

INVESTIGACIONES BROMATOLOGICAS EN ALIMENTOS MEXICANOS*

RENE O. CRAVIOTO, G. MASSIEU, JESUS GUZMAN G.

Del Instituto Nacional de Nutriología de México

Para iniciar el estudio de los problemas de nutrición de un país, es indispensable conocer, entre otros datos, la composición de sus alimentos en los constituyentes nutritivos más importantes. Miranda y colaboradores (26), expresaron hace algunos años que el propósito de tales estudios no es únicamente la satisfacción de una curiosidad científica, sino el conocimiento del valor real de la alimentación de los pueblos, así como de las posibilidades de su mejoramiento.

Las primeras contribuciones a este respecto se deben principalmente a Illescas (16), Roca y Llamas (27), F. Giral y colaboradores (10, 11, 12 y 13), J. Giral y colaboradores (14, 15), y a otros. Los primeros estudios sistemáticos sobre análisis de alimentos se llevaron a cabo como parte del programa de investigación del Instituto Nacional de Nutriología, y actualmente se cuenta con datos sobre el contenido de humedad, de proteínas, de extracto etéreo, fibra cruda, vitaminas y minerales de aproximadamente 1,000 muestras de alimentos mexicanos, 817 de las cuales se reunieron en una publicación reciente (7).

Asimismo se han llevado a cabo estudios sobre la composición de aproximadamente 300 razas o variedades de maíz, 112 de frijol y 150 de trigo, con miras a seleccionar las semillas de las que reúnan las mejores características agronómicas y nutritivas. Estas últimas investigaciones se efectuaron en colaboración con la Oficina de Estudios Especiales de la Secretaría de Agricultura, y los resultados obtenidos no se han publicado todavía.

Se ha investigado asimismo tanto la calidad de las proteínas como la cantidad de

aminoácidos indispensables de los alimentos básicos de la dieta mexicana y de algunos otros (2, 3, 4, 5, 21, 22, 23, 24, 25, 30 y 31).

En esta breve reseña se discutirán algunos aspectos relacionados con la composición de alimentos mexicanos, haciendo hincapié en los problemas relativos a la cantidad y calidad de las proteínas de algunos de ellos, ya que los datos existentes indican que una de las deficiencias más serias de nuestra dieta está condicionada por dichas proteínas.

Investigaciones sobre maíz y tortilla.—

En el Cuadro No. 1 se compara la composición promedio de cada uno de los grupos de razas de maíz mexicano, de acuerdo con la clasificación de Welhausen y colaboradores (33). El número total de muestras analizadas asciende a 158. Desde luego se puede observar que no hay una diferencia notable en la composición de los diversos grupos de razas, aunque los valores oscilan entre límites más o menos amplios. El grupo de Indígenas Antiguas, de las cuales parece que se ha originado el resto, dió un contenido de proteínas ligeramente más alto que el de los otros grupos. El contenido de los demás nutrientes es muy semejante, excepto el de calcio, que fué menor en los grupos Mestizas Prehistóricas y Modernas Incipientes. Según datos comunicados a los autores por Welhausen, estas últimas razas dan en general un rendimiento mayor que las Indígenas Antiguas y que las Exóticas Precolombinas, hecho que hace poco significativo el contenido ligeramente mayor de proteínas de las razas Indígenas Antiguas.

En proteínas de algunas de las razas de maíz se encontraron variaciones considerables de su contenido de metionina, lisina y triptofano. La variación fué mayor en el caso de la metionina (87%) que en el de la lisina (21%) y triptofano (41%). No obstante, el pequeño número de muestras es-

* Trabajo presentado a la Primera Reunión Continental para el estudio de los problemas de nutrición y crecimiento, celebrada en la ciudad de México, del 26 al 30 de julio de 1954.

CUADRO No. 1.—Composición promedio de grupos de razas de maíz. (Datos calculados sobre base seca)

| Grupos de razas | Número de muestras analizadas | Proteínas (N X 6,25) | Extracto etéreo (g %) | Calcio (mg %) | Fósforo (mg %) | Tiamina (mg %) | Riboflavina (mg %) | Niacina (mg %) |
|---|-------------------------------|----------------------|-----------------------|---------------|----------------|----------------|--------------------|----------------|
| <i>Indígenas Antiguas</i> , comprendiendo las siguientes razas: palomero toluqueño, arrocillo amarillo, chapalote, Nal-Tel. | 11 | 13,35 | 5,34 | 21,0 | 379,0 | 0,55 | 0,10 | 1,92 |
| <i>Exóticas Precolombinas</i> , comprendiendo las siguientes razas: cacahuazintle, salpor, harinoso ocho, olotón, maíz dulce. | 23 | 11,75 | 5,44 | 20,0 | 343,0 | 0,53 | 0,12 | 2,18 |
| <i>Mestizas Prehistóricas</i> , comprendiendo las siguientes razas: Cónico, reventador, tabloncillo tehua, tepecintle, comiteco, jala, zapalote chico, zapalote grande, pepitilla, olotillo, tuxpeño, vandeño | 83 | 11,99 | 5,02 | 14,0 | 345,0 | 0,51 | 0,11 | 2,02 |
| <i>Modernas Incipientes</i> , comprendiendo las siguientes razas: chalqueño, celaya, cónico norteño, bolita. | 30 | 11,30 | 4,99 | 13,0 | 338,0 | 0,51 | 0,12 | 2,08 |

