ESTANDARES NUTRICIONALES PARA INTEGRAR LA PRODUCCION DE ALIMENTOS BASICOS Y LAS NECESIDADES NUTRICIONALES

INSTITUTO DE NUTRICION DE CENTRO AMERICA Y PANAMA
GUATEMALA,
BIBLIOTECA

Luiz G. Elías[1]

Introducción

No es ninguna novedad que gran parte de la población latinoamericana y de otras regiones del mundo en desarrollo no dispone de una dieta adecuada para satisfacer sus requerimientos nutricionales. Lo que es más grave aún, todo parece indicar que el problema de disponibilidad de alimentos básicos lejos de mejorar, se torna cada vez más crítico. Tampoco es nada nuevo que, como consecuencia de esta situación, las enfermedades por deficiencia de los nutrientes esenciales se observen constantemente en dichos países. Los grupos de población más afectados son, como sabemos todos, los preescolares y las mujeres embarazadas, aunque la desnutrición también afecta a la población adulta en general.

Entre los nutrientes que son escasos en la dieta, la deficiencia proteínica es sumamente seria desde muchos puntos de vista, y los casos más avanzados requieren hospitalización y cuidado médico intenso; a pesar de ello, muy a menudo esto no evita una mortalidad que varía entre 5 y 10o/o de los casos. Ello se debe comúnmente a que los niños son afectados por enfermedades infecciosas, las que no resiste su organismo debido a su estado nutricional.

El problema de mortalidad por deficiencia nutricional lo destaca claramente un estudio que la Organización Panamericana de la Salud realizó en 1970, en 18 áreas diferentes ampliamente separadas de América Latina (1). Un breve resumen de los resultados se presenta en la Tabla 1. De los 3,873 casos analizados en menores de un año, la mortalidad por kwashiorkor fue de 4.6o/o, por marasmo, 25.7o/o, y por causas de desnutrición intermedia, 69.7o/o.

El patrón es muy diferente en los casos de muerte por desnutrición para los niños comprendidos entre las edades de 1 a 4 años. De los 2,189 casos estudiados, 31.3o/o se debieron a kwashiorkor, 17.9o/o a marasmo nutricional y 50.8o/o a causas intermedias y otras formas de nutrición. La gravedad del problema se aprecia también en la Figura 1, cuyos datos se tomaron del citado estudio (1). Los resulta-

---

1 Jefe del Programa de Alimentos Básicos de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos, Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), Apartado Postal 1188, Guatemala, Guatemala, C. A.

Publicación INCAP E-1072.

