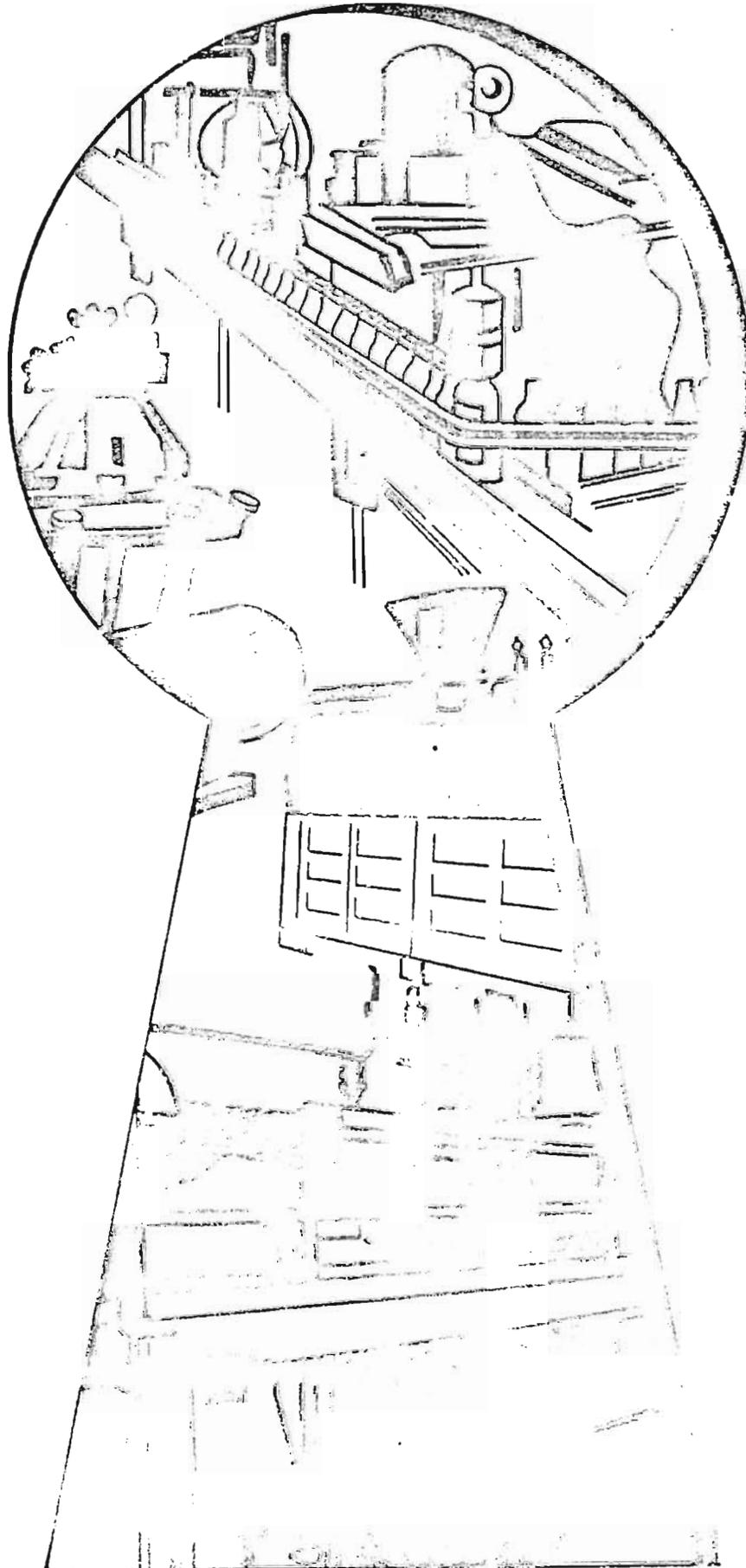


M. B. ...

AÑO 6 NUM. 3 MAYO JUNIO 1971



FUENTES VEGETALES

RICAS EN PROTEINA PARA CONSUMO HUMANO EN LA AMERICA LATINA*

• TRABAJO PRESENTADO EN EL II CONGRESO DE LA ASOCIACION DE TECNICOS EN ALIMENTOS, A. C., CELEBRADO EN MEXICO, D. F., DEL 18 AL 19 DE MARZO DE 1971 BAJO LOS AUSPICIOS DE LA CITADA ASOCIACION.

Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá. Guatemala, C.A.

Es un hecho de conocimiento general que en la mayoría de los países de América-Latina, existe desnutrición proteínico-calórica; sus causas pueden atribuirse a factores económicos y de orden social y educativa, baja disponibilidad de alimentos, y a las altas tasas de crecimiento demográfico. Como una medida para aliviar el problema de escases de proteínas se ha recurrido al uso directo de subproductos de las semillas oleaginosas, y son apreciables los esfuerzos que en este sentido se hacen en varios países del mundo.

En Latino América, existen muchas posibles fuentes de proteína que se están estudiando o que deben estudiarse. Entre las materias primas en las que ya se han realizado estudios cabe citar las harinas de soya, de algodón y de ajonjolí.

Hay fuentes potenciales que requieren más investigación, entre ellas, el girasol, la palma africana, el coco, la

Ricardo Bressani**

nuez del Brasil, la semilla de hule y el maní. Dos tipos de productos pueden ser elaborados de estas materias primas los cuales difieren principalmente en su contenido proteínico, unos con 50% de este nutriente, y otros con mayores niveles. Las posibilidades de estas fuentes se examinarán en base a la disponibilidad de materias primas, descripción general de su procesamiento, contenido de aminoácidos, valor nutritivo y factores que podrían limitar su uso; también se presentan ejemplos de su uso en América Latina.

Ya que la harina de algodón es una de las fuentes de mayor disponibilidad en la Región, ésta se enfoca en términos más específicos. Se comentan así métodos de producción de harinas para consumo humano, su utilización en los alimentos, factores que interfieren con su uso, y propiedades físicas y nutritivas de la materia prima y de los productos alimenticios elaborados con ella.

** Jefe de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos INCAP.

FUENTES VEGETALES RICAS
EN PROTEINA PARA CONSUMO
HUMANO EN AMERICA LATINA
Ricardo Bressani** y Luis G. Elías**

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

INTRODUCCION

La disponibilidad cada vez más limitada de alimentos, tanto en términos de cantidad como de calidad aceptable

para consumo humano, sobre todo de alimentos ricos en proteínas, constituye un problema universal al que desde hace algunos años se viene dedicando particular atención en todo el mundo. El problema que nos ocupa está más que documentado, y a través de múltiples conferencias y actividades de investigación en varios países, se han propuesto e implementado soluciones lógicas. Entre estas, la utilización de proteínas de semillas oleaginosas como ingrediente de fórmulas alimenticias, ha despertado el interés de gobiernos, organismos internacionales, centros de investigación y de algunos sectores de la industria de alimentos, quienes en varios casos, han logrado desarrollar mezclas proteínicas adecuadas tanto en cantidad como en calidad.

** Jefe y Científico de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del INCAP, respectivamente

Publicación INCAP E-515



El objetivo de este trabajo es hacer una reseña de las fuentes de proteína de origen vegetal disponibles en América Latina, así como de los esfuerzos que con miras a contribuir a solucionar el problema de la baja disponibilidad de alimentos proteínicos, se adelantan en varios centros de investigación latinoamericanos. Finalmente, se comenta el uso de las semillas oleaginosas en la preparación de alimentos ricos en proteína para consumo humano, y se enfocan otros usos que se les puede dar a este grupo de proteínas de origen vegetal.