tudiado (diecisiete) no permite sacar conclusiones, y es necesario un mayor acopio de datos.

Ya que la tortilla es la forma más general en que se come el maíz en nuestro país, se llevaron a cabo diversos estudios sobre su composición y, en general, sobre sus características nutritivas.

De las investigaciones hechas, se pueden destacar los hechos siguientes:

1. El tratamiento del maíz con agua de cal (primer paso de la elaboración de la tortilla) causa únicamente pérdidas moderadas de tiamina y niacina, y más considerables de caroteno (6) (Cuadro No. 2). Hay que hacer notar que para la preparación de la tortilla, se emplea el maíz entero, sin que se elimine el germen.

2. En el proceso de elaboración de la tortilla, se incorpora una cantidad muy apreciable de calcio (Cuadro No. 2) cuyo grado de asimilabilidad, de acuerdo con los datos de Tapia, Cravioto y Figueroa (32), es excelente.

3. Como se puede ver en el Cuadro No. 2, exceptuado su contenido de proteínas totales, la tortilla se compara favorablemente a otras formas comestibles del maíz, como las arepas de Venezuela (17), y al pan blanco (3). Este último se elabora en nuestro país con harina de trigo de 75% de extrac-

ción, y las arepas venezolanas se hacen de maíz conocido como "pilado", al que se ha sacado el germen (17).

4. De acuerdo con los datos presentados en el Cuadro No. 3, el contenido de aminoácidos indispensables de las proteínas del maíz no cambia prácticamente cuando éste se transforma en tortilla (25).

5. Se puede observar en el mismo cuadro

CUADRO No. 2.—Comparación del contenido de algunos factores nutritivos del maíz, tortilla, pan, "bolillo" mexicanos y arepas de Venezuela. (Datos calculados sobre base seca.)

| Constituyentes | Maíz ¹ | Tortilla ¹ | Pan bolillo ² | Arepas ³ |
|----------------------------------|-------------------|-----------------------|--------------------------|---------------------|
| Cenizas, g % | 1,42 | 1,60 | 0,25 | 1,30 |
| proteínas. (N X 6,25), g % . . . | 9,70 | 10,00 | 12,20 | 9,80 |
| extracto etéreo, g % | 5,65 | 1,88 | 0,36 | 1,70 |
| fibra cruda, g % | 2,79 | 2,30 | 0,00 | 0,64 |
| calcio, mg % | 9,00 | 190,00 | 53,30 | 37,00 |
| fósforo, mg % | 275,00 | 317,00 | 169,00 | 134,00 |
| hierro, mg % | 2,70 | 3,70 | 0,68 | — |
| caroteno, mg % | 0,18 | 0,10 | — | — |
| tiamina, mg % | 0,39 | 0,33 | 0,32 | 0,03 |
| riboflavina, mg % | 0,09 | 0,10 | 0,04 | 0,03 |
| niacina, mg % | 1,90 | 1,67 | 1,15 | 0,27 |
| relación Ca/P. | 0,03 | 0,60 | 0,32 | 0,27 |

¹ Datos tomados de Cravioto, R. O., et al. (6).

² Datos tomados de Cravioto, O. Y., et al. (3).

³ Datos tomados de Jaffé, W., et al. (17).

CUADRO No. 3.—Comparación del contenido de aminoácidos indispensables en las proteínas del maíz, tortillas y harina de trigo de 75% de extracción. (Datos expresados en gramos de aminoácidos por 100 g de proteína.)

| Aminoácido | Maíz ¹ | Tortilla ¹ | Harina de 75% de extracción ² |
|--------------|-------------------|-----------------------|--|
| Lisina.. | 2,79 | 2,79 | 1,90 |
| metionina | 2,20 | 2,15 | 1,50 |
| triptofano. | 0,64 | 0,65 | 0,80 |
| arginina.. | 3,53 | 3,29 | 3,90 |
| histidina | 2,25 | 2,13 | 2,20 |
| treonina | 4,37 | 4,59 | 2,70 |
| fenilalanina | 4,54 | 4,40 | 5,50 |
| leucina.. | 12,62 | 13,49 | 7,00 |
| isoleucina | 6,05 | 5,96 | 4,20 |
| valina | 5,10 | 5,08 | 4,10 |

¹ Datos tomados de Massieu y colaboradores (25).