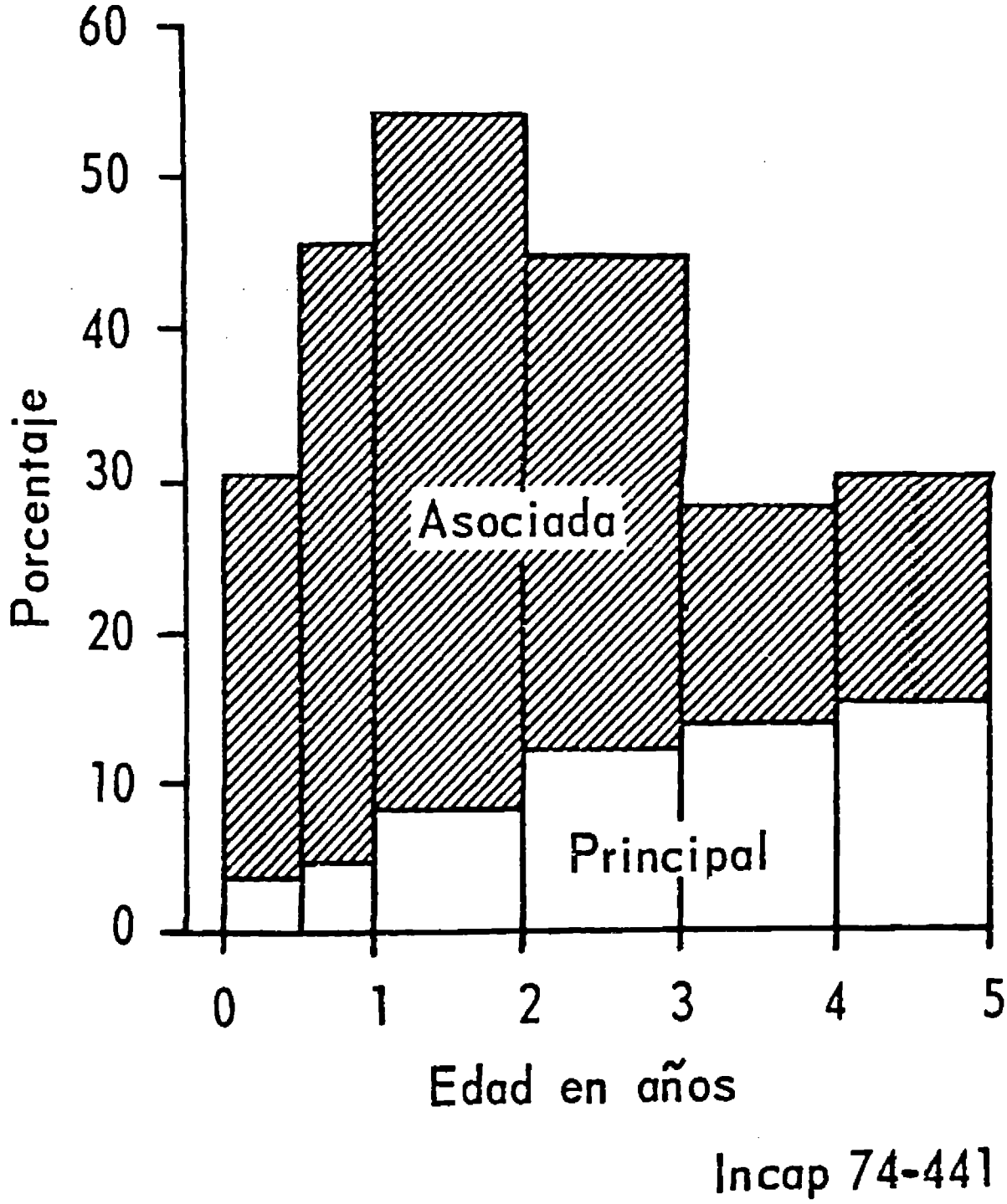

FIG. 1. — *Porcentaje de muertes de niños con desnutrición como causa principal o asociada.*

dos muestran que la desnutrición fue la causa principal de muerte en un 4 a 13o/o de los casos, y como causa asociada, en un 35 a 59o/o.

La Figura también revela que la desnutrición como causa principal de muerte es más alta a medida que aumenta la edad de los niños. Estos datos indican claramente la gravedad del problema que, por varias razones, es probable que no mejore en el futuro a menos que se intensifiquen las acciones para remediarlo.

Asimismo, es de interés indicar que además de la deficiencia proteínico-calórica, otros nutrientes como ciertas vitaminas y minerales contribuyen a las estadísticas de desnutrición mencionadas.

TABLA 1

Patrón de deficiencia nutricional sobre la mortalidad de niños hasta de 4 años de edad

		Niños menores de un año de edad	Niños de 1 a 4 años de edad
No. de muertes debidas a desnutrición		3,873	2,189
Kwashiorkor	No.	108	685
	o/o	4.6	31.3
Marasmo	No.	995	391
	o/o	25.7	17.9
Otros	No.	2,698	1,113
	o/o	69.7	50.8

Organización Panamericana de la Salud, 1973 (1).

Si hablamos de alimentos, resalta el importante papel que, entre otros, desempeña el sector de agronomía dentro de la problemática alimentaria de nuestros países. Los fitomejoradores pueden contribuir a resolver el problema de disponibilidad de alimentos por lo menos de dos maneras: 1) aumentando la producción que debe ser prioritaria, y 2) introduciendo mejores características nutricionales a los alimentos básicos.

