . . | 20   | —    | 12   | —     |
| Harina de soya . . . . .    | —    | 30   | 12   | —     |
| Leche descremada . . . . .  | 40   | 16   | 30   | 100   |
| Harina de maíz . . . . .    | 25   | 39   | 31   | —     |
| Otros . . . . .             | 15   | 15   | 15   | —     |
| I.E.P. . . . .              | 2,77 | 2,80 | 2,61 | 3,07  |

\* BRESSANI y col. (INCAP, datos inéditos).

Incap 73-1105

un nivel bajo de proteína y ésta es de una calidad pobre. Las nuevas fuentes de proteína de origen vegetal podrían sin embargo, corregir estas dos situaciones al suplementar los cereales con ellas. A este respecto existe una gran cantidad de resultados experimentales, sin embargo, poco se ha realizado para llevarlos a la práctica, a pesar de que en ciertos países se utilizan pequeñas cantidades principalmente de harina de soya, con el propósito de darle al producto características físicas y organolépticas deseables. En la América Latina, varios grupos han llevado a cabo estudios de suplementación proteínica de cereales. El Cuadro No. 4 resume los datos sobre el mejoramiento obtenido cuando se suplementa el arroz con varias proteínas de origen vegetal o animal<sup>9</sup>. Se puede notar que la adición de la cantidad indicada produce un aumento en la calidad de la proteína del grano, así como también en la cantidad de la misma, resultando como consecuencia de esto un incremento significativo en la cantidad de proteína utilizable. La misma situación se presenta en el Cuadro No. 5 para la suplementación del trigo<sup>10</sup>. En este caso se utilizó harina blanca, así como harina integral de trigo. Para los dos productos los diferentes suplementos aumentaron la cantidad y calidad de la proteína, con mejores resultados para la harina integral.

Finalmente, el Cuadro No. 6 muestra resultados similares para el maíz<sup>11</sup>, cereal de alto consumo en la América Latina, sobre todo por los sectores de población de menores recursos económicos. Para este cereal, los efectos de los diversos suplementos en aumentar la calidad proteínica son mayores que para el trigo y el arroz. La razón reside en el hecho de que entre los cereales, el maíz es el de peor calidad proteínica. Como en los otros casos ya discutidos en el de maíz los suplementos también aumentan el contenido total de proteína.

Los resultados mostrados son sin duda impresionantes, pero en la mayor parte de los casos, si no en todos, son hallazgos que se han quedado en el laboratorio y se ha investigado relativamente poco sobre la posibilidad de llevarlos a la práctica, particularmente en la América Latina.

Las razones de esto se pueden encontrar en las dificultades tecnológicas que este camino representa así como en la forma en que los cereales indicados se consumen, en la obtención de los mismos por parte del consumidor, y en los posibles efectos adversos sobre las características físicas, y organolépticas que podrían ser inducidas por la adición del suplemento al cereal.

CUADRO No. 4

RESUMEN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS DE LA SUPLEMENTACION  
DEL ARROZ CON PROTEÍNAS DE DIVERSAS FUENTES \*

| Suplemento                                    | Cantidad<br>óptima, % | Proteína<br>adicional<br>g | Índice de<br>Efic. Proteín |      |
|-----------------------------------------------|-----------------------|----------------------------|----------------------------|------|
|                                               |                       |                            | Sin                        | Con  |
| Harina de semilla de<br>algodón . . . . .     | 12                    | 6                          | 1,87                       | 2,32 |
| Levadura Torula . . . .                       | 8                     | 4                          | 1,87                       | 3,29 |
| Leche descremada . . . .                      | 12                    | 4                          | 1,56                       | 3,16 |
| Harina de soya . . . . .                      | 8                     | 4                          | 1,56                       | 2,88 |
| Harina de pescado . . . .                     | 6                     | 5                          | 1,70                       | 2,70 |
| Caseína . . . . .                             | 6                     | 5                          | 1,70                       | 3,22 |
| Levadura Torula + Harina<br>de soya . . . . . | 5                     | 5                          | 1,83                       | 2,81 |

\* Tomado de: ELÍAS y colaboradores. Arch. Latinoamer. Nut., 18: 35, 1968:

Incap 73-1106

CUADRO No. 5

SUPLEMENTACION DE HARINAS DE TRIGO INTEGRAL Y BLANCA  
CON CONCENTRADOS PROTEÍNICOS \*

| Concentrado proteínico    | Harina Integral |        | Harina Blanca |        |
|---------------------------|-----------------|--------|---------------|--------|
|                           | Cantidad<br>%   | I.E.P. | Cantidad<br>% | I.E.P. |
| Ninguno . . . . .         | —               | 0,86   | —             | 1,62   |
| Harina de algodón . . . . | 10              | 2,10   | 12            | 1,96   |
| Harina de soya . . . . .  | 6               | 1,89   | 10            | 2,01   |
| Leche descremada . . . .  | 6               | 1,98   | 10            | 2,19   |
| Levadura Torula . . . . . | 4               | 2,17   | 6             | 2,18   |
| Caseína . . . . .         | 4               | 2,54   | 6             | 2,62   |

\* JARQUÍN y colaboradores. Arch. Latinoamer. Nut., 16: 89, 1966.