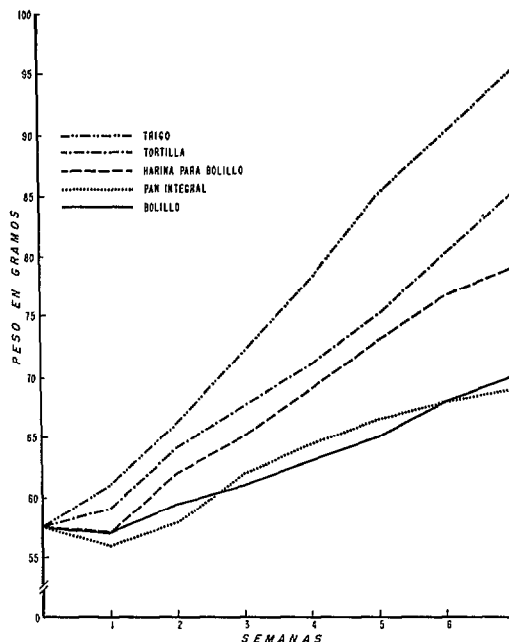
² Datos tomados de Block y Bolling (1).

que las proteínas de la tortilla son menos deficientes en aminoácidos que las de la harina refinada (1). Las de esta última son ligeramente más ricas en triptofano que las de la tortilla, pero en cambio son notablemente más pobres en metionina y en lisina; el bajo contenido de este último aminoácido se acentúa más aún si tenemos en cuenta que durante el proceso de panificación hay pérdidas considerables de él.

6. Como muestra la Gráfica No. 1, y de acuerdo con lo que era de esperar de su contenido de aminoácidos indispensables, las proteínas de la tortilla produjeron un crecimiento mayor de ratas blancas que las de la harina de trigo de 75% de extracción, del pan blanco (bolillo) y aun del pan integral. En estos experimentos los animales fueron alimentados *ad libitum*, con dietas isoprotéicas, a base de cada uno de los alimentos ensayados; estas dietas fueron adecuadas en todos los demás factores nutritivos, de modo que el mayor o menor crecimiento fué únicamente debido a la calidad de las proteínas respectivas (3).

7. Según los datos de Cravioto y colaboradores (8), así como los de Laguna y Carpenter (20), el tratamiento del maíz con agua de cal elimina el efecto inhibitor

GRÁFICA No. 1.—Curvas de crecimiento de ratas sometidas a dietas isoprotéicas a base de trigo, tortilla, harina para bolillo, para integral o bolillo.



del crecimiento, observado por Krehl y su grupo (18), de ratas blancas alimentadas con una dieta pobre en triptofano y niacina y complementada con este alimento. En la Gráfica No. 2 se muestran las curvas de crecimiento de ratas sometidas a dietas del mismo tipo y a las que se añadió maíz o tortilla.

Es interesante hacer notar que Krehl y su grupo (18, 19), consideran que tanto la disminución de peso como otras alteraciones observadas en sus experimentos con ratas, son síntomas similares a los de la pelagra humana, e indican que este efecto del maíz puede estar relacionado con la incidencia de ese síndrome carencial de las regiones en donde se consumen cantidades considerables de este cereal.

De los hechos anteriores se deduce que el tratamiento del maíz para la elaboración de la tortilla fué un gran acierto dietético de las antiguas civilizaciones de nuestro país, pues en esta forma el grano se consume entero, no solamente sin detrimento apreciable de su valor nutritivo, sino con-

firiéndole alguns nuevas características favorables. Sin embargo, hay que hacer hincapié en que la tortilla, por sí sola, es un alimento deficiente, principalmente en calidad y cantidad de proteínas, por lo que una alimentación a base de ella es inadecuada.