El objetivo del fitomejorador en lo que al mejoramiento nutricional de los alimentos se refiere, debe basarse al menos en dos clases de consideraciones: la relacionada a los patrones de consumo de cada alimento específico en función a otros alimentos, y la segunda, lo referente a la variabilidad en el contenido de nutrientes de cada cultivo en particular. El principal propósito de este trabajo es, pues, señalar cómo el área de agricultura puede contribuir en la solución del problema nutricional, no sólo desde el punto de vista de una mayor producción de los alimentos, sino también mejorando la calidad nutricional de los mismos. Para lograr tal objetivo el agrónomo puede hacer uso de la genética y de las prácticas agronómicas y, en colaboración con el bioquímico y el nutricionista, mejorar la eficiencia de utilización de los alimentos de que disponemos. Así se convertirá en realidad el concepto integral de productividad expuesto al inicio de esta Conferencia.

Sistemas de Alimentación

La combinación de cereales y leguminosas constituye el sistema de alimenta-

ción habitual para grandes sectores de la población mundial, incluyendo los países de América Central. Si bien es cierto que las proporciones pueden variar según los hábitos alimentarios de determinada población, puede afirmarse que estos dos cultivos suministran casi la totalidad de la proteína y de la energía de la que subsisten nuestras poblaciones (2). En la Figura 2 se muestra el valor nutricional de diferentes combinaciones del maíz, en términos de calidad proteínica, como el grano representativo de los cereales, y del frijol común, ejemplo de las leguminosas. Según se observa, en términos de valor de proteína, la mezcla óptima es aquélla en la que 50o/o de la proteína proviene del maíz y 50o/o del frijol. Al traducir este aporte proteínico en peso, la mejor combinación sería la formada de 70 g de maíz y 30 g de frijol para formar 100 g de dieta. Estas cantidades resultan en una razón de alrededor de 2.6 partes de maíz para una de frijol (3, 4).

Como la misma Figura lo indica, la ingesta de maíz:frijol en Guatemala y otros datos señalan que es similar a la acostumbrada en otros países de Centroamérica, o sea alrededor de nueve partes de maíz por una de frijol. Además, desde el punto de vista de calidad proteínica, la dieta es principalmente deficiente en lisina cuando predomina el maíz, y limitante en el aminoácido metionina a medida que se aumenta el consumo de frijol. El punto central de la curva, que representa la combinación óptima entre estos dos alimentos básicos, es todavía limitante en estos dos aminoácidos, aunque en menor grado. Podemos así concluir que el valor alimenticio de la dieta básica puede mejorarse a través de diferentes intervenciones aplicables a este sistema de alimentación. Trataremos así de resumir, utilizando la Figura 3, las posibilidades que existen para lograr este objetivo, tema central del presente artículo. Esta Figura que reseña un gran número de estudios biológicos en animales, posteriormente confirmados en humanos, es esencialmente la misma que la anterior pero, además, aporta información adicional en cuanto a las diferentes posibilidades de cómo aumentar el valor nutricional de dietas elaboradas a base de maíz y frijol (5). A partir de esta información, se llega a las siguientes conclusiones:

1. Para alcanzar el nivel de consumo de frijol (columna A) y por lo tanto la calidad de proteína (B), es necesario aumentar la producción y disponibilidad del frijol, ya que uno de los factores responsables del bajo consumo de frijol, en relación al maíz, es producción y disponibilidad deficientes.

2. Para lograr el nivel de consumo de frijol (A), y la calidad de proteína (C), es necesario no sólo aumentar la producción y la disponibilidad del frijol, sino también desarrollar variedades con niveles más altos de aminoácidos azufrados y triptofano. La otra alternativa en este caso sería la de proporcionar alimentos de mejor calidad proteínica o suplementarlos como se indica en la misma Figura.