FUENTES DISPONIBLES E INVESTIGACION EN AMERICA LATINA

En el curso de los últimos años va-

rios grupos de investigadores latinoamericanos han estado trabajando activamente con miras a utilizar los subproductos de varias semillas oleaginosas en la preparación de alimentos con un mayor contenido de proteína, de mejor calidad para consumo humano. A través de varias conferencias celebradas recientemente en Argentina, Chile, Venezuela y Guatemala, se ha podido palpar el creciente interés que existe en ese campo, y comprobar también la variedad de fuentes vegetales que están siendo evaluadas y utilizadas actualmente en diversas preparaciones alimenticias. Según revela el Cuadro No. 1, en la mayor parte de países el algodón, el girasol y la soya, son los productos que están recibiendo mayor atención. Algunas fuentes como el girasol se encuentran disponibles solamente en Argentina y en Chile, países donde ya se han logrado adelantos signifi-

CUADRO 1

FUENTES DE PROTEINA VEGETAL BAJO ESTUDIO EN LA AMERICA LATINA

| País | Semillas |
|----------------|---|
| Argentina | Girasol - Lino - Maní - Levaduras |
| Chile | Girasol - Soya - Cártamo - Levaduras |
| Brasil | Garbanzo - Raps Soya - Nuez del Brasil - Algodón |
| Perú | Semillas leguminosas |
| Colombia | Algodón |
| Venezuela | Algodón - Soya |
| Centro América | Ajonjolí - Algodón |
| | Jícaro - Algodón - Palma Africana |
| | Levaduras - Subproductos Trigo |
| | Maní - Frijol - Corozo |
| México | Ajonjolí - Algodón - Algas |

cativos en cuanto a concentrar la proteína, ya sea eliminando la fibra cruda, o extrayendo la proteína por medios químicos. Una de las fuentes proteínicas que ha despertado especial interés recientemente, son los productos unicelulares que pueden obtenerse a partir de innumerables fuentes de alta concentración en carbohidratos y de bajo costo. Por ejemplo, el bagazo de caña de azúcar, el suero de leche, la melaza, la pulpa de café y otros desechos de subproductos industriales o agrícolas. Estos productos, sin embargo, representan un problema que todavía eseá

por resolverse de manera efectiva, y ello es el contenido relativamente alto de ácidos nucleicos de la proteína, los cuales causan trastornos fisiológicos. Este hecho, por ahora limita su uso en la preparación de alimentos para consumo humano.

Otras fuentes que han sido estudiadas y que pueden ser de mucha utilidad son las leguminosas de grano.

Existen ya fórmulas en las cuales se han utilizado en combinación con otros productos, leguminosas como el frijol común (*Phaseolus vulgaris*), el caupí (*Vigna sinensis*), garbanzos (*Ci-*

cer arietinum) y habas (Vicia faba).

Al principio del uso de todos estos productos en la preparación de alimentos de alta cantidad y calidad proteínica, las fórmulas en su mayoría tenían características físicas y organolépticas sencillas, que hicieron dudar a muchos, la potencialidad de ellas de ser aceptadas por las diferentes poblaciones. Sin embargo, adelantos recientes logrados a través de la aplicación de procesamientos tecnológicos, han alterado las características simples que tenían en alimentos dignos de cualquier grupo socio-económico de cualquier población.

NATURALEZA QUIMICA Y NUTRICIONAL DE LA PROTEINA

Por definición, los suplementos proteínicos son alimentos que proporcionan proteína adicional y los aminoácidos esenciales en que es deficiente el alimento a suplementar. De esta manera lo mejoran no sólo en lo que respecta a su contenido total de proteína, sino también en cuanto a la calidad de esta última. Por consiguiente, una característica básica del suplemento a uti-

lizar es que contenga niveles altos de proteína y que ésta sea de buena calidad. Además, tiene que satisfacer otros estándares de calidad en lo referente a otros compuestos y estar libre de factores fisiológicos adversos.

Ya que los concentrados proteínicos de origen animal son escasos y de alto costo, es necesario utilizar materiales de origen vegetal. Sin embargo, en la mayor parte de los casos éstos no contienen los aminoácidos esenciales en cantidades adecuadas, sobre todo lisina y metionina, ya sea porque estos no existen en la proteína original, o porque su concentración se reduce durante el procesamiento a que los productos se someten para transformarlos adecuadamente para su consumo. No obstante, como se indica más adelante, estas deficiencias son susceptibles de corrección.

Los concentrados proteínicos que más comúnmente se utilizan para la formulación de mezclas ricas en proteína se derivan del frijol de soya, de la semilla de algodón, maní, ajonjolí y girasol, así como de algunas semillas leguminosas. El contenido proteínico de las harinas preparadas a partir de estas semillas es, por lo general, de 50 por ciento.

En el Cuadro No. 2 da a conocer el valor proteínico de algunos de ellos,

| Fuente | Aminoácido esencial deficiente | Buena fuente de | Indice de eficiencia proteínica |
|----------------------|--------------------------------|-----------------|---------------------------------|
| Harina de soya | Metionina | Lisina | 2.70 |
| Harina de algodón | Lisina | — | 2.28 |
| | Metionina | | |
| Harina de maní | | — | 1.42 |
| | Lisina | | |
| Harina de ajonjolí | Lisina | Metionina | 1.65 |
| Harina de girasol | Lisina | — | 2.25 |
| Harina de cártamo | Lisina | — | 1.30 |
| Levadura | Metionina | Lisina | 1.40 |
| Semillas leguminosas | Metionina | Lisina | 1.20 |

así como los aminoácidos esenciales en que esos concentrados son limitantes. Como puede observarse, el producto de mejor calidad es el material derivado del frijol de soya, siguiéndole las harinas preparadas a base de algodón y

girasol, ajonjolí y maní, en ese orden.

El aminoácido limitante en el algodón, el ajonjolí y el girasol es la lisina, y en el frijol de soya y el maní, la metionina. La mejor fuente de lisina es el frijol de soya, mientras que el

ajonjolí lo es de metionina.

Esta información es valiosa en el proceso de formulación del alimento rico en proteína, ya que obviamente ese necesario combinar estos materiales con otros a modo de obtener el mejor patrón de aminoácidos esenciales, es decir, uno similar o igual al de la proteína de huevo o de la leche.

Debido a que los alimentos ricos en proteína no sólo deben considerarse como fuentes de este nutriente sino también de calorías, los productos derivados de las semillas oleaginosas, generalmente se combinan con otros que proporcionan calorías. Para estos propósitos se han usado los cereales: arroz, maíz y trigo. Es sabido que estos productos contienen cantidades que no exceden de 12% de proteína, y que ésta es deficiente en lisina y triptofano en el caso del maíz; en lisina y treonina en el del arroz, y en lisina, para el trigo.

Tomando en consideración estos datos es, pues factible preparar mezclas cuyo contenido proteínico puede variarse en la forma deseada. Ya que la leche es la fuente natural de proteína,

principalmente para el niño, las formulaciones de mezclas proteínicas han sido elaboradas a fin de que contenga alrededor de 25% de proteína. Sin embargo, si esta última es de alta calidad, basta que las mezclas contengan sólo 20 por ciento.

ALGUNOS PROBLEMAS TECNICOS EN SU UTILIZACION

Por lo menos hasta la fecha la mayor parte de las semillas oleaginosas, si no todas, se cultivan principalmente por el aceite que contienen, con la posible excepción del algodón, el cual se cultiva por su fibra, y de algunas otras como las nueces, que se consumen directamente. El valor económico de las oleaginosas radica en su contenido de aceite, y fue la necesidad de suministrar proteína a la industria animal, el factor que le dio importancia a este nutriente, que en la mayor parte de los casos es el que se encuentra en mayores cantidades una vez se elimina el aceite de la semilla. Por estas razones, el objetivo de su procesamiento fue y sigue siendo el de eliminar la mayor cantidad de aceite posible proceso que en todos los casos puede destruir gran parte del valor nutritivo de la proteína del producto. Con el fin de evitar esa destrucción, surgieron nuevas tecnologías orientadas a preservar la calidad de éstos subproductos para la industria animal y, más recientemente, para la alimentación humana.