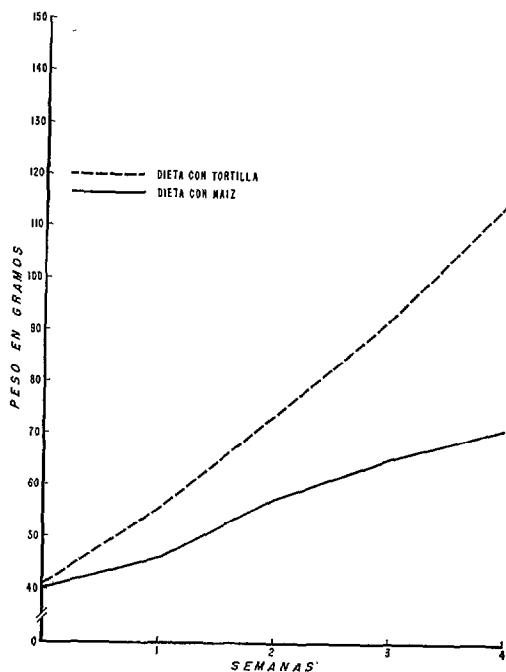
Otra forma de preparar el maíz, típica de algunas zonas del Sureste de México, especialmente Chiapas, es el "pozol"; para elaborarlo, el maíz se trata con cal, como en el caso de la tortilla, y se muele hasta obtener la masa, la cual se lava, se le da forma esferoidal, se envuelve en hojas de plátano y se deja fermentar; a simple vista se puede observar crecimiento de hongos en la masa, pero no hemos encontrado hasta la fecha ningún estudio en el cual se hubieran aislado e identificado los organismos contaminantes. Por los cambios organolépticos que se producen en la masa, principalmente acidificación ("agriado"), y por la presencia de un olor peculiar que recuerda al de ciertos quesos, es de suponer que proliferan, además de los hongos, otros microorganismos, probablemente levaduras y bacterias. Hemos estudiado el "pozol" desde el punto de vista de su valor nutritivo y se encontró que, en dietas isoprotéicas, sus proteínas promueven un mayor crecimiento de la rata blanca que las del maíz, lo cual se puede ver reflejado en la Gráfica No. 3.

Al parecer este mejoramiento del valor nutritivo del maíz al transformarse en "pozol", puede explicarse por la elevación del contenido de lisina y triptofano de sus proteínas, lo cual se comprobó por análisis (Cuadro No. 4), pero pueden intervenir también otros factores, por ejemplo, una mejor digestibilidad de dichas proteínas.

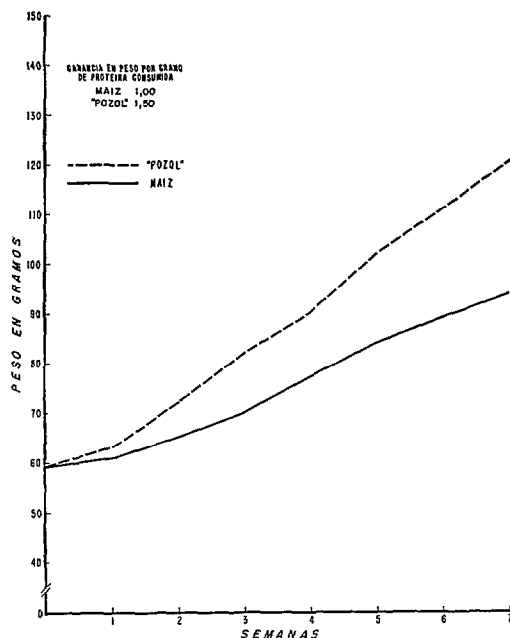
Frijol.—De los estudios sobre el valor nutritivo del frijol podemos señalar los siguientes hechos:

1. Entre las razas de frijoles originarias de nuestro país, clasificadas por Welhausen y colaboradores (34), se encontraron variaciones considerables de contenido de los diversos factores nutritivos analizados; en proteínas la variación fué de 82%; en nia-

GRÁFICA NO. 2.—Curvas de crecimiento de ratas sometidas a dietas isoprotéicas (10%) a base de caseína exenta de niacina, adicionadas respectivamente de 40% de maíz o tortilla.



GRÁFICA NO. 3.—Curvas de crecimiento de ratas sometidas a dietas isoprotéicas (8%) a base de maíz o "pozol" de Chiapas.



CUADRO No. 4.—Comparación entre el contenido de aminoácidos indispensables de las proteínas de una muestra de maíz y del "Pozol" elaborado con él.*

| Aminoácido | Contenido en 100 g de proteína | |
|---------------|--------------------------------|-------|
| | Maíz | Pozol |
| Lisina. | 3,05 | 4,00 |
| triptofano | 0,46 | 0,71 |
| metionina | 1,54 | 1,48 |
| arginina | 3,17 | 3,32 |
| histidina | 2,54 | 2,42 |
| treonina | 5,05 | 5,65 |
| fenilalanina. | 5,34 | 4,30 |
| leucina. | 12,95 | 10,04 |
| isoleucina | 5,00 | 5,16 |
| valina. | 4,51 | 4,53 |

* Datos no publicados.

cina de 67%; en tiamina de 178%, y en riboflavina, de 164%, observándose también variaciones similares de los otros nutrientes.

2. Se encontraron también amplias varia-

ciones del contenido de lisina, de metionina y triptofano en las 66 muestras que se estudiaron. Al parecer no hay ninguna relación entre el contenido de proteína total y el de los aminoácidos antes señalados.