3. Para mantener el nivel actual de ingesta de frijol (D), con una calidad proteínica (E) o (F), es necesario aumentar los niveles de triptofano en el frijol, con un incremento menor de los aminoácidos azufrados y manteniendo un alto contenido de lisina disponible. De nuevo, la otra posibilidad es suministrar alimentos con proteína suplementaria, como la Figura lo muestra.

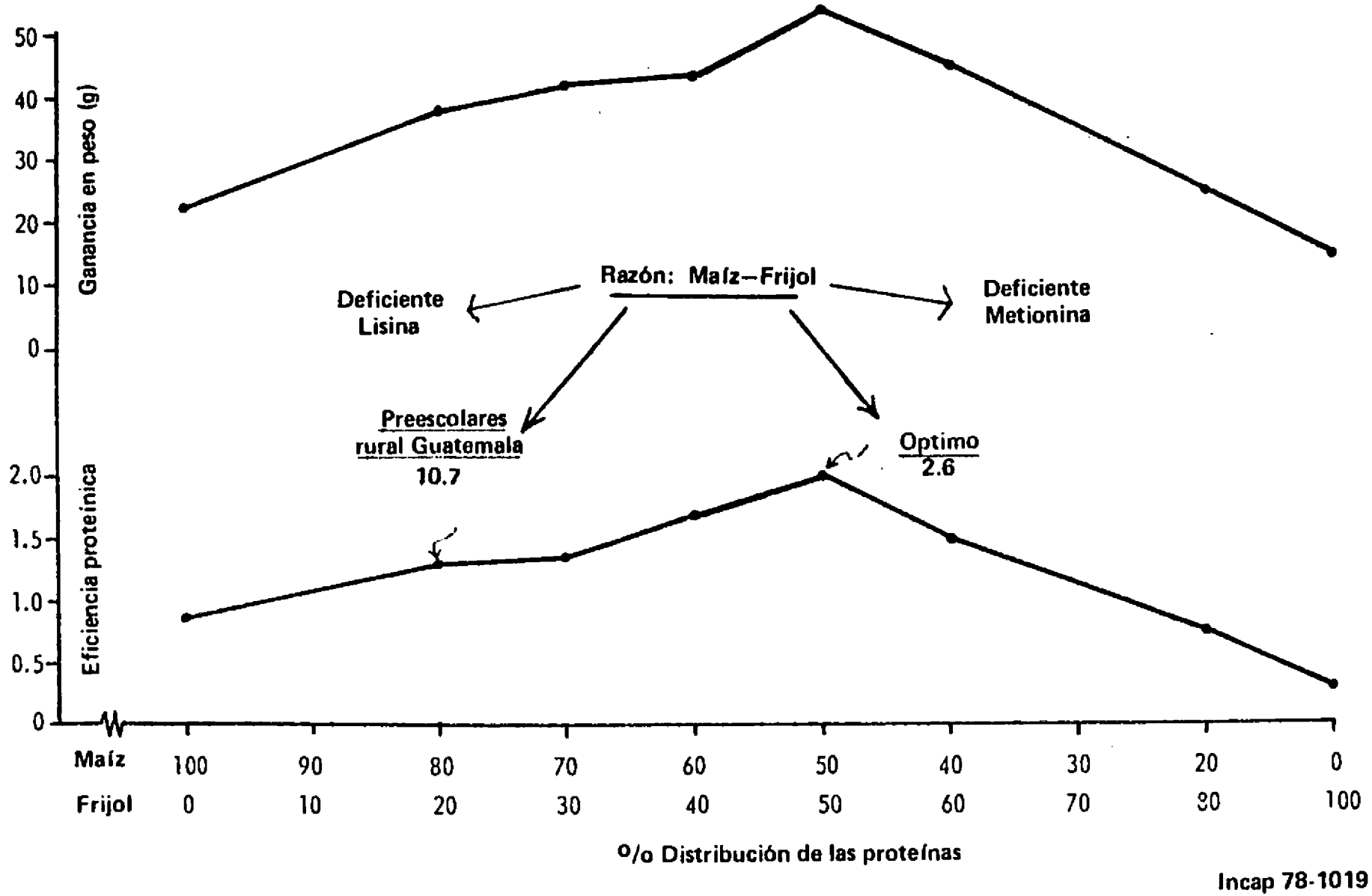

FIG. 2. — *Calidad proteínica de diferentes combinaciones de maíz y frijol.*

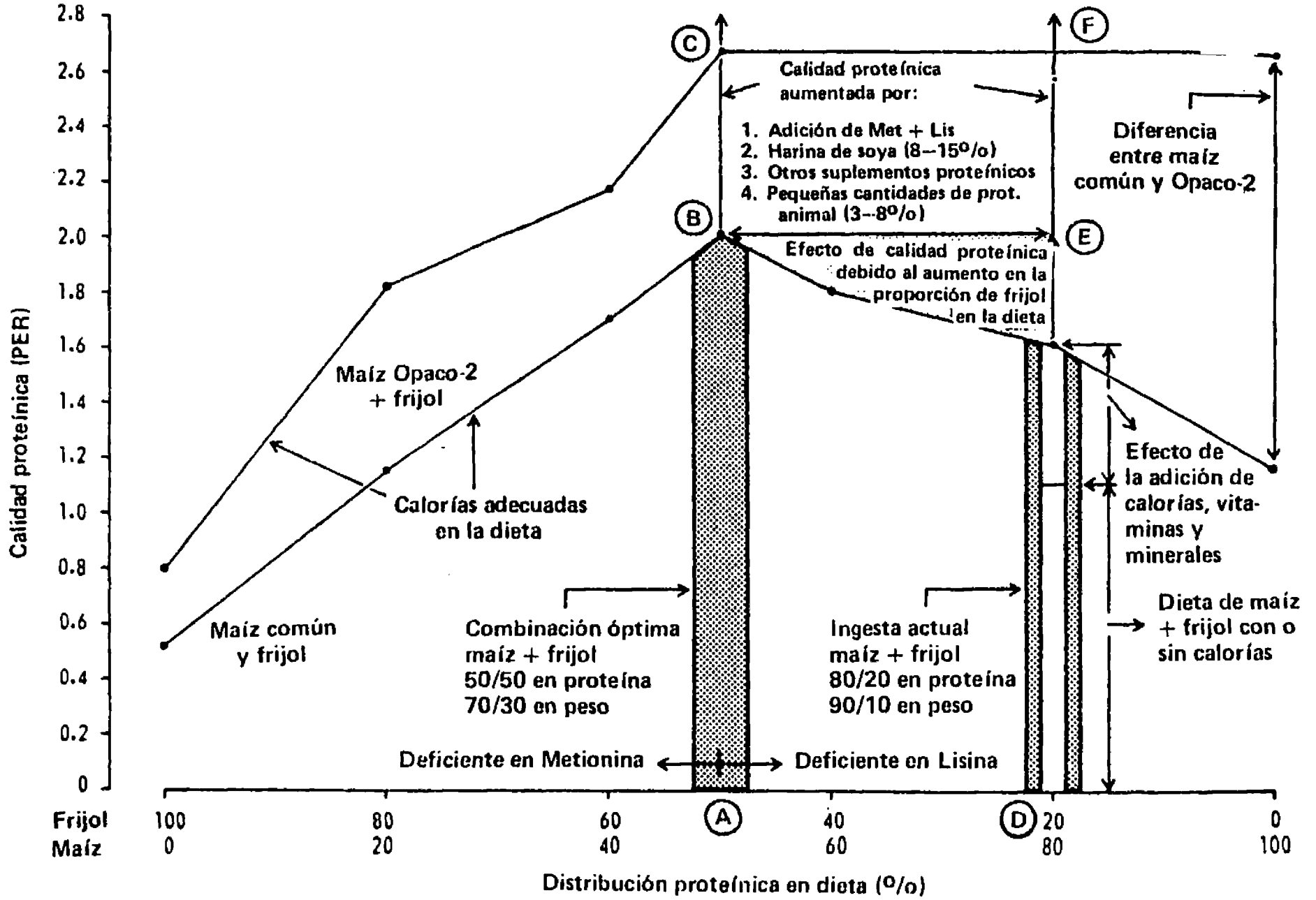

FIG. 3.— *Diferentes opciones para mejorar el valor nutritivo de las mezclas maíz/frijol.*

4. Para mantener el nivel actual de ingesta de frijol (D), con una calidad proteínica que fluctúa entre (E) y (B), sería necesario producir frijoles con un contenido más alto de proteínas que contenga el mismo patrón de aminoácidos; sin embargo, sería mucho mejor si juntamente con el mayor contenido de proteínas, tuviese también mayores niveles de aminoácidos azufrados, triptofano y lisina.

5. Finalmente, es de interés señalar las ventajas que desde el punto de vista nutricional ofrece la utilización de maíz opaco-2, en contraste con maíz común. A pesar de que el punto óptimo de combinación es el mismo que para el maíz común, ese punto es de mayor valor nutricional cuando se usa el opaco-2. Además, la calidad proteínica de este último, no disminuye