Hoy día es un hecho plenamente reconocido que la calidad de la semilla, el nivel de humedad que prevalece durante la cocción, la temperatura a que se somete el producto para su cocción, el tiempo de retención durante esta última, la eliminación del solvente, y las condiciones de molienda, son factores que deben controlarse debidamente a fin de preservar en lo posible la calidad nutritiva de la proteína de estas semillas.

A pesar de ello, no todos los procesos perjudican la calidad proteínica. El efecto benéfico de la cocción, por ejemplo, puede apreciarse en la Figura No. 1. En este caso, según se observa, la cocción controlada del frijol de soya indujo una mejora de su calidad proteínica, fenómeno que en innumerables ocasiones ha podido explicarse como el resultado de la destrucción de los inhi-



EFFECTO DE DIFERENTES TRATAMIENTOS DE COCCION SOBRE EL VALOR NUTRITIVO DE LA PROTEINA DE SOYA

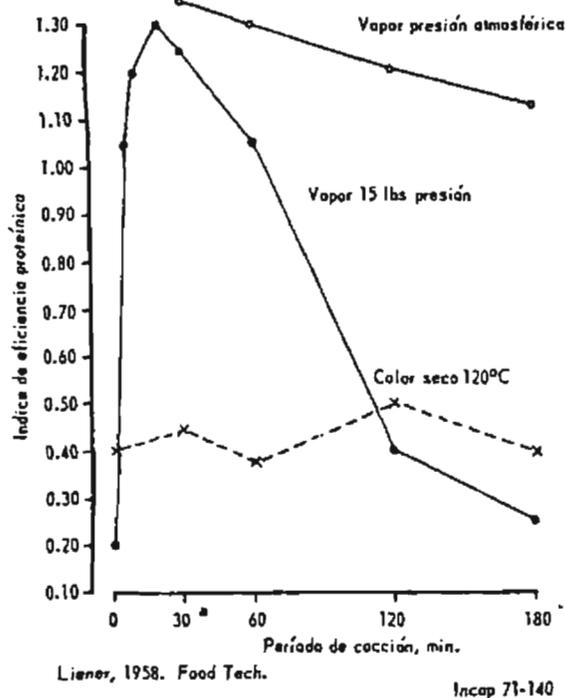


FIGURA No. 1

bidores de la tripsina que esta semilla contiene en niveles elevados. Sin embargo, los datos revelan que al incrementar la temperatura, la calidad proteínica disminuye, efecto que se explica en base a la reacción que ocurre entre los aminoácidos y los carbohidratos, o por la destrucción que los aminoácidos sufren a causa del calor.

Lo mismo puede observarse en el Cuadro No. 3, esta vez para la semilla de algodón. En este caso la cocción detoxifica la semilla debido a que el gosispol reacciona con los carbohidratos y con ciertos aminoácidos como la lisina. No obstante el exceso de temperatura causa una mayor reacción entre el gosispol y la lisina, cuyo resultado es que el valor nutritivo de la proteína de la semilla de algodón disminuya aún más, indicando por los niveles de lisina, los cuales fueron reducidos de 3.29 a 2.38 g/16 gN. Esos cambios pueden comprobarse tanto a partir de los resultados de análisis químicos, como de ensayos biológicos, como se muestra en el Cuadro No. 4. En este ejemplo, la semilla fue procesada por pre-prensado

CUADRO 3

CAMBIOS DE GRASA, NITROGENO, GOSIPOL Y LISINA DISPONIBLE DURANTE EL PROCESAMIENTO POR PRESNADO DE LA SEMILLA DE ALGODON

| Fase del proceso | T°C | Grasa % | Nitrógeno % | Gosispol | | Lisina disponible g/16 gN |
|------------------|---------|---------|-------------|----------|---------|---------------------------|
| | | | | Libre % | Total % | |
| Almendra | — | 31.8 | 4.60 | 1.12 | 1.36 | 3.29 |
| Cocida | 200 | 31.1 | 4.63 | 1.05 | 1.32 | 3.20 |
| Secada | 200-260 | 33.6 | 4.89 | 0.29 | 1.22 | 2.86 |
| Condicionada | 240-280 | 37.1 | 4.69 | 0.23 | 1.16 | 2.82 |
| Prensada | — | 6.4 | 6.36 | 0.047 | 1.46 | 2.38 |
| Harina | — | 6.4 | 6.36 | 0.047 | 1.47 | 2.38 |

solvente bajo condiciones más favorables que las anteriores y más controladas. El gosispol se puede reducir a niveles bajos sin deterioro de la calidad nutritiva permitiendo un crecimiento de las ratas e índices de utilización de la proteína aceptables. La toxicidad también fue reducida al observar los datos de la última columna. En todo caso, estos ejemplos indican que para retener el valor nutritivo de la proteína de las semillas, es necesario procesarlas bajo condiciones debidamente controladas

das y aplicando procedimientos que no induzcan deterioro de su calidad.

Muchas de las posibles fuentes proteínicas de origen vegetal requieren procesamiento adicional para liberarlas de materiales no deseables después de haberseles extraído el aceite. Por ejemplo, la torta de palma africana o de corozo contienen cantidades altas de fibra cruda, las cuales deben eliminarse si se desea utilizarla como fuente de proteína para consumo humano. Según se aprecia en el Cuadro No. 5 estos ma-

CUADRO 4

CAMBIOS EN EL CONTENIDO DE GRASA, PROTEÍNA, GOSIPOPOLISINA Y VALOR NÚTRITIVO DE LA SEMILLA DE ALGODÓN DURANTE SU PROCESAMIENTO POR PRENSA-SOLVENTE

| Fase del proceso | Grasa % | Proteína % | Gosipol Libre % | Gosipol Total % | Lisina disponible g/16 gN | Aumento en peso g | I.E.P. | Mortalidad |
|-----------------------|---------|------------|-----------------|-----------------|---------------------------|-------------------|--------|------------|
| Almendra | 31.8 | 31.9 | 1.10 | 1.11 | 3.14 | — | — | 36/36 |
| Cocida | 33.9 | 33.3 | 1.10 | 1.19 | 3.19 | -12 | — | 30/36 |
| Secada | 33.9 | 32.1 | 1.02 | 1.14 | 3.19 | -13 | — | 30/36 |
| Condicionada | 35.6 | 33.0 | 0.97 | 1.10 | 3.07 | -13 | — | 17/36 |
| Prensada | 8.45 | 42.0 | 0.057 | 0.73 | 3.33 | 82 | 2.00 | 0/36 |
| Extraída con solvente | 2.05 | 46.0 | 0.057 | 0.74 | 3.12 | 81 | 1.91 | 0/36 |
| Harina | 2.43 | 49.3 | 0.066 | 0.85 | 3.33 | 89 | 1.93 | 0/36 |

CUADRO 5

COMPOSICION QUIMICA DE LAS TORTAS DE PALMA AFRICANA Y DE COROZO

| Componente | Palma Africana | Corozo |
|-----------------|----------------|--------|
| Humedad (%) | 7.4 | 10.3 |
| Grasa (%) | 13.0 | 5.8 |
| Fibra cruda (%) | 23.4 | 19.3 |
| Nitrógeno (%) | 2.70 | 3.24 |
| Ceniza (%) | 3.4 | 4.9 |