No obstante que, entre las razas o variedades de maíz y de frijol que se han estudiado, algunas mostraron poseer mayor valor nutritivo, creemos que, por el momento, no sería conveniente sugerir su cultivo, ya que es necesario efectuar estudios más detallados sobre los diversos factores que afectan su producción y aprovechamiento. Algunos de los problemas relativos a este asunto, están siendo estudiados y serán objeto de una publicación posterior.

Otros alimentos.—Entre los alimentos analizados hasta la fecha, hay indudablemente algunos que, de acuerdo con su composición, pueden aportar a la dieta cantidades muy importantes de los diversos nutrientes.

En el Cuadro No. 5 se presentan datos

CUADRO No. 5.—Alimentos con alto contenido de varios factores nutritivos.

| Nombre del Alimento | | Constituyente | | | | | | |
|---------------------|---------------------------------|-----------------|---------------|-----------------|----------------|--------------------|----------------|------------------------|
| Común | Científico | Proteínas (g %) | Calcio (mg %) | Caroteno (mg %) | Tiamina (mg %) | Riboflavina (mg %) | Niacina (mg %) | Acido ascórbico (mg %) |
| Soya | <i>Glycina soya</i> | 42,50 | | | 1,04 | | | |
| parota | <i>Enterolobium cyclocarpum</i> | 37,00 | | | 2,75 | | | |
| semilla de calabaza | <i>Cucurbita pepo</i> | 36,90 | | | | | | |
| almendra de capulín | <i>Prunus capuli</i> | 29,10 | | | | 1,64 | | |
| charales secos | <i>Atherinidae</i> | 74,75 | 4160 | | | | 6,00 | |
| ahuahutle | <i>Corixidae y Notonectidae</i> | 63,80 | | | | | 11,49 | |
| chicharrón | | 57,10 | | | | | | |
| axayacatl | <i>Corixidae</i> | 53,80 | 613 | | | 2,02 | | |
| hígado de res | | | | | | 2,76 | 8,74 | |
| malva | <i>Malva parviflora</i> | | 312 | 2,53 | | | | 45,4 |
| yerbabuena | <i>Menha sativa</i> | | | 6,60 | | 1,76 | | |
| fruto de ramón | <i>Brosimum alicastrum</i> | | | | | 1,52 | | |
| chile pasilla seco | <i>Capsicum annum</i> | | | 56,00 | | 1,39 | 7,74 | 54,3 |
| hojas de chaya | <i>Cnidioscolus Chayamansa</i> | 8,25 | 421 | 8,52 | 0,23 | 0,36 | 1,74 | 274,0 |
| cacahuate | <i>Arachis hypogea</i> | 28,10 | | | 1,06 | | 19,20 | |
| chile chipotle | <i>Capsicum annum</i> | | | 2,21 | | 0,82 | 16,74 | 97,6 |
| rosita de cacao | <i>Quararibea funebris</i> | | 1861 | | | | 8,78 | |
| hongo pambazo | <i>Boletus sp.</i> | | | | | | 7,42 | |
| Pescado Lisa | <i>Chaenomugil proboscideus</i> | | | | | | 6,90 | |
| frutos de Usté | <i>Malpighia puniceifolia</i> | | | | | | | 2.520,0 |
| guayaba | <i>Psidium guayava</i> | | | | | | | 357,8 |
| chile trompito | <i>Capsicum annum</i> | | | | | | | 320,0 |
| flor de yuca | <i>Yucca elephantipes</i> | | | | | | | 273,0 |
| perejil | <i>Carum petroselinum</i> | | 199 | 4,91 | | | | 222,0 |

sobre la composición de algunos de ellos. La inspección del mismo nos indica que hay productos con un contenido muy elevado de uno o más factores nutritivos; sin embargo, hay que tener en cuenta que la mayor parte de ellos son poco comunes, o bien se consumen en cantidades muy pequeñas, de tal manera que no es considerable el aporte de nutrientes a la dieta. Su empleo, a pesar de su alto valor nutritivo, está limitado por el hecho de que no siempre es posible consumirlos en cantidades apropiadas o producirlos en gran escala.

Como resultado de las consideraciones anteriores, queremos señalar el hecho de que los cuadros de composición de alimentos no pueden indicar por sí solos si la dieta de una comunidad es adecuada o no. Los datos suministrados por ellos deben reforzarse con observaciones sobre frecuencia de consumo, facilidades de producción, hábitos alimenticios de la población, etc. Además, creemos que los resultados obtenidos mediante análisis químicos, deben complementarse, sobre todo en el caso de alimentos poco comunes o poco estudiados, con experimentos *in vivo* que indiquen si su valor nutritivo corresponde realmente al esperado de su composición.