al aumentar su concentración dentro del mismo sistema de alimentación. La ingesta actual de maíz y de frijol en Guatemala, por ejemplo, se muestra en la columna de la derecha; ésta de menor calidad proteínica, alcanza un máximo al aumentar la cantidad de frijol en la dieta. Este efecto lo revela el área punteada entre las dos columnas y arriba de éstas. Ahora bien, si como se ha sugerido, se lograra un aumento en el consumo de maíz como una solución al problema nutricional, y la ingesta de frijol permaneciera inalterable, esto significaría un cambio hacia la derecha de la gráfica de la presente mezcla y tal dieta sería, como ya vimos, más deficiente en el aminoácido lisina, con una menor eficiencia de utilización. Esto no sucedería, sin embargo, si ocurriese un aumento en la ingesta del opaco-2 o de un maíz común mejorado. Asimismo, es necesario indicar que la presente proporción de 90:10 maíz:frijol, no ha cambiado al menos en los últimos 20 años, cuando la población era menor, y había una mayor producción *per capita.* Esto indica lo difícil que es consumir más de los mismos alimentos, o que la presente proporción representa la ingesta calórica óptima para la cantidad y calidad de proteína consumida. La evidencia disponible hasta la fecha revela claramente que las variedades de cereales y leguminosas nutricionalmente mejoradas tienen un impacto significativo en los humanos, independiente de si las proteínas o las calorías son las más necesarias (6). Además, una mejor calidad proteínica sería de gran valor para las futuras generaciones dentro del marco del problema de producción de alimentos, disponibilidad de tierra y crecimiento de la población. El punto álgido estriba en si es posible o no introducir proteína de mejor calidad en los alimentos básicos sin interferir con otras características deseables como rendimiento, apariencia, y aceptabilidad por parte del consumidor. De ahí la importancia de armonizar los aspectos tecnológicos y nutricionales con aquéllos referentes al rendimiento (7). Otro punto de interés es si estas características nutricionales deben referirse al alimento básico *per se*, o tomando en cuenta su contribución a la dieta. Ambos enfoques tienen sus ventajas y desventajas. Parecería ser, que el enfoque basado en la dieta es más fácil de lograr con menos riesgo de interferir con otras características, siendo así más práctico. Esto se basa en una serie de estudios químicos y biológicos (7) que incluyen: a) análisis de los nutrientes más deficitarios; b) estudios de suplementación con aminoácidos y proteínas de alimentos básicos solos o como fuente de la dieta en animales experimentales y en seres humanos; c) experimentos de libre elección de alimentos. Los niveles de los nutrientes limitantes deseables