CUADRO 6

VALOR NUTRITIVO DE LA PROTEÍNA DE HARINAS DE ALGODÓN

| Proceso industrial | Material | Contenido de proteína % | Aumento en peso g | Índice de eficiencia | Lisina disponible % |
|--------------------|-------------------------------|-------------------------|-------------------|----------------------|---------------------|
| Prensa | Harina completa | 31.5 | 94 ¹ | 1.69 | 1.10 |
| | Proteína soluble ² | 21.3 | 8 | 0.44 | 0.70 |
| | Residuo | 36.7 | 71 | 1.51 | 1.17 |
| Prensa Solvente | Harina completa | 50.5 | 88 ² | 2.28 | 1.55 |
| | Proteína soluble | 44.9 | 117 | 2.14 | 1.65 |
| | Residuo | 45.2 | 120 | 2.09 | 1.75 |
| Solvente | Harina completa | 36.7 | 98 ² | 2.06 | 1.31 |
| | Proteína soluble | 40.6 | 82 | 1.81 | 1.37 |
| | Residuo | 36.1 | 117 | 2.03 | 1.38 |
| | Caseína | — | 112 | 2.86 | — |

¹⁻² Peso promedio inicial: 45 y 48 gramos

² Extraída con solución 0.05 de NaOH

Elías, Sánchez, Bressani. Arch. Lat. Am. Nut. 19:279, 1969

teriales contienen alrededor de 20% de proteína y aproximadamente 22% de fibra cruda. Para eliminar esta última se ha probado el fraccionamiento mecánico y la clasificación por aire, pero los resultados no han sido del todo aceptables. Otra alternativa es la de extraer la proteína en medio líquido y luego precipitarla utilizando reactivos químicos apropiados. Esto se logra elevando la temperatura de extracción y ajustando el pH al punto isoeléctrico de la proteína.

La extracción de la proteína en medio líquido ofrece mejores perspectivas ya que aún cuando tiene la desventaja de que aumenta los costos, es factible lograr una mayor concentración proteínica en el producto final, después de eliminar otras sustancias que se extraen al mismo tiempo del material original. Hay que tener presente, sin embargo, que la extracción de la proteína en medio líquido no implica necesariamente el logro de un producto de mejor calidad nutritiva, a menos que la materia prima ya tenga de por sí esa calidad. Como ejemplo, en el Cuadro No. 6, se muestran los resultados obtenidos usando concentrados proteínicos a base de harina de algodón. Según se observa, la calidad del extracto alcalino de proteínas es igual o inferior a la del material de donde se extrajo. Las

harinas y los concentrados proteínicos de harinas procesadas por prensa solvente, son de calidad superior que aquellos productos obtenidos sólo por prensa.

Además de los problemas ya expuestos brevemente, algunas de las semillas oleaginosas o sus harinas desgrasadas, presentan otro tipo de problemas que aún no han sido resueltos. Un ejemplo de esto es la nuez del Brasil, algunos de cuyos resultados se muestran en el Cuadro No. 7. La nuez consumida en su estado natural es bien aceptada por las ratas sin que les cause ningún daño aparente salvo un crecimiento reducido. La eliminación del aceite de la nuez deja cierto material tóxico, que hasta el momento no ha podido identificarse. Se han ofrecido tres aplicaciones de estas observaciones. Una de ellas se refiere a los niveles de fibra cruda en la torta. Otra relacionada al contenido alto de selenio en algunas muestras de harina. Asimismo, se ha dicho que esa toxicidad la produce el exceso de metionina que la harina de la nuez contiene, pero esta teoría tampoco ha podido comprobarse según los datos del Cuadro. Puede ser también que el solvente usado sea el responsable de esto. Otras semillas también ofrecen problemas diversos, aunque no generales, o bien son propios de cada lugar donde se produ-



CUADRO 7

RESULTADOS DE ESTUDIOS NUTRICIONALES CON LA PROTEINA DE LA NUEZ DEL BRASIL

| Harina de nuez del Brasil % Grasa | Aumento en peso g/día | Mortalidad % | Indice de utilización proteínica |
|---|--------------------------|-----------------|-------------------------------------|
| 69.3 | 0.90 | 0 | 1.44 |
| 29.2 ¹ | 1.87 | 0 | 1.92 |
| 10.0 (éter) | — | 100 | — |
| 10.2 (acetona) ² | 3.62 | 16.6 | — |
| 10.2 (prensa) | 1.62 | 33.3 | — |
| 2.3 (hexano) | 1.96 | 0 | 1.81 |
| 2.3 (hexano) + glicina) ³ | 1.82 | 0 | 1.40 |
| 2.3 (hexano) + lisina) | 2.21 | 0 | 2.11 |

¹ Pechnik et al. Arch. Brasil. Nut. 7:7,1950

² Chávez, F.

³ INCAP

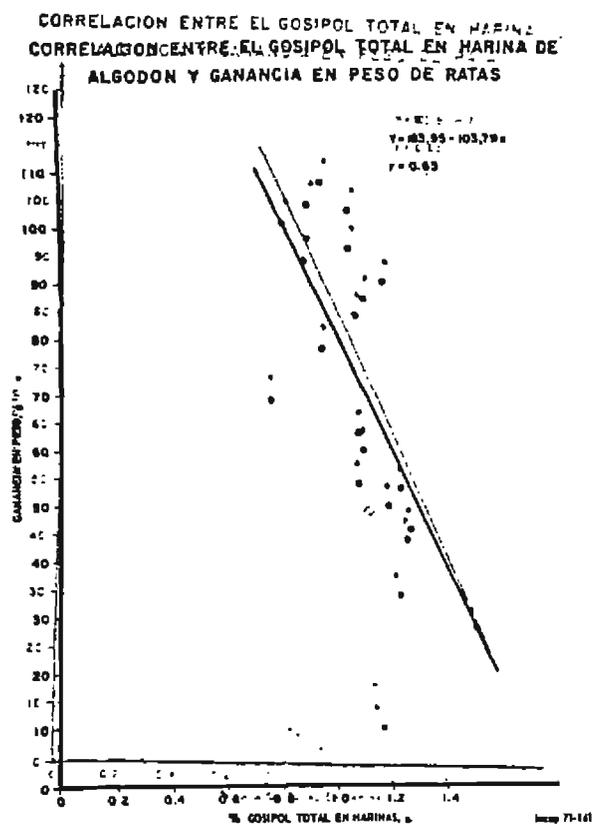


FIGURA No. 2

cen. Cabe citar, a título de ejemplo, el alto contenido de selenio que acusa la semilla de ajonjolí. Otro ejemplo que en este sentido puede indicarse es el del contenido de gossipol en harinas de algodón sobre el crecimiento de animales monogástricos. En la Figura No. 2 se muestra la relación negativa correlación de -0.65 (significativa al 1%) entre gossipol total y el crecimiento de las ratas. Esta relación puede explicarse en base a los niveles de lisina disponible y de gossipol libre en las harinas de algodón, variables que afectan la utilización del alimento. Niveles altos de gossipol total en harinas de algodón juntamente con niveles bajos de gossipol libre indican menos lisina disponible, lo cual se traduce en menor crecimiento del animal.

Las ilustraciones a que se alude indican que el problema de producción de estos alimentos no es fácil, su preparación requiere condiciones apropiadas y nuevas técnicas para concentrar la proteína, y para preservar su calidad nutritiva y sus propiedades funcionales.