Incap 73-1107

**CANTIDAD OPTIMA DE CONCENTRADOS PROTEINICOS PARA  
SUPLEMENTAR LA MASA DE MAIZ**

| Concentra proteínico        | Cantidad óptima<br>% en la dieta | Eficiencia proteínica* |
|-----------------------------|----------------------------------|------------------------|
| —                           | —                                | 1,00                   |
| Proteína de huevo . . . . . | 3,0                              | 2,24                   |
| Caséína . . . . .           | 4,0                              | 2,21                   |
| Harina de carne . . . . .   | 4,0                              | 2,34                   |
| Harina de pescado . . . . . | 2,5                              | 2,44                   |
| Proteína de soya . . . . .  | 5,0                              | 2,30                   |
| Harina de soya . . . . .    | 8,0                              | 2,25                   |
| Harina de algodón . . . . . | 8,0                              | 1,83                   |
| Levadura Torula . . . . .   | 2,5                              | 1,97                   |

\* ELÍAS y BRESSANI. Memorias Conf. Mejoramiento Nutricional del Maíz, INCAP, Guatemala, 1972.

Incap 73-1108

Un análisis de estos aspectos indica que en los países latinoamericanos y sobre todo en las poblaciones que requieren alimentos de mayor y menor calidad proteínica, la población, en la mayor parte de los casos, obtiene el cereal, de preferencia, directamente del cultivo de sus propias tierras o de tierras arrendadas. Esto, obviamente introduce mayores dificultades en un programa de suplementación. Además el cereal es procesado en casa, proceso que puede inactivar la acción del suplemento. Por ejemplo, el maíz se somete a un proceso de cocción alcalino que puede fácilmente solubilizar la proteína suplementaria. Por último, el suplemento puede alterar las características de textura y sabor en el alimento, con lo cual el consumidor deja de usar el suplemento si éste pudiera ser introducido. Sin embargo, la tecnología podría hacer mucho por mejorar esta situación, pero se requiere más investigación. Estos aspectos están recibiendo atención, por lo menos en nuestros laboratorios.

Existe ya maíz sintético preparado en el laboratorio con equipo para la manufactura de pastas usando troqueles apropiados<sup>12</sup>. Estos

granos han sido preparados de caseína, así como de harina de soya en formulaciones especiales que incluyen además de proteína, otros nutrientes. Una de estas formulaciones se presenta en el Cuadro No. 7, a base de harina de soya<sup>11</sup>. Además de la proteína de soya, el grano contiene cuatro vitaminas y el aminoácido lisina. Este aminoácido está incluido en la fórmula ya que varios experimentos indicaron que con este agregado el suplemento era más efectivo en mejorar la calidad de

CUADRO No. 7

## FORMULACION PROTEINICA SUPLEMENTARIA AL MAÍZ\*

|                          |            |
|--------------------------|------------|
| L-Lisina HCl . . . . .   | 1.250 g %  |
| Harina de soya . . . . . | 98.625 g % |
| Riboflavina . . . . .    | 3,75 mg %  |
| Tiamina . . . . .        | 25,00 mg % |
| Niacina . . . . .        | 37,50 mg % |
| Vitamina A . . . . .     | 31,25 mg % |
| % adición . . . . .      | 8          |

ELÍAS y BRESSANI. Memorias. Conf. Mejoramiento Nutricional del Maíz, INCAP, Guatemala, 1972.

Incap 73-1109

la proteína del maíz. Este suplemento está siendo sometido a prueba en una aldea de Guatemala; sin embargo, hasta la fecha no se han realizado análisis sobre los cambios que puedan estar ocurriendo.

Una tecnología similar se está desarrollando para el arroz, en donde tal vez sea posible lograr más que con el maíz, ya que el arroz no se convierte en masa para su consumo, sino más bien el grano retiene su forma como es bien conocido por todos.

Estos problemas no ocurren en cereales que son procesados industrialmente y comercializados ya listos para darle la forma usual de consumo, por ejemplo para el trigo. Con los cambios en la distribución de la población de rural a urbana, aun cereales como el maíz se están procesando industrialmente, y se espera que este hecho favorezca la tecnología de la suplementación en años próximos.

Este camino en realidad ofrece muchas ventajas y podría ser la

mano derecha de la producción agrícola, la cual persigue mayor producción de la misma cantidad y calidad proteínica. La tecnología de la suplementación proteínica podría mejorar la cantidad y calidad de esa proteína.

Aunque sólo en cereales se han efectuado estudios de esta naturaleza, lo mismo podría realizarse en otros alimentos. Por ejemplo, el frijol, alimento que ya contiene 22% de proteína, podría ser mejorado en cantidad y calidad proteínica, a través del agregado de más proteína y del aminoácido metionina. De esta manera el frijol suplementado podría ser un mejor suplemento para los cereales de lo que actualmente es. Un ejemplo se muestra en el Cuadro No. 8 para dietas de frijol y maíz. Se puede notar que el agregado de 13% de frijol con un contenido proteínico de 22% a 87% de maíz, mejora la calidad proteínica