Ejemplos de los casos en que los resultados del análisis químico se han corroborado con experimentos *in vivo*, son los estudios que muestran la excelente asimilabilidad del calcio de la tortilla, de la malva y de los charales (32). Pero, por otro lado, podemos citar los casos del ahuahutle y de los jumiles, que en experimentos con ratas blancas, produjeron un crecimiento muy pobre, que no estuvo relacionado ni con la composición general ni con el contenido de aminoácidos indispensables de estos dos productos alimenticios. Las posibles causas de tal anomalía están siendo objeto de estudios más detallados.

En nuestra opinión algunos alimentos de un valor nutritivo alto, y que presentan limitaciones graves para el consumo humano, podrían dedicarse, previo un estudio cuidadoso de los mismos, a la alimentación

CUADRO No. 6.—Contenido de lisina, triptofano y metionina de algunos alimentos.

| Alimento Nombre común | Pro- teínas | Contenido en gramos de aminoácido en 100 g de proteína (N X 6.25) | | | Re- fe- ren- cia |
|---------------------------------------|----------------|--|----------------|-----------------|---------------------------|
| | | Lisina | Metio- nina | Tript- ofano | |
| Tortilla | 6,00 | 2,79 | 2,15 | 0,65 | 4 |
| frijol | 23,50 | 6,11 | 0,65 | 1,26 | 4 |
| malva | 4,50 | 4,20 | 0,80 | 3,90 | 4 |
| pulque | 0,40 | 4,37 | 1,19 | 0,73 | 4 |
| garbanzo | 21,00 | 5,70 | 1,00 | 1,50 | 22 |
| lenteja | 22,00 | 5,30 | 0,40 | 1,00 | 22 |
| arverjón | 20,50 | 6,30 | 0,30 | 1,20 | 22 |
| haba seca | 22,60 | 5,70 | 0,30 | 1,00 | 22 |
| parota | 37,00 | 4,80 | 0,90 | 1,10 | 22 |
| patate | 20,20 | 4,90 | 0,60 | 1,30 | 22 |
| capomo | 13,40 | 3,70 | 0,50 | 2,30 | 22 |
| semilla de calabaza | 36,90 | 2,70 | 1,10 | 1,60 | 22 |
| alegría | 13,30 | 4,30 | 1,61 | 0,81 | 30 |
| guajes secos | 28,45 | 4,09 | 0,20 | 0,68 | 30 |
| acelgas | 2,20 | 2,83 | 0,60 | 0,94 | 30 |
| berros | 1,80 | 5,22 | 1,08 | 2,08 | 30 |
| chile jalapeño | 1,00 | 2,94 | 0,59 | 0,59 | 30 |
| chile poblano | 1,20 | 3,04 | 0,32 | 1,64 | 30 |
| espinacas | 1,70 | 4,14 | 1,42 | 1,55 | 30 |
| nopales | 1,00 | 4,00 | 0,73 | 0,82 | 30 |
| romeros | 2,50 | 3,42 | 0,51 | 1,05 | 30 |
| hongo oreja de co- chino | 4,30 | 2,03 | 0,48 | 0,12 | 30 |
| músculo de iguana | 22,80 | 9,52 | 2,53 | 1,07 | 30 |
| pescado bagre | 20,81 | 10,62 | 3,09 | 1,09 | 30 |
| pescado blanco | 17,21 | 9,21 | 2,86 | 0,77 | 30 |
| ahuahutle | 63,80 | 3,50 | 1,50 | 1,10 | 23 |
| charales | 74,70 | 8,00 | 2,10 | 0,90 | 23 |
| axayacatl | 53,80 | 4,30 | 1,60 | 1,60 | 23 |
| jumiles | 32,20 | 3,80 | 1,50 | 1,50 | 23 |
| acociles | 17,10 | 5,00 | 1,40 | 1,00 | 23 |
| gusano de Maguey | 16,70 | 3,60 | 1,00 | 0,90 | 23 |
| arroz | 7,00 | 3,30 | 1,50 | 1,90 | 21 |
| soya | 42,20 | 5,40 | 0,80 | 1,20 | 29 |
| ajonjolí | 22,00 | 2,80 | 3,20 | 1,80 | 1 |
| cacahuate | 25,00 | 3,00 | 1,00 | 1,00 | 1 |
| huevo completo | 12,50 | 7,30 | 3,10 | 1,60 | 9 |

animal, para que indirectamente beneficiaran a la nutrición humana.