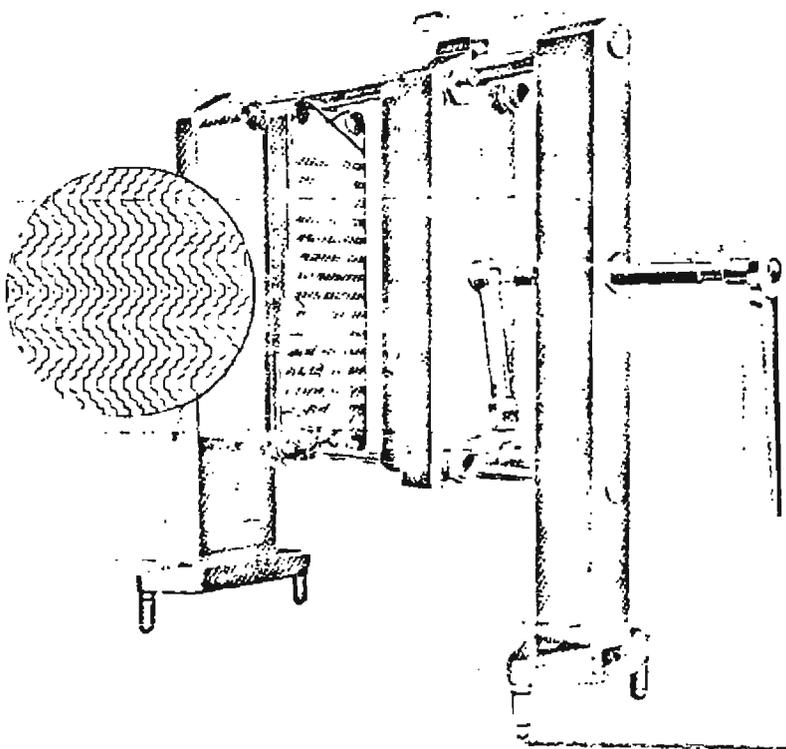
PARA LAS INDUSTRIAS: ALIMENTICIA, BEBIDAS GASEOSAS, CERVECERA, LACTEA, QUIMICA, DE PROCESO Y VINICOLA.

- * Intercambiadores de Calor de Placas
- * Enfriadores de Placas
- * Calentadores de Placas
- * Pasteurizadores de Placas
- * Evaporadores de Placas
- * Bombas Centrífugas Tipo Sanitario
- * Válvulas y conexiones Sanitarias
- * Ingeniería para procesos especiales.

BEZAURY, S. A. e
INDUSTRIAS BEZAURY, S. A.

REPRESENTACIONES, FABRICACION Y ASISTENCIA TECNICA

PROLONGACION INGENIEROS MILITARES 92
APDO. POST. 17653
TEL. 5-76-50-55 CON 7 LINEAS
MEXICO 17, D. F.



USOS

Alimentos Ricos en Proteína de Alta Calidad

Tomando en consideración los aspectos nutricionales de los productos vegetales a utilizar, es factible emplearlos en la formulación de alimentos de concentración y calidad proteínica diferentes.

Son varios los métodos de formulación susceptibles de aplicar ya sea en base a su contenido de proteína y de aminoácidos esenciales, o bien a partir de los resultados de ensayos biológicos tales como los que se usaron en los ejemplos que a continuación se citan.

La Figura No. 3 muestra como ejemplo, diversas mezclas entre la proteína de la harina de maní y del maíz. Ya que ambas proteínas son deficientes sobre todo en lisina, ninguna de las mezclas puede ser de mejor calidad proteínica. Por consiguiente, las mezclas de estas dos proteínas pueden ser formuladas a modo que contengan diferente concentración proteínica, la cual estará condicionada por la cantidad de harina de maní en la mezcla. Sin embargo, la calidad proteínica será igual a la de los componentes.

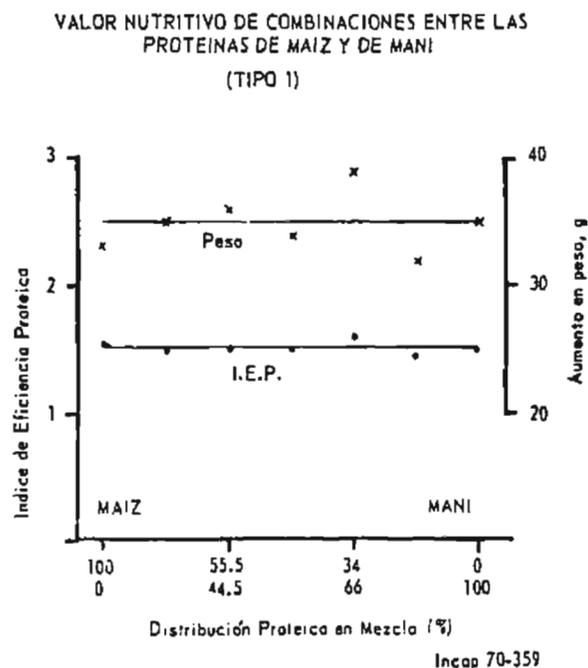


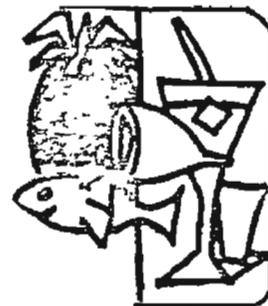
FIGURA No. 3

Así, una fórmula que contenga 20% de proteína tendrá una proporción mayor de maíz que de maní, mientras que otra con 30% de proteína deberá contener más maní que maíz. En el caso de una fórmula con 20% de proteína, ésta contendrá 70% de maíz y 28% de maní. La diferencia a 100% puede

ser completada con minerales y vitaminas.

Un segundo ejemplo, esta vez de otra mezcla de valor proteínico diferente, a base de semilla de algodón y de maíz, se aprecia en la Figura No. 4.

Los datos indican que la proteína de harina de algodón puede ser diluida en un 20 a 30% con la proteína del maíz sin que la calidad proteínica de la mezcla sea inferior a la del algodón. Aún cuando la proteína de la semilla de algodón es deficiente en lisina, contiene mayores cantidades de este aminoácido que el maíz; al mismo tiempo, su contenido de triptófano es un poco más alto, aminoácido en el que este cereal es deficiente. Usados en la proporción óptima, o sea con 70-80% de proteína de la mezcla proveniente del algodón, y 20-30% de la del maíz, la lisina se convierte en el aminoácido limitante en primer término; esto es evidente en los resultados que se presen-



SORBITOL USP



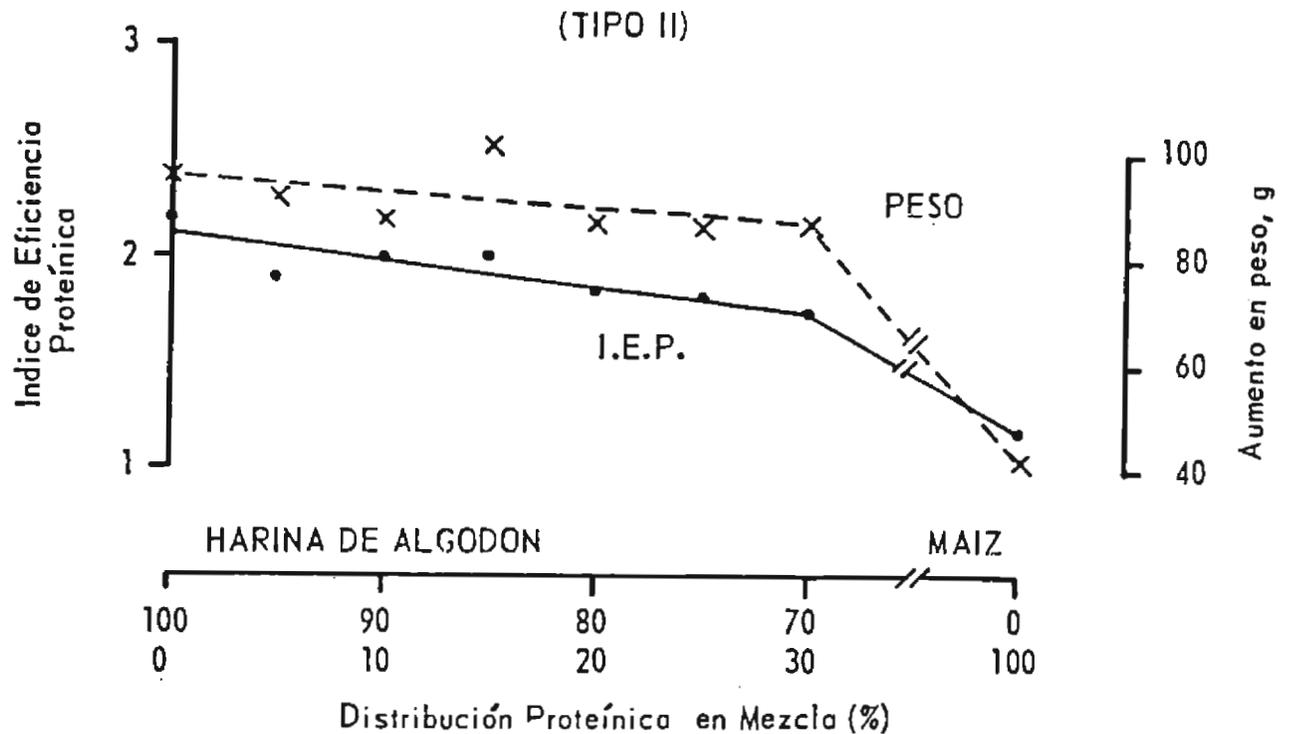
DEXTROSA USP (MONOHIDRATADA)