CUADRO No. 8

EFFECTO DEL FRIJOL NATURAL Y DE FRIJOL ENRIQUECIDO CON PROTEINA SOBRE LA CALIDAD PROTEÍNICA DE DIETAS DE MAÍZ-FRIJOL

| Tratamiento dietético                                      | Proteína en dieta % | Peso promedio ganado g/28 días | Proteína utilizable % |
|------------------------------------------------------------|---------------------|--------------------------------|-----------------------|
| 100 % maíz . . . . .                                       | 8,7                 | 25                             | 2,93                  |
| 87 % maíz + 13 % frijol (22 % prot) . . . . .              | 10,6                | 48                             | 4,54                  |
| 87 % maíz + 13 % frijol <sup>1</sup> (33 % prot) . . . . . | 12,3                | 72                             | 5,87                  |
| 87 % maíz + 13 % frijol <sup>2</sup> (44 % prot) . . . . . | 12,8                | 94                             | 7,09                  |

<sup>1</sup> Frijol con un contenido proteínico 1,5 veces el contenido proteínico del frijol común. (Preparado en el laboratorio).

<sup>2</sup> Frijol con un contenido proteínico 2,0 veces el contenido proteínico del frijol común. (Preparado en el laboratorio).

Incap 73-1110

indicada en este Cuadro por la proteína utilizable. El incremento en calidad es mucho mayor cuando el frijol es de mejor contenido y calidad proteínica, como se indica en la última línea del Cuadro. Estos

granos fueron preparados con proteína de soya incorporada a la harina de fríjol<sup>13</sup>. Este camino tiene las mismas limitaciones que para el caso de los cereales. Sin embargo, también el fríjol se comienza a procesar industrialmente. Es muy probable que la suplementación proteínica no sea implementada sino hasta cuando el consumidor principie a depender más y más de productos procesados, y cuando los gobiernos y el mundo en general se den cuenta de la economía y salud inherentes al consumo de productos de buena calidad proteínica.

#### D) *Pastas*

Una preparación alimenticia que ha recibido mucha atención durante los últimos 10 años es la pasta, alimento de alto consumo popular. Una de las instituciones latinoamericanas que más ha trabajado en este tipo de alimento es el Instituto de Investigaciones Tecnológicas de Colombia<sup>14</sup>, quien ha desarrollado varias formas de pasta con el nombre de Vitalia. Estas pastas están hechas de sémola de trigo, 25% de una mezcla de derivados de maíz, arroz y soya, para que el conjunto contenga 18% de proteína. El Cuadro No. 9 muestra el valor proteínico de estas pastas en estado crudo y cocido, en comparación con una pasta comercial y caseína. La pasta fortificada en estado crudo dio un valor proteínico significativamente superior a la pasta testigo, sin embargo la pasta fortificada cocida causó un incremento adicional en ganancia de peso así como en calidad proteínica. Estos datos fueron interpretados en el sentido de que la soya usada en la preparación todavía contenía factores antitripsicos, los cuales fueron destruidos por el proceso de cocción al cual se sometió la pasta.

Productos similares se están desarrollando en otros laboratorios. Por ejemplo, en el INCAP, se han desarrollado pastas a base de semolina, maíz cocido con cal y fríjol, con un contenido de proteína de 15%, y con una proporción de 70% cereales y 30% fríjol blanco, o 15% de harina de soya. Estas pastas que también se han preparado con extractos proteínicos del fríjol tienen el valor proteínico indicado en el Cuadro No. 10. En el presente caso, la pasta a base de cereal-leguminosa dio un índice de eficiencia de utilización de la proteína superior a la pasta comercial a base de semolina, como fue el caso de los productos desarrollados en Colombia. Las propiedades durante la cocción de estos productos han sido clasificadas como aceptables por productores comerciales de pastas, y se han introducido recientemente en el mercado. Una de las características atractivas de estos alimentos es que se

CUADRO No. 9

## CALIDAD PROTEINICA DE ALGUNAS PASTAS

| Producto                     | Proteína<br>en dieta<br>% | Ganancia<br>en peso<br>g/día | I.E.P. |
|------------------------------|---------------------------|------------------------------|--------|
| Pasta comercial * . . . . .  | 10,4                      | 0,89                         | 0,91   |
| Pasta IIT cruda * . . . . .  | 10,5                      | 2,18                         | 1,69   |
| Pasta IIT cocida * . . . . . | 10,2                      | 4,00                         | 2,69   |
| Cascina . . . . .            | 10,1                      | 4,50                         | 2,79   |

\* DÍAZ DELGADO. Memorias de la Conf. Recursos Proteínicos en América Latina, INCAP, Guatemala, 1970.

Incap 73-1111

CUADRO No. 10

VALOR PROTEINICO DE HARINAS Y PASTAS PREPARADAS DE  
DIFERENTES PRODUCTOS

| Muestra                                      | Contenido de<br>proteína %<br>en producto | Indice de Eficiencia Prot. |           |
|----------------------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------|-----------|
|                                              |                                           | Sin procesar               | Procesada |
| Semolina . . . . .                           | 14,7                                      | 0,90                       | 0,96      |
| Semolina + 0,3 % L-Lisina . .                | 15,0                                      | 2,08                       | 1,91      |
| 85 % maíz + 15 % harina de<br>soya . . . . . | 15,8                                      | 2,01                       | 1,77      |

Incap 73-1112

han preparado con cantidades reducidas de semolina, que no es de producción local, reduciendo por consiguiente el costo del producto.