Los comentarios anteriores no indican que se reste importancia a los estudios sobre composición de alimentos, pues reconocemos todo el valor y utilidad que tienen, pero creemos que al interpretar los recursos alimenticios de un país debe hacerse una discriminación entre los alimentos usuales de alto valor nutritivo, los potencialmente

utilizables, directa o indirectamente, y los que tengan limitaciones tales, que no contribuyan en forma importante a la economía nutritiva de la población.

Finalmente, teniendo en cuenta que una de las deficiencias más graves en la dieta de nuestro país es la de la cantidad y calidad de proteínas, trataremos algunos aspectos del contenido de éstas y de aminoácidos indispensables de los alimentos mexicanos.

En el Cuadro No. 6 se presenta el contenido de lisina, de triptofano y metionina de los alimentos mexicanos en los que se han determinado los diez aminoácidos indispensables. La inspección del mismo indica que los alimentos de origen vegetal no contradicen lo generalmente observado acerca de la deficiencia de sus proteínas en uno u otro de los tres aminoácidos a que nos hemos referido. Por lo que respecta a los de origen animal, se puede notar que el ahuahutle, el axayacatl, los jumiles, los aociles y los gusanos de maguey, de consumo restringido a pequeños núcleos de población, tienen proteínas con deficiencias más o menos marcadas. Los tres pescados analizados, charales, bagre y pescado blanco, así como el músculo de iguana, contienen, conforme a lo que era de esperar, proteínas de alto contenido en triptofano, metionina y lisina.

Datos procedentes de diversas fuentes parecen indicar que los aminoácidos limitantes de la dieta mexicana son el triptofano, la metionina y la lisina, debido al gran predominio de alimentos de origen vegetal, especialmente el maíz. El problema planteado por esta particularidad, que no es privativa de México, sino común a otros países latinoamericanos, es muy complejo y por lo tanto difícil de resolver, ya que en él intervienen factores económicos, sociales, ecológicos, etc.

En un artículo publicado recientemente, Scrimshaw (28) analiza algunos aspectos de este problema y considera cuatro posibilidades de resolverlo. Estas posibilidades son:

1. Introducción en la dieta de plantas ricas en proteínas.

2. Complemento de la alimentación con mezclas de proteínas de vegetales cultivados en la localidad.

3. Reforzar la dieta con pequeñas cantidades de proteínas de origen animal y de buena calidad.

4. Desarrollo de variedades genéticas de vegetales que contengan proteínas ricas en triptofano, en metionina y en lisina.

Creemos que la tercera solución, o sea la consistente en complementar la dieta con proteínas de origen animal, es la más práctica y conveniente en México, ya que nuestro país cuenta con grandes recursos potenciales, tanto en lo referente a la pesca como al fomento de su ganadería, ya sea para la producción de leche o de carne. El fomento de la ganadería es imprescindible, ya que la leche es esencial para la alimentación infantil.

El mismo Scrimshaw hace notar algunos de los inconvenientes que ofrece el intento de llevar a cabo un programa basado en la introducción de plantas ricas en proteínas. Creemos que estas dificultades existen también si se trata de complementar la dieta con mezclas de proteínas vegetales. En ambos casos se tropezaría con grandes obstáculos, entre otros, con hábitos alimenticios ancestrales arraigados, así como con las condiciones agronómicas y ecológicas de ciertas regiones, que pueden no prestarse al cultivo de algunas plantas aptas para complementar la dieta.

Al considerar la adopción de nuevos alimentos vegetales, hay que tener en cuenta otros factores, tales como su sabor y otras características organolépticas, o bien gastos excesivos en combustible si los alimentos son de difícil cocción, lo que agudizaría el problema económico de familias muy pobres.

Otro aspecto que no hay que olvidar, es el de los componentes nutritivos no proteicos de la dieta. Al reforzar ésta con una planta o con una mezcla de vegetales de alto contenido de proteínas de calidad aceptable, es necesario conservar o mejorar el contenido de otros factores nutritivos.

En cualquier caso, opinamos que hay que proceder siempre con la idea de que deben

respetarse, hasta donde sea posible y conveniente, los hábitos y preferencias de la población de una colectividad, aún cuando ésta esté muy poco desarrollada; y pensar que mezclas de alimentos teóricamente bien equilibradas en calidad y cantidad de proteínas y de otros nutrientes y que por lo tanto fueran capaces de mantener el desarrollo normal de animales de experimentación, no siempre serían aceptables a la especie humana.

La posibilidad de obtener nuevas variedades de los vegetales que se utilizan como alimento, con una calidad nutritiva mejo-

rada, es problema de solución a largo plazo; sin embargo, una vez encontradas algunas que tuvieran características tanto agronómicas como nutritivas mejores, su empleo tendría indudablemente un efecto benéfico en la nutrición; pero consideramos que sólo resolvería el problema de una manera parcial.