Fabricación Nacional de
POLIBASICOS, S. A. DE C. V.

Paraiso 1938
Col. del Fresno
Guadalajara, Jal.

Lago Muritz No. 84
Col. Anahuac
México 17, D. F.
Tels. 531-3290 al 92

VALOR PROTEINICO DE VARIAS COMBINACIONES
ENTRE MAIZ Y HARINA DE ALGODON



Incap 70-366

FIGURA No. 4

tan en el Cuadro No. 8. En ellos se puede notar el aumento significativo en calidad, logrado con la adición de lisina. Una fórmula cuyo índice proteínico sea igual al de algodón, y con un contenido de 20% de proteína, tiene 30% de harina de semilla de algodón, 60% de maíz, y 10% de otros ingredientes.

Obviamente, la proteína de la semilla de algodón no puede suplir toda la lisina necesaria para compensar la deficiencia de este aminoácido en el maíz, y al mismo tiempo mantener un balance ideal de los otros aminoácidos.

De mejor calidad que las anteriores es la mezcla que se ejemplifica en la

Figura No. 5, esto es de la proteína del frijol negro (*Phaseolus vulgaris*), con la de la semilla de algodón. Los datos en esta Gráfica indican que entre ambas proteínas ocurre una complementariedad cuyo punto óptimo se alcanza usando en la mezcla, 40% de proteína de frijol y 60% de la de algodón. En términos absolutos, para una mezcla con 20% de proteína, la mezcla contiene 40 g. de harina de frijol y 24 g. de harina de semilla de algodón. La diferencia para completar 100 g. puede satisfacerse con otros componentes.

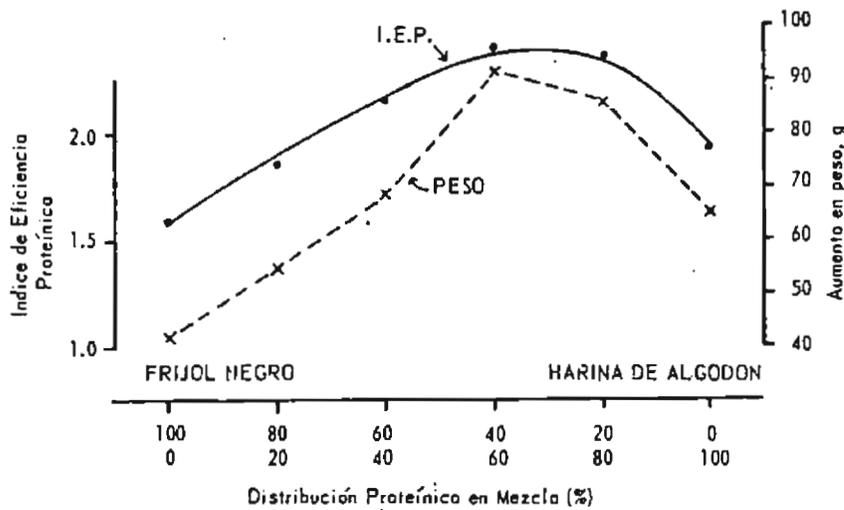
En este ejemplo, los aminoácidos esenciales de una fuente de proteína

CUADRO 8

MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD PROTEINICA DE UNA
MEZCLA DE HARINA DE ALGODON Y DE MAIZ CON LISINA

| Aminoácidos | Cantidad g | Aumento en peso g | Índice de eficiencia proteínica |
|--------------|---------------|-------------------------|---------------------------------------|
| Ninguno | 0 | 78 | 1.92 |
| L-Lisina HCl | 0.25 | 109 | 2.46 |
| L-Lisina HCl | 0.25 | 114 | 2.59 |
| DL-Metionina | 0.10 | | |
| DL-Treonina | 0.25 | | |

VALOR PROTEINICO DE COMBINACIONES ENTRE LAS
PROTEINAS DEL FRIJOL NEGRO Y HARINA DE ALGODON
(TIPO III)



Incop 70-369

FIGURA No. 5

complementan bastante bien el patrón de aminoácidos esenciales de la otra proteína. El resultado es un producto de mejor valor proteínico que cualquiera de los componentes por sí solos.

La deficiencia de lisina en el algodón la corrige la lisina del frijol mientras

soya y de maíz. Aquí, la mezcla con el valor máximo es aquella en que la soya contribuye con 60% de la proteína de la mezcla, y el maíz con 40%.

La lisina que contiene la proteína de soya corrige la deficiencia de este aminoácido en la proteína del maíz, y la metionina del maíz corrige parcialmente la deficiencia de este aminoácido en el frijol de soya. Las combinaciones en las que el mayor contenido proteínico se deriva del maíz, serán deficientes en lisina, mientras que aquellas en las que el contenido proteínico de soya sea mayor serán deficientes en metionina, principiando con la combinación óptima. Esto se observa en los resultados que muestra el Cuadro No. 9.

La adición de metionina a la mezcla mejora su calidad, pero se obtienen mejores resultados si también se agrega lisina. -Aparentemente, la adición de treonina no produce cambios significativos.

La Figura No. 7, proporciona también un ejemplo de otro tipo de mezcla. En este caso, los datos indican que no existe un efecto complementario entre las proteínas de las semillas de algodón y de las de ajonjolí. El valor proteínico de las mezclas es proporcional a la cantidad de cada ingrediente en la mezcla. Se obtienen fórmulas de este tipo cuando los componentes de las mismas, tienen valor proteínico muy diferente, pero con una deficiencia común de deter-

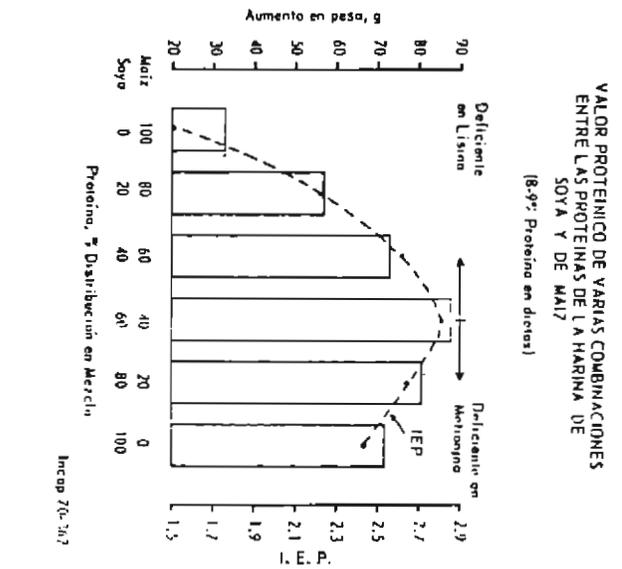


FIGURA No. 6

que la deficiencia de metionina de que este último adolce, la corrige la metionina del algodón. La magnitud del incremento en calidad proteínica, en este caso, está condicionada por el aporte de que los dos aminoácidos hacen las respectivas proteínas.