### E) Harinas compuestas

Con pocas excepciones los países de la América Latina no producen trigo teniendo que importarlo a un alto costo, sobre todo en los últimos años. Debido a estas razones, muchos laboratorios tecnológicos y nutricionales en esta área geográfica están haciendo grandes esfuerzos para producir pan con las menores cantidades posibles de harina de trigo.

Como substitutos parciales de la harina de trigo se están empleando harinas de otros cereales, así como harinas de tubérculos en particular de papa. En el primer caso, no se afecta la cantidad de proteína total en el pan, pero sí ocurre en el segundo caso, o sea usando harina de papa. En ambas situaciones, la calidad nutritiva es menor de la deseada. Por consiguiente, los esfuerzos que se realizan tratan también de mejorar la calidad proteínica del producto. Para estos propósitos se han empleado varias fuentes de proteína, como por ejemplo, de algodón, de maní y algodón, así como de suero de leche. Entre éstos, los mejores resultados bajo varios puntos de vista han sido obtenidos con harina de soya y suero de leche.

Algunos resultados representativos se presentan en el Cuadro No. 11, obtenidos cuando la harina de trigo fue substituida por harina

CUADRO No. 11

#### CALIDAD FISICA Y PROTEINICA DE PAN DE HARINAS COMPUESTAS DE PATATA-HARINA DE TRIGO

| Pan                                   | Calidad física | I.E.P. |
|---------------------------------------|----------------|--------|
| Trigo . . . . .                       | Excelente      | 0,51   |
| Patata - Trigo * . . . . .            | Buena          | 0,90   |
| Patata - Algodón - Trigo ** . . . . . | Buena          | 1,26   |
| Caseína . . . . .                     | —              | 2,40   |

\* 25% harina de patata.

\*\* 24% harina de patata y 7% harina de algodón.

BACIGALUPO. En: Protein-enriched cereal foods for World Needs. Page 288, 1969

de papa y se adicionó harina de algodón para incrementar el nivel de proteína y de su calidad <sup>18</sup>.

Los resultados de calidad tecnológica, como el volumen del pan, color de la miga, sabor y pruebas de horneado han sido muy buenos. En el presente caso, se nota inclusive que el valor proteínico aun sin proteína vegetal es superior al pan de trigo solo. Además del uso de harina de papa la harina de yuca se ha utilizado, sobre todo en Colombia <sup>14</sup>.

Otros alimentos derivados de cereales pueden ser preparados con tecnologías similares. Un ejemplo es el de la tortilla. En estudios realizados por el INCAP, la harina de maíz fue substituida parcialmente por granillo de trigo refinado. Los resultados biológicos se presentan en el Cuadro No. 12. Se puede observar que la adición del subproducto de la molienda del trigo en niveles de 10, 20 y 30% aumentó el contenido de proteína, el peso de los animales y el índice de utilización de la proteína <sup>10</sup>. En las pruebas de cocción y en las de aceptabilidad, la mezcla de maíz con 30% de granillo de trigo resultó muy buena, indicando los sujetos que la tortilla era diferente que la normal pero que les recordaba el sabor del pan, por lo cual era muy aceptable.

## F) Sopas

La mayor parte de los alimentos ricos en cantidad y calidad proteínica discutidos en la primera parte de este trabajo fueron diseñados para que se utilizara como sustituto de la leche. Sin embargo, se han propuesto también para otros usos, entre los cuales las sopas ocupan un lugar especial. Productos alimenticios de esta naturaleza han sido también desarrollados y un ejemplo de nuestros laboratorios se presenta en el Cuadro No. 13. En este caso la base de la sopa es una mezcla de harina de algodón (24,3), leguminosas de grano (40,5), harina de maíz o arroz <sup>17</sup>, levadura torula (2,7) y DL-Metionina. La leguminosa de grano puede ser el frijol común *Phaseolus vulgaris*, el caupí (*Vigna sinensis*) o el gandul (*Cajanus cajan*). El alimento en base seca contiene alrededor de 24% de proteína. Además contiene verduras deshidratadas, grasa animal y sabores. El Cuadro No. 14 muestra algunos datos nutricionales con estas sopas preparadas con diferentes leguminosas de grano. El índice de eficiencia proteínica varía de 2,14 a 2,66 cuando se suplementa con metionina. Son de sabor agradable y el valor nutricional de su proteína comparable al de las proteínas de origen animal.

CUADRO No. 12

**EFFECTO DE LA SUBSTITUCION DE HARINA DE MASA DE MAIZ .  
POR GRANILLO DE TRIGO**

| Cantidad de<br>harina de masa<br>de maíz % | Cantidad de<br>granillo de<br>trigo % | Proteína<br>en dieta<br>% | I.E.P. | Proteína<br>utilizable % |
|--------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------|--------|--------------------------|
| 70                                         | 0                                     | 7,0                       | 1,07   | 2,08                     |
| 70                                         | 10                                    | 9,0                       | 1,42   | 3,55                     |
| 70                                         | 20                                    | 11,0                      | 1,88   | 5,74                     |
| 60                                         | 30                                    | 12,0                      | 2,06   | 6,86                     |
| 90                                         | 0                                     | 9,0                       | 1,10   | 2,74                     |
| Caseína                                    | —                                     | 10,0                      | 2,70   | —                        |