han sido calculados, y se muestran en la Tabla 2. Como lo revelan los datos, sería muy deseable que tanto los cereales como las leguminosas de grano tuviesen mayores niveles de proteína. Asimismo, el contenido de lisina debería, como primer intento, no ser menor de 3.8 g/100 g de proteína en los cereales, y de alrededor de 6.4 g/100 g de proteína en el caso de las leguminosas. En los cereales, el triptofano debería alcanzar valores de 0.90 g/100 g de proteína y 1.20 g/100 g de proteína en las leguminosas. Finalmente, los niveles de metionina o aminoacidos azufrados totales deberían estar comprendidos entre 2.4 y 3.4 g/100 g de proteína, dependiendo del sistema de alimentación en uso. Es factible obtener niveles más precisos mediante investigaciones adicionales y, con una confirmación biológica, a través de una mayor colaboración entre el bioquímico y el fitomejorador.

TABLA 2

Niveles de nutrientes deseables en varios cereales y leguminosas de consumo común en países en desarrollo

Alimento básico	Proteína	Lisina g/16 g N	Triptofano g/16 g N	Aminoácidos azufrados totales, g/16 g N
Maíz	13—14	3.6 — 3.8	0.80 — 0.90	3.2 — 3.4
Sorgo	14—15	3.6 — 3.8	0.80 — 0.90	3.2 — 3.4
Arroz	8—10	3.5 — 3.6	0.80 — 0.90	3.2 — 3.4
Frijol*	28—30	6.3 — 6.4	1.10 — 1.20	2.3 — 2.4
Frijol**	28—30	6.3 — 6.4	1.10 — 1.20	3.2 — 3.4
Caupí*	28—30	6.3 — 6.4	1.10 — 1.20	2.3 — 2.4
Caupí**	28—30	6.3 — 6.4	1.10 — 1.20	3.2 — 3.4
Garbanzo*	28—30	6.3 — 6.4	1.10 — 1.20	3.2 — 3.4

* Cuando se suplementa con cereales.
** Cuando se suplementa con dietas a base de yuca.

Posibilidades Agronómicas de Mejoramiento Nutricional de los Alimentos Básicos

La fórmula de productividad presentada antes en esta Conferencia, contempla la posibilidad de mejorar los alimentos básicos desde el punto de vista nutricional. ¿Qué evidencias existen hasta la fecha que permitan suponer la factibilidad de esta intervención?

Por limitaciones de tiempo, no podríamos abordar este punto, pero nos gustaría citar algunos ejemplos relacionados con los cereales y las leguminosas. Dada la importancia del maíz para nuestras poblaciones, interesa conocer los esfuerzos logrados en este sentido. Según se sabe, la proteína de este cereal es deficiente en lisina y triptofano (8). Por otro lado, se ha comprobado que la proteína principal del maíz, denominada zeína, es la responsable de tales deficiencias, ya que ésta existe

en mayor cantidad en el maíz y es, a su vez, limitada en su contenido de estos dos aminoácidos. Las glutelinas, albúminas y globulinas, proteínas ricas en lisina y triptofano, se encuentran en menores cantidades.

En vista de estos hallazgos se ha tratado de alterar este patrón, con el fin de mejorar la calidad proteínica de este cereal, ya sea valiéndose de fertilizantes, o por medios genéticos o ambos. Se ha logrado incrementar la cantidad de proteínas del maíz usando fertilizantes nitrogenados pero, desafortunadamente, ese incremento se ha traducido en una disminución de la calidad proteínica debido a que lo que en realidad aumenta es la zeína (9). En algunos casos, la fertilización con elementos mayores ha mejorado el valor nutritivo del maíz (10).