Otro ejemplo se aprecia en la Figura No. 6 para las proteínas de frijol de

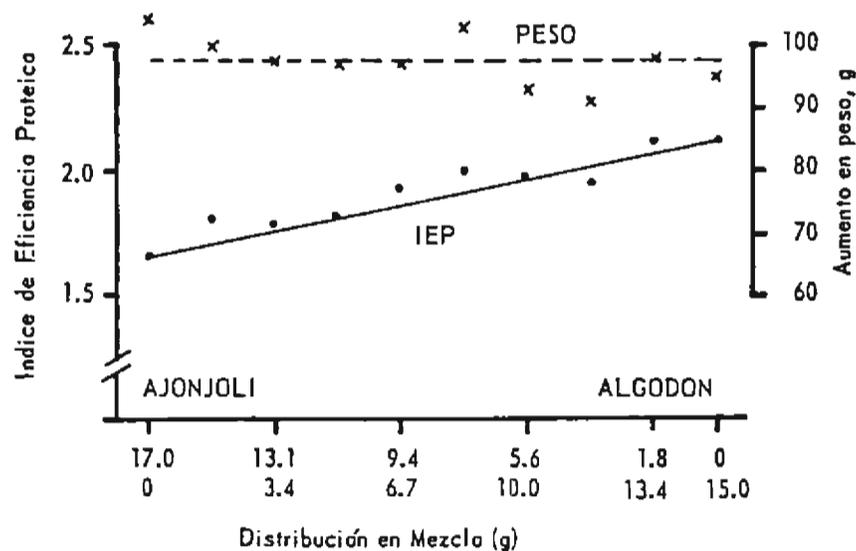
CUADRO 9

MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD PROTEINICA DE UNA MEZCLA DE HARINA DE SOYA Y DE MAIZ CON AMINOACIDOS

| Aminoácidos | Cantidad % | Aumento en peso g ¹ | Indice de eficiencia proteínica |
|--------------|------------|--------------------------------|---------------------------------|
| Ninguno | 0 | 110 | 2.56 |
| DL-Metionina | 0.20 | 139 | 2.93 |
| DL-Metionina | 0.20 | 142 | 3.05 |
| L-Treonina | 0.20 | | |
| DL-Metionina | 0.20 | | |
| L-Treonina | 0.20 | 164 | 3.39 |
| L-Lisina HCl | 0.20 | | |

¹ Peso promedio inicial: 48 gramos

VALOR NUTRITIVO DE COMBINACIONES ENTRE LAS PROTEINAS DE AJONJOLI Y DE ALGODON (TIPO IV)



Incap 70-360

FIGURA No. 7

minado aminoácido esencial, aunque en diferente grado. En el caso presente, deficiente en lisina que la del algodón, la proteína del ajonjolí es mucho más a pesar de que el ajonjolí contiene más metionina que el algodón. Esto sugiere que como ya se ha demostrado, la lisina es mucho más importante que la metionina en animales jóvenes cuyo ritmo de crecimiento es rápido.

Obviamente, la presencia de mayores o menores cantidades de los aminoácidos esenciales en los componentes de estas mezclas, no explican del todo la respuesta observada. Hay otros factores como la disponibilidad de aminoácidos, el exceso de los mismos y

posiblemente también la relación entre los aminoácidos esenciales y no esenciales, los que de alguna manera influyen en la respuesta biológica observada. Siguiendo resultados similares a estos, o usando otros métodos se han diseñado varias fórmulas ya en uso en varias regiones del mundo. Algunos ejemplos se presentan en el Cuadro No. 10. En este Cuadro está el nombre, el país o región usando el producto y el componente que proporciona la mayor parte de proteínas. La mayor parte tienen de 5-15% de leche descremada, y cereales como maíz o trigo, asimismo, se han enriquecido con minerales y vitaminas.

CUADRO 10

ALGUNOS ALIMENTOS RICOS EN PROTEINA EN PRODUCCION INDUSTRIAL

| Alimento rico en proteína | País | Principal fuente vegetal de proteína |
|---------------------------|-----------------|--------------------------------------|
| Biscuit meal | Uganda | Harina de maní |
| Pro-Nutro | Uganda | Harina de soya |
| | | Harina de maní |
| Multipurpose Food | India | Harina de maní |
| | | Leguminosas |
| Bal Ahar | India | Harina de algodón |
| | | Leguminosas |
| C S M | AID | Harina de soya |
| INCAPARINA (No. 9) | Guatemala | Harina de algodón |
| INCAPARINA (No. 15) | Colombia | Harina de algodón |
| | | Harina de soya |
| INCAPARINA (No. 14) | Colombia | Harina de soya |
| Colombia harina | Colombia | Harina de soya |
| Duryea | Colombia | Harina de soya |
| Laubina | Cercano Oriente | Harina de ajonjolí |
| | | Leguminosas |
| Faffa | Etiopía | Leguminosas |
| Superamine | Algeria | Leguminosas |

Suplementos Proteínicos

Estos concentrados proteínicos de origen vegetal desempeñan otro papel de importancia, ya sea que contengan 50% o niveles más altos de proteína. Esto ocurre cuando se usan para suplementar alimentos de bajo contenido

proteínico y de mala calidad, como son los cereales. Como se observa en el caso de maíz (Cuadro No. 11), las cantidades requeridas por lo general son pequeñas. Los datos corroboran lo dicho antes, o sea que en este caso los niveles usados son bajos, y el mejoramiento de la proteína en calidad nutritiva, es significativamente mayor

CUADRO 11

MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL MAIZ CON LA ADICION DE SUPLEMENTOS PROTEINICOS VEGETALES

| Suplemento proteínico | Adición % | Indice de eficiencia proteínica |
|----------------------------|-----------|---------------------------------|
| Ninguno | --- | 1.00 |
| Proteína de soya | 5 | 2.30 |
| Harina de soya | 8 | 2.25 |
| Harina de algodón | 8 | 1.83 |
| Levadura Torula | 3 | 1.97 |
| Harina de semilla de ayote | 11 | 1.54 |

que el del maíz libre de suplemento. En el cuadro No. 12 pueden observarse resultados similares para el arroz. En este caso, los niveles son un poco más altos que los obtenidos para el maíz, debido principalmente al hecho de que el arroz contiene de 6 a 7% de proteína, mientras que el maíz tiene de 8 a 10%. Según se aprecia en el Cuadro No. 13, lo mismo ocurre con las harinas de trigo, ya sean éstas de 70% de extracción o integrales.