Incap 73-1114

CUADRO No. 13

**COMPOSICION DE SOPA DESHIDRATADA DE ALTO CONTENIDO  
PROTEINICO**

| Ingrediente                 | %     | Ejemplo de fórmula de sopa  | %    |
|-----------------------------|-------|-----------------------------|------|
| Harina de algodón . . . .   | 27,0  | Fórmula INCAP-17 . . . .    | 90,0 |
| Leguminosas * . . . .       | 45,0  | Vegetales deshidratados . . | 7,0  |
| Harina de maíz o de arroz . | 24,9  | Condimentos . . . . .       | 1,0  |
| Levadura Torula . . . .     | 3,0   | Grasa animal . . . . .      | 2,0  |
| DL-Metionina . . . . .      | 0,1   |                             |      |
| % Proteína . . . . .        | 26-27 |                             |      |
| I.E.P. . . . .              | 2,66  |                             |      |

\* Leguminosas: frijol, caupí, gandul.

Incap 73-1115

**CALIDAD PROTEINICA DE SOPAS DESHIDRATADAS A BASE DE  
ALIMENTOS PROTEINICOS Y VERDURAS**

| Leguminosa de grano en sopa | Aumento en peso g | I.E.P. |
|-----------------------------|-------------------|--------|
| Caupí . . . . .             | 104               | 2,14   |
| Caupí + 0,1 % Met . . . . . | 129               | 2,66   |
| Gandul . . . . .            | 103               | 2,31   |
| Frijol . . . . .            | 100               | 2,08   |
| Caseína . . . . .           | 113               | 2,59   |

Incap 73-1116

**G) Utilización de semillas oleaginosas enteras**

Los resultados de estudios recientes indican que las dietas de poblaciones de bajos recursos económicos en Guatemala, como en otros lugares de América Latina, responden con un aumento de su valor nutritivo al ser suplementadas con calorías en forma de aceite. Una dieta de maíz y frijol en la relación 6,24:1 fue ofrecida a perros jóvenes de 3 meses de edad en cantidades de 3, 4 y 5 g de proteína/kg/día. En cada ingesta proteínica, se proporcionó 0, 25 y 50% más de calorías como aceite. Las respuestas fueron medidas por medio de balance nitrogenado. La adición de calorías aumentó la retención de nitrógeno sobre todo cuando la ingesta de proteína fue de 3 y 4 g/kg/día. Cuando la ingesta de proteína fue de 5 g, la respuesta a la adición calórica fue baja, debido a que el animal ya satisfacía sus necesidades calóricas a estos niveles de ingesta<sup>10</sup>.

En otros resultados se encontró como ya se había informado, que la dieta de maíz y frijol responde también a la suplementación con aminoácidos o a la suplementación con proteína. Eso se debe a que la dieta es deficitaria en los aminoácidos lisina y triptófano. Los resultados vienen a confirmar que para poblaciones jóvenes las dietas son deficientes en calorías y calidad proteínica como ha sido indicado por los numerosos resultados de las encuestas dietéticas.

En vista de esto, los trabajos recientes de nuestros laboratorios en este campo han estado encaminados a desarrollar alimentos suplementarios que proporcionen los dos nutrientes, calorías y proteína de mejor calidad<sup>10</sup>. Entre los estudios realizados recientemente, se ha estudiado la posibilidad de utilizar el fríjol soya. Para estos propósitos, el fríjol soya se ha procesado junto con el maíz, usando el proceso tradicional de producir tortilla. La cantidad de fríjol soya de 15% del peso se basó en los resultados previamente obtenidos, que 4% de proteína derivada de 8% de harina de soya con 50% de proteína, eran suficientes para incrementar la calidad proteínica y la cantidad de proteína del maíz<sup>11</sup>.

La mezcla de 85% de maíz y 15% de soya fue convertida por el proceso indicado en una masa y luego en tortilla. Esta última se deshidrató y fue luego analizada química y biológicamente. Los datos de composición química se muestran en el Cuadro No. 15. Se puede notar que la adición de soya aumentó tanto la cantidad de grasa de 2,2 a 4,1%, como la de proteína de 10,4 a 14,4%. Obviamente, esto se debe a la grasa y proteína presentes en el fríjol soya.

El Cuadro No. 16 resume algunos datos de evaluación nutricional. En este Cuadro se puede notar que la adición de la soya, como soya o como harina, casi duplicó el valor proteínico de la masa enriquecida, de 0,95 a 1,98 cuando la proteína de la dieta era de 12%. En la última línea se puede notar que el aceite proporcionado por el 15% de soya usado es importante para aumentar la utilización de la proteína, con un índice de 1,98. La última columna da los valores de proteína utilizable la cual es mayor cuando se agrega soya al maíz que cuando no se agrega. Los resultados indican por consiguiente, que ésta podría ser una medida para introducir mejor calidad proteínica y calórica a las dietas de maíz. El mismo proceso se ha estudiado para producir alimentos con mayor contenido de calorías y de proteína. Para estos propósitos se prepararon mezclas de maíz entero y de soya entera. Estas fueron procesadas para producir harinas de maíz-soya. De estos estudios se encontró que el rendimiento de harina deshidratada disminuía conforme la cantidad de fríjol soya aumentaba. Esto fue atribuido a la alta solubilidad de la proteína de soya en medio alcalino.