El método de selección de variedades de alto contenido proteínico también ha sido investigado, pero la aplicación de dicho sistema se ha traducido también en una variedad más rica en zeína y, por lo tanto, de menor valor nutritivo. Por otro lado, en los últimos años se ha investigado la selección de maíces con granos más grandes, ya que la proteína de éstos es de excelente calidad (11). Como se muestra en la Tabla 3, se ha podido establecer que los granos cuyo germen es de mayor tamaño tienen más valor nutricional, y además, contienen más aceite ya que éste se localiza principalmente en el germen. Esta característica no ha sido utilizada con la amplitud que sería de desear. Finalmente, se han hecho estudios puramente genéticos para mejorar la calidad proteínica de este grano (12): el maíz opaco-2, por ejemplo. Como se aprecia en la Tabla 4, este grano contiene el doble de la cantidad de los aminoácidos lisina y triptofano que el maíz común. Este mejoramiento nutricional se debe fundamentalmente a cambios en las fracciones proteínicas del

TABLA 3

Ganancia en peso, NPR y eficiencia del alimento en ratas alimentadas con dietas de maíz con variable proporción de germen

o/o Germen	Ganancia en peso, g	NPR*	Eficiencia del alimento
12	3.8	2.27	17.18
15	6.5	2.87	10.30
18	10.2	3.09	7.92
21	11.7	3.24	6.98
24	9.3	3.01	8.22
Caseína	27.5	4.10	3.14

García, Poey y Bressani, 1978 (1).

* NPR = Eficiencia proteínica neta.

TABLA 4

Contenido de aminoácidos esenciales del maíz común y del opaco-2
(Expresado en g/16 g N)

Aminoácido	Maíz opaco-2	Maíz común
Lisina	*4.10*	*2.88*
Triptofano	*1.26*	*0.61*
Isoleucina	3.10	4.62
Leucina	*8.12*	*12.96*
Aminoácidos azufrados totales	3.01	3.15
Fenilalanina	4.27	4.54
Treonina	3.18	3.98
Valina	4.77	5.10

endospermo del grano. Como se muestra en la Figura 4, en el maíz opaco-2 se encontró un aumento significativo de glutelinas, albúminas y globulinas (proteínas ricas en los aminoácidos lisina y triptofano) y una disminución de las prolaminas (proteínas deficientes en estos dos aminoácidos). Desafortunadamente, juntamente con estos cambios dichos genes modifican también la estructura del endospermo, cuyo resultado es un tipo de grano harinoso y, por lo tanto, de textura diferente al grano de apariencia córnea que se consume en la mayoría de los países de América Latina. Además, como consecuencia de estos cambios, el grano es de menor densidad y rendimiento, y de baja estabilidad durante el almacenamiento. Estudios posteriores, sin embargo, han demostrado la factibilidad de modificar genéticamente la estructura harinosa dándole una apariencia córnea y manteniendo a la vez las características nutricionales del opaco-2.

En el caso de las leguminosas de grano, la investigación en este respecto no ha sido tan extensa como en el de cereales. No ha sido sino hasta muy recientemente que se iniciaron trabajos que persiguen una mejor comprensión de los efectos que el medio ambiente, las prácticas agrícolas, y los factores genéticos ejercen sobre el valor nutritivo de las proteínas del frijol. La Tabla 5 muestra algunos resultados significativos referentes a la interacción entre los factores ambientales y genéticos en la composición química y valor nutritivo del frijol común. La mayoría de los estudios (13) indican que los factores ambientales como un todo, y la genética influencian el rendimiento y afectan el contenido de proteínas y el de aminoácidos azufrados. Por lo tanto, la calidad proteínica también es afectada. A través de otros estudios se ha intentado medir el efecto de prácticas culturales específicas sobre la calidad proteínica del frijol. Se ha deducido que la aplicación de fertilizantes, bacterias fijadoras de nitrógeno, y la densidad de siembra aumenta el rendimiento, pero no cambia la calidad proteínica. Por otro lado, hay indicios de que la aplicación de P y herbicidas (S-triazina) aumentan la proteína y los aminoácidos libres, sin que este efecto se haya confirmado biológicamente. Otras interrelaciones con respecto a rendimiento y