El uso de concentrados proteínicos ofrece varias ventajas. En primer término, cabe citar el mejoramiento en valor nutritivo del cereal, tanto en lo referente a cantidad como a calidad de la proteína. Otra ventaja es que induce cambios mínimos en las propiedades físicas y organolépticas del producto enriquecido, lo que permite su utilización sin cambios drásticos en los hábitos dietéticos ni en las preparaciones culinarias. Debido a las características fun-

| CUADRO 12 | | | |
|--|-----------|---------------------------------|----------------|
| MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL ARROZ CON LA ADICION DE SUPLEMENTOS PROTEINICOS VEGETALES | | | |
| Suplemento proteínico | Adición % | Indice de eficiencia proteínica | |
| | | sin suplemento | con suplemento |
| Harina de soya | 8 | 1.56 | 2.88 |
| Harina de algodón | 12 | 1.87 | 2.32 |
| Levadura Torula | 8 | 1.87 | 3.29 |

| CUADRO 13 | | | |
|--|-----------|---------------------------------|----------------|
| MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DE LA HARINA DE TRIGO CON LA ADICION DE SUPLEMENTOS PROTEINICOS VEGETALES | | | |
| Suplemento proteínico | Adición % | Indice de eficiencia proteínica | |
| | | sin suplemento | con suplemento |
| Harina de soya | 10 | 0.70 | 2.01 |
| Harina de algodón | 12 | 0.92 | 1.96 |
| Levadura Torula | 6 | 0.82 | 2.18 |

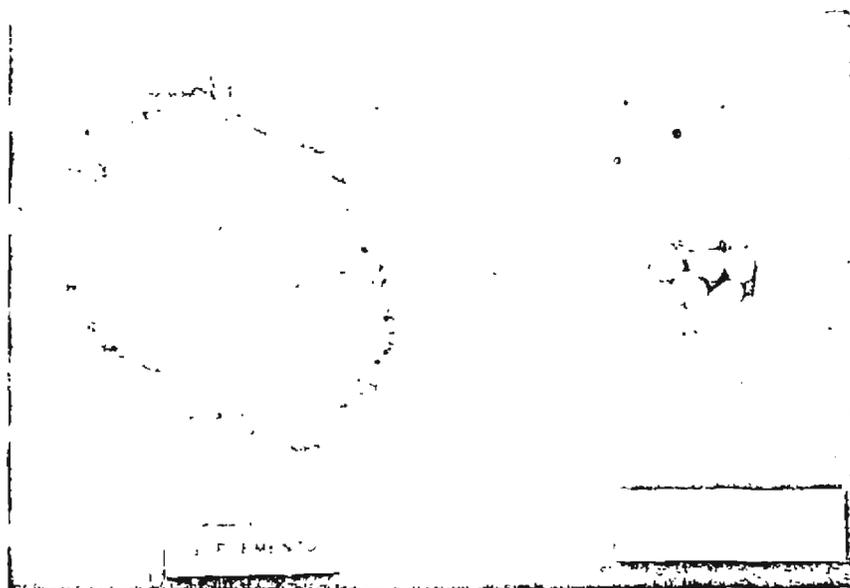


FIGURA No. 8

cionales de los concentrados proteínicos, en muchos casos éstos imparten al producto suplementado propiedades

ventajosas en términos de textura, retención de humedad, flexibilidad, compactación y otras más. Finalmente, es

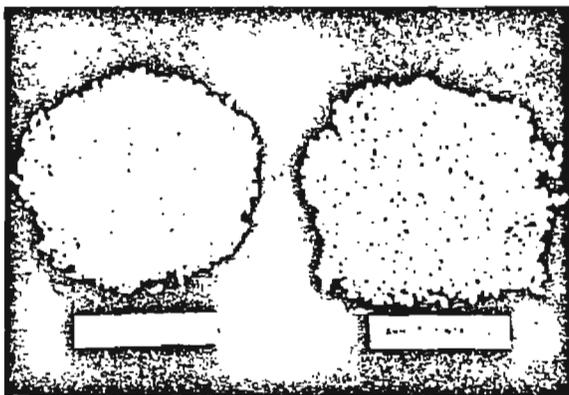


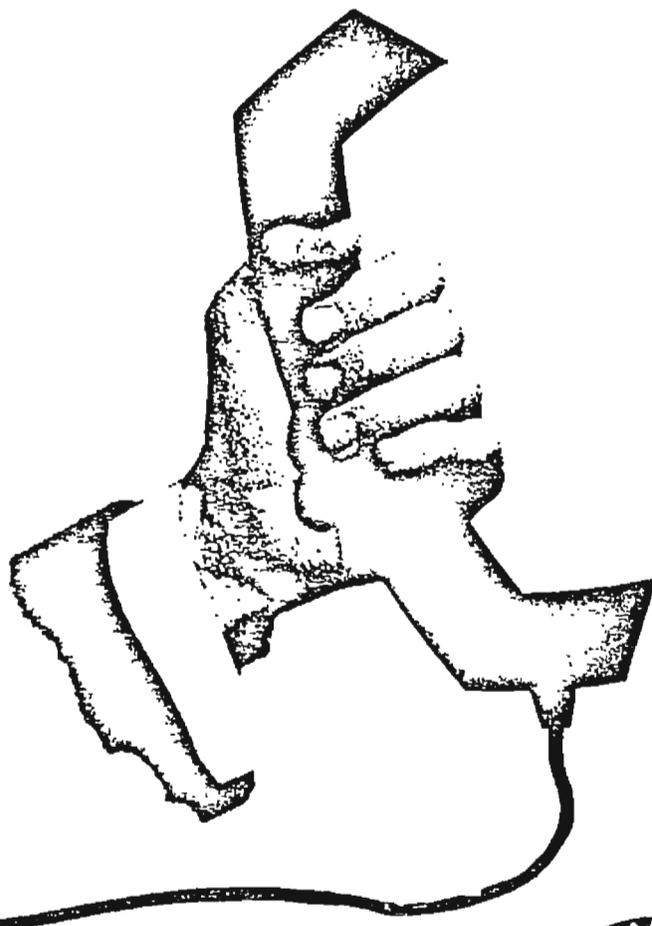
FIGURA No. 9

económica, ya que en muchos casos el costo del suplemento puede ser menor que el del producto a ser mejorado, desde el punto de vista nutricional, sobre todo si el costo se expresa en términos nutricionales.

Sin lugar a dudas con este método se logra mejorar el valor nutricional del producto. La pregunta es —¿Cómo poder llevarlo a la práctica, cuando el arroz por lo menos no se consume en forma de harina, como sucede en el caso de las harinas de trigo en las cuales ya se están usando?

Varios ensayos con otros cereales se encuentran aún en proceso de experimentación. Por ejemplo, en el caso del maíz se están preparando granos sintéticos a base de harina de soya, lisina y vitaminas, en la forma indicada en la Figura No. 8. Al agregarse al nivel de 8%, estos granos aumentan la cantidad de la proteína del maíz, y mejoran su calidad. En el caso del arroz también se han preparado granos sintéticos semejantes a los que se presentan en la Figura No. 9. Como en el caso anterior, se ha logrado aumentar la cantidad de proteína utilizable, mediante un mejoramiento de la calidad proteínica.

A pesar de que el desarrollo de variedades de cereales de mejor calidad proteínica constituye un adelanto revolucionario de gran importancia para la nutrición humana, por razones de naturaleza diferente se considera que el uso de granos sintéticos puede tener mayor impacto en lo que a resolver el problema de proteínas para consumo humano se refiere. Ello es estimulante, pero hay que tener presente que esta técnica requiere los esfuerzos y la imaginación de los investigadores que trabajan en diversas disciplinas afines. Entre éstas la tecnología y ciencia de los alimentos juega un papel de suma importancia, cuyo impacto podrán palpar claramente las generaciones futuras. ■



LLAME A:

naarden

NAARDEN DE MEXICO, S. A. TEL. 5-45-71-17 CON 3 LINEAS.

DIR CABLEGRAFICA "ESENAAR" BLVD MIGUEL DE CERVANTES SAAVEDRA NO 71-73 MEXICO 17 D F APARTADO M-7309, MEXICO 1. D F