Las pruebas biológicas de estas preparaciones se resumen en el Cuadro No. 17. Como se puede notar, el aumento en proteína y en grasa refleja el nivel de fríjol soya usado. Asimismo, se puede notar que una mezcla 72:28 maíz:soya da un valor proteínico mayor que cual-

CUADRO No. 15

## COMPOSICION QUIMICA DE MASA Y TORTILLAS HECHAS CON UNA MEZCLA DE MAIZ-SOYA \*

|                                                  | Humedad % | Grasa % | Fibra cruda % | Proteína % | Ceniza % | Humedad en fresco % |
|--------------------------------------------------|-----------|---------|---------------|------------|----------|---------------------|
| Masa maíz blanco (deshidratado) . . . . .        | 6,5       | 3,0     | 1,6           | 10,0       | 1,8      | —                   |
| Masa maíz blanco + soya (deshidratado) . . . . . | 5,5       | 5,5     | 2,7           | 13,9       | 3,2      | —                   |
| Tortilla maíz blanco . . . . .                   | 1,4       | 2,2     | 2,0           | 10,4       | 1,6      | 53,0                |
| Tortilla maíz blanco + soya . . . . .            | 1,4       | 4,1     | 2,8           | 14,4       | 2,3      | 53,8                |

\* BRESSANI, MURILLO y ELÍAS. J. Food. Sci., 1973.

Incap 73-1117

CUADRO No. 16

## CALIDAD PROTEINICA DE MASA DE MAIZ PREPARADA CON Y SIN SOYA

|                                                                                   | Proteína % | Peso promedio g | I.E.P. | Valor nutrit. relativo | Proteína utilizable % |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------|-----------------|--------|------------------------|-----------------------|
| 85 % masa maíz blanco + 15 % soya * . . . . .                                     | 12,5       | 84              | 1,98   | 57,1                   | 7,14                  |
| 92 % masa maíz blanco + 8 % suplemento de harina de soya * . . . . .              | 12,0       | 68              | 1,98   | 57,1                   | 6,58                  |
| Caséína * . . . . .                                                               | 12,5       | 124             | 2,60   | 75,0                   | 9,38                  |
| 85 % masa maíz blanco + 15 % soya sin 5 % de aceite agregado a la dieta . . . . . | 12,5       | 78              | 1,98   | 57,1                   | 7,14                  |

\* Todas las dietas fueron suplementadas con 5% de aceite de soya.  
BRESSANI, MURILLO y ELÍAS. J. Food Sci., 1973.

Incap 73-1118

CUADRO No. 17

**CONTENIDO DE PROTEÍNA Y GRASA Y VALOR PROTEINICO  
DE LAS DIFERENTES PREPARACIONES \***

| Mezcla            |           | Contenido de  |            | Peso<br>promedio<br>ganado<br>g ** | I.E.P. |
|-------------------|-----------|---------------|------------|------------------------------------|--------|
| Maíz<br>%         | Soya<br>% | Proteína<br>% | Grasa<br>% |                                    |        |
| 100               | 0         | 9,9           | 4,5        | 12                                 | 0,69   |
| 79                | 21        | 16,9          | 8,9        | 81                                 | 2,08   |
| 72                | 28        | 17,6          | 10,3       | 91                                 | 2,54   |
| 62                | 38        | 18,1          | 11,3       | 99                                 | 2,37   |
| 0                 | 100       | 40,0          | 25,6       | 101                                | 2,03   |
| Caseína . . . . . |           | —             | —          | 120                                | 2,87   |

\* Todas las dietas fueron calculadas para contener 9% de proteína.

\*\* Peso promedio inicial: 47 g.

BRESSANI, MURILLO y ELÍAS. J. Food Sci., 1973.

Incap 73-1119

quier otro. Este producto con 18% de proteína, podría, por consiguiente, ser un excelente suplemento a dietas de maíz-fríjol consumidas por muchos pobladores en la América Latina.

### H) En embutidos

El uso de proteína texturizada de soya como componente de embutidos y alimentos similares, es ya bien conocido en muchos países, incluyendo algunos en América Latina. Sin embargo, el uso de otras fuentes de proteína vegetal diferentes a soya no ha sido estudiado extensamente en alimentos basados en carne molida como salchichas, hamburguesas, salchichones y otros. En América Latina, se ha descrito<sup>20</sup> la preparación y valor nutritivo de embutidos preparados de 34,5% carne molida no grasa, 10% de manteca y 14% de harina de algodón. El producto así preparado contenía 14,2% de proteína y fue curada por 30 minutos entre 85 a 88°C. El valor nutritivo fue tan bueno como el de salchichas preparadas con 14% de leche en lugar de harina de algodón. Además el alimento a base de carne y harina de algodón su-

plementó adecuadamente dietas a base de cereales. Más estudios de esta naturaleza se están desarrollando en varios laboratorios en América Latina, usando no sólo harina de algodón, sino también concentrados proteínicos preparados de leguminosas de grano y de otras fuentes.

## CONCLUSIONES

Los resultados presentados en este trabajo, indican que se están llevando a cabo en la América Latina numerosas investigaciones sobre la utilización de harina y/o semillas oleaginosas para la preparación de alimentos de mayor cantidad y calidad proteínica. Sin embargo, la aplicación de esta investigación está muy retrasada en comparación con los resultados del desarrollo de las mezclas o nuevos alimentos.