Sea cual fuere la solución que se le diera al problema del mejoramiento de nuestra dieta, creemos que debe basarse en la producción en el país de los recursos que se utilicen y no depender de la importación, con las desventajas inherentes a ella.

BIBLIOGRAFIA

- (1) Block, R. V., y Bolling, D.: "The amino acid composition of proteins and foods," Charles C. Thomas, Springfield, Ill., 1951.
- (2) Cravioto, O. Y.; Cravioto, R. O.; Huerta, R.; Guzmán, J.; Massieu, H. G., y Calvo, J.: *Ciencia*, 10:145, 1950.
- (3) Cravioto, O. Y.; Figueroa, F. de M.; Cravioto, R. O., y Massieu, H. G.: *Ciencia*, 12:19, 1952.
- (4) ———: *Ciencia*, 13:65, 1953.
- (5) Cravioto, O. Y. y otros: Datos no publicados.
- (6) Cravioto, R. O.; Anderson, R. K.; Lockmart, E. E.; Miranda, F. de P., y Harris, R. S.: *Science*, 102: 91, 1945.
- (7) Cravioto, R. O.; Massieu, H. G.; Guzmán, G. J., y Calvo de la Torre, J.: *Ciencia*, 11:129, 1951.
- (8) Cravioto, R. O.; Massieu, H. G.; Cravioto, O. Y., y Figueroa, F. de M.: *Jour. Nutrition*, 48:453, 1952.
- (9) Dunn, M. S.: *Food Technol.*, 1: 269, 1947.
- (10) Giral, F., y Senosiain, J.: *Ciencia*, 1: 258, 1940.
- (11) Giral, F., y Suárez, C.: *Ciencia*, 4:66, 1943.
- (12) Giral, F., y Viesca, A.: *Ciencia*, 4:9, 1943.
- (13) Giral, F., y de la Torre, L. M.: *Ciencia*, 6:252, 1945.
- (14) Giral, J., y Cravioto, R. O.: *Ciencia*, 2:204, 1941.
- (15) ———: *Anal. Esc. Nac. Cienc. Biol.*, 2:497, 1942.
- (16) Illescas, R.: *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*, 4:129, 1943.
- (17) Jaffe, W.: *Acta Cient. Venezolana*, 1:165, 1950.
- (18) Krehl, W. A.; Teply, L. J., y Elvehjem, C. A.: *Science*, 101:283, 1945.
- (19) Krehl, W. A.; Teply, L. J.; Sarma, P. S., y Elvehjem, C. A.: *Science*, 101:489, 1945.
- (20) Laguna, J., y Carpenter, K. J.: *Jour. Nutrition*, 45:21, 1951.
- (21) Massieu, H. G.; Guzmán, J.; Cravioto, R. O., y Calvo, J.: *Jour. Nutrition*, 38:293, 1949.
- (22) ———: *Ciencia*, 10:142, 1950.
- (23) ———: *Jour. Am. Diet. Assn.*, 27:212, 1951.
- (24) Massieu, H. G.; Cravioto, O. Y.; Cravioto, R. O., y Figueroa, F. de M.: *Ciencia*, 13:199, 1954.
- (25) Massieu, H. G., y otros: Datos no publicados.
- (26) Miranda, F. de P.; Ramos Millan, G.; Cravioto, R. O.; Aguirre, N.; Acosta, V. R., y Calvo de la Torre, J.: "El maíz." Ponencia presentada al 3er. Congreso de Medicina, México, 1948.
- (27) Roca, J., y Llamas, R.: *Anal. Inst. Biol.*, 10:81, 1939; *Ibid*, 11:363, 1940; *Ibid*, 12:787, 1941.
- (28) Scrimshaw, N. S., y Squibb, R. L., *Bol. Of. San. Pan.*, Suplemento No. 1, pág. 104, 1953.
- (29) Stokes, J. L.; Gunness, M.; Dwyer, L. M., y Caswell, M. C.: *Jour. Biol. Chem.*, 140:35, 1945.
- (30) Suárez, S. L. de M.; Massieu, H. G.; Guzmán, G. J., y Cravioto, R. O., *Ciencia*, por publicarse.
- (31) Tapia, M. A.; Miranda, F. de P., y Harris, R. S.: *Ciencia*, 7:203, 1946.
- (32) Tapia, M. A.; Cravioto, R. O., y Figueroa, F. de M.: *Ciencia*, 9:297, 1949.
- (33) Welhausen, E. J.; Roberts, L. M.; Hernández, E., y Mangelsdorf, P. C.: "Razas de maíz en México," Oficina de Estudios Especiales, Secretaría de Agricultura y Ganadería. Folleto Técnico No. 5, México, 1951.
- (34) Welhausen, E. J., y otros: Datos no publicados.