Existen varias razones que podrían explicar esta falta de aplicación. Una de ellas es la falta de suficiente materia prima, sobre todo la fuente de proteína, de composición química adecuada y con la calidad necesaria para ser usados en alimentos para humanos.

Además de esto, la maquinaria requerida y los materiales accesorios para propósitos de distribución son elementos que en su mayoría son importados, haciendo la inversión económica inicial alta, para alimentos que toman tiempo para ser aceptados por la población.

Asimismo, el problema se dificulta por no existir buena distribución de alimentos en la mayoría de los países.

Finalmente, el poder adquisitivo de la población que requiere esta clase de alimentos, es muy bajo y es necesario que los productos sean de bajo costo o reciban cierta clase de subvención económica o de consumo por los gobiernos, los cuales raras veces están en disposición de hacerlo. Además, estos programas requieren cierto nivel educacional lo cual hace más difícil su aplicación, pues, la población rural todavía hace uso de los alimentos que produce para alimentarse. En todo caso, las experiencias de los últimos años en cuanto a la disponibilidad de alimentos causada por los malos años agrícolas, así como la creciente tendencia de las poblaciones a moverse del área rural a la urbana está en cierto sentido favoreciendo la producción y uso de estos alimentos y estimulando el interés de los gobiernos que están dándose cuenta de la necesidad de mantener mejor nutridas a sus poblaciones.

## REFERENCIAS

- <sup>1</sup> BRESSANI R., ELÍAS L. G., AGUIRRE A. & SCRIMSHAW N. S., *All-vegetable protein mixtures for human feeding. III. Development of INCAP vegetable mixture 9*. J. Nut., 74: 201, 1961.
- <sup>2</sup> BRESSANI R., *Formulation and testing of weaning and supplementary foods containing oilseed proteins*. In: Protein-enriched cereal foods for world needs. (Ed. by M. Milner), Published by the American Association of Cereal Chemists. St. Paul, Minn. page 49, 1969.
- <sup>3</sup> BRESSANI R. & ELÍAS L. G., *All-vegetable protein mixtures for human feeding. The development of INCAP vegetable mixture 14 based on soybean flour*. J. Food Sci., 31: 626, 1966.
- <sup>4</sup> BRESSANI R., ELÍAS L. G., BRAHAM J. E. & ERATT M., *Vegetable protein mixtures for human consumption. The development and nutritive value of INCAP mixture 15 based on soybean and cottonseed protein concentrates*. Arch. Latinoamer. Nut., 17: 177, 1967.
- <sup>5</sup> YÁÑEZ E., BALLESTER D., CHICHESTER C. O. & MONCKLBERG F., *A protein-rich mixture based on dry skim milk, toasted wheat flour, fish flour and sunflower meal*. In: Proceedings of the Western Hemisphere Nutrition Congress III. page 377, Miami, Florida, 1971.
- <sup>6</sup> BRESSANI R., INCAP, datos no publicados.
- <sup>7</sup> DUTRA DE OLIVEIRA J. E. & DE SOUZA N., *El valor nutritivo de productos de la molienda del maíz, de la suplementación con aminoácidos y de mezclas de maíz común y de Opaco-2*. En: Memorias de la Conferencia Recursos Proteínicos en América Latina. Publicación INCAP L-3, pág. 213 (M. Béhar, R. Bressani, eds.), Guatemala, 1972.
- <sup>8</sup> Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), México, D. F.
- <sup>9</sup> ELÍAS L. G., JARQUÍN R., BRESSANI R. & ALBERTAZZI C., *Suplementación del arroz con concentrados proteínicos*. Arch. Latinoamer. Nut., 18: 27, 1968.
- <sup>10</sup> JARQUÍN R., NORIEGA P. & BRESSANI R., *Enriquecimiento de harinas de trigo, blanca e integral con suplementos de origen animal y vegetal*. Arch. Latinoamer. Nut., 16: 89, 1966.
- <sup>11</sup> ELÍAS L. G. & BRESSANI R., *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. Memorias de una conferencia celebrada en Guatemala, pág. 172. Publicación INCAP L-1, 1972.
- <sup>12</sup> MOLINA M. & BRESSANI R., *La tecnología de la fortificación del maíz en América Latina*. En: Mejoramiento Nutricional del Maíz. Memorias de una conferencia celebrada en Guatemala, pág. 240. Publicación INCAP L-1, 1972.
- <sup>13</sup> BRESSANI R., FLORES M. & ELÍAS L. G., *Aceptabilidad y valor de leguminosas de grano en la dieta humana*. Memorias de una conferencia celebrada en CIAT, Cali, Colombia, sobre potenciales de frijol y otras leguminosas de grano. 1973.
- <sup>14</sup> DÍAZ DELGADO D., *Enriquecimiento de cereales con proteínas*. En: Recursos proteínicos en América Latina. Publicación INCAP L-3, pág. 353, 1970.
- <sup>15</sup> BACIGALUPO A., *Protein-rich cereal foods in Peru*. In: Protein-enriched cereal foods for world needs. (M. Milner, ed.). Published by the Amer. Assoc. of Cereal Chemists, page 288, 1969.

- <sup>16</sup> ELÍAS L. G., *Utilización de subproductos de trigo y de maíz en la elaboración de alimentos ricos en proteína*. En: Recursos Proteínicos en América Latina. Publicación INCAP L-3, pág. 396, 1970.
- <sup>17</sup> ELÍAS L. G., BATES R. P. & BRESSANI R., *Mezclas vegetales para consumo humano. XVII. Desarrollo de la mezcla vegetal INCAP 17, a base de semillas leguminosas*. Arch. Latinoamer. Nut., 19: 109, 1969.
- <sup>18</sup> MURILLO B., CABEZAS M. T. & BRESSANI R., *Influencia de la densidad calórica sobre la utilización de la proteína de dietas elaboradas a base de maíz y frijol*. Arch. Latinoamer. Nut., en prensa, 1973.
- <sup>19</sup> BRESSANI R., MURILLO B. & ELÍAS L. G., *Whole soybeans as a means of providing protein and calories to maize-based diets*. J. Food Sci., en prensa, 1973.
- <sup>20</sup> DUCKWORTH J. & WOODHAM A. A., *El valor nutritivo de una salchicha tipo Frankfurt, preparada utilizando harina de semilla de algodón como relleno*. Ensayo biológico de su valor suplementario para dietas de cereales. Arch. Venezolanas Nut., 11: 239, 1961.

## DISCUSSIONE

### A. FERRO-LUZZI

Vorrei chiedere al Dott. Bressani se c'è una ragione particolare, per cui all'INCAP, o in genere in Sud America, si ritenga che tutte queste integrazioni proteiche siano derivate soprattutto da sostanze e cibi naturali variamente integratisi, mentre praticamente non si fa alcun cenno a proteine da fonti non convenzionali, eccetto che per il lievito che è aggiunto, mi pare, soltanto per dare un po' di sapore. E — vorrei chiedere inoltre — se si considerano i test di non tossicità proteica che vengono applicati a queste miscele di proteine naturali valide pure per alimenti proteici provenienti da fonti non convenzionali.

### R. BRESSANI

Yo creo que existe un poco de confusión en lo que se llama fuentes de proteínas no convencionales y fuente de proteína convencional.

Nosotros en América Latina, por lo menos en el área donde yo estoy, consideramos fuentes de proteínas no convencionales, para consumo humano, la harina de algodón, harina de soya, etc. Estas proteínas unicelulares o pluricelulares, como Uds. quieran llamarles, son también fuentes de proteínas no convencionales en nuestro caso.

Nosotros hemos trabajado un poco en la utilización de proteínas unicelulares, especialmente con levadura de torula y con productos ya producidos en otros substratos, substratos paraquímicos y, honestamente, hemos estudiado tanto en animales de experimentación como en niños.

Los estudios en niños los tuvimos que cancelar inmediatamente, porque se observó que eran muy peligrosos para seguir trabajando con ellos, a pesar de que ya sabíamos los resultados en animales, estos productos necesitan mucha más investigación. Ahora, debido a que nosotros trabajamos principalmente para humanos, tenemos que ser muy cuidadosos en lo que proponemos.

Yo les presenté aquí a Uds. los datos ya resumidos. Pero cada producto ha sido estudiado intensivamente por tres, cuatro años, incluyen-

do el estudio de las medidas de toxicidad, que son sumamente rígidas, y no sólo P. R.

Por ejemplo, la harina de algodón, como Uds. saben, contiene un pigmento que se llama gocipol. Se ha demostrado que el gocipol es tóxico para el cerdo y posiblemente mancha la coloración del huevo. Pero en nuestros países no contábamos con otras fuentes de proteína no convencional. Entonces tuvimos que echar mano a la harina de algodón. Lo primero que hicimos fue tratar de idear un sistema, un procesamiento, por medio del cual reduciríamos al máximo las cantidades de gocipol en las semillas. De esta manera, sin dañar la calidad de la proteína, logramos bajar el nivel de gocipol a un valor de 30 mg. por ciento, en vez de los 1.000 iniciales.

Pero esto no es suficiente. Hicimos una serie de estudios en los cuales el material fue procesado y notamos que durante el procesamiento el gocipol desaparecía. O sea que, se estaba destruyendo, lo cual nos favoreció, pero quedaban todavía cantidades pequeñas de gocipol del orden de 5 a 9 Mg en el producto terminado.

Entonces, ya con cierta seguridad, hicimos una serie de estudios en niños, a los que administramos harina de algodón sin gocipol, en forma de encaparina, con encaparinas preparadas de harina de algodón que tenían hasta 15 mg de gocipol, más o menos. Y afortunadamente, por una razón que aún desconocemos, logramos recuperar todo el gocipol en la materia fecal. O sea que este gocipol es una sustancia muy reactiva y muy activa.

Durante la cocción y el paso por la pared del aparato gastrointestinal, estaba reaccionando con otras cosas y cuando ingeríamos solamente 9 o 10 mg de gocipol libre por la boca, obteníamos 9 o 10 mg de gocipol ligado a las heces.

De este modo se ve que ha habido investigación, para asegurar que estos productos no sean tóxicos y nosotros en general no aceptamos el P. R. como medida de toxicidad y menos el N. P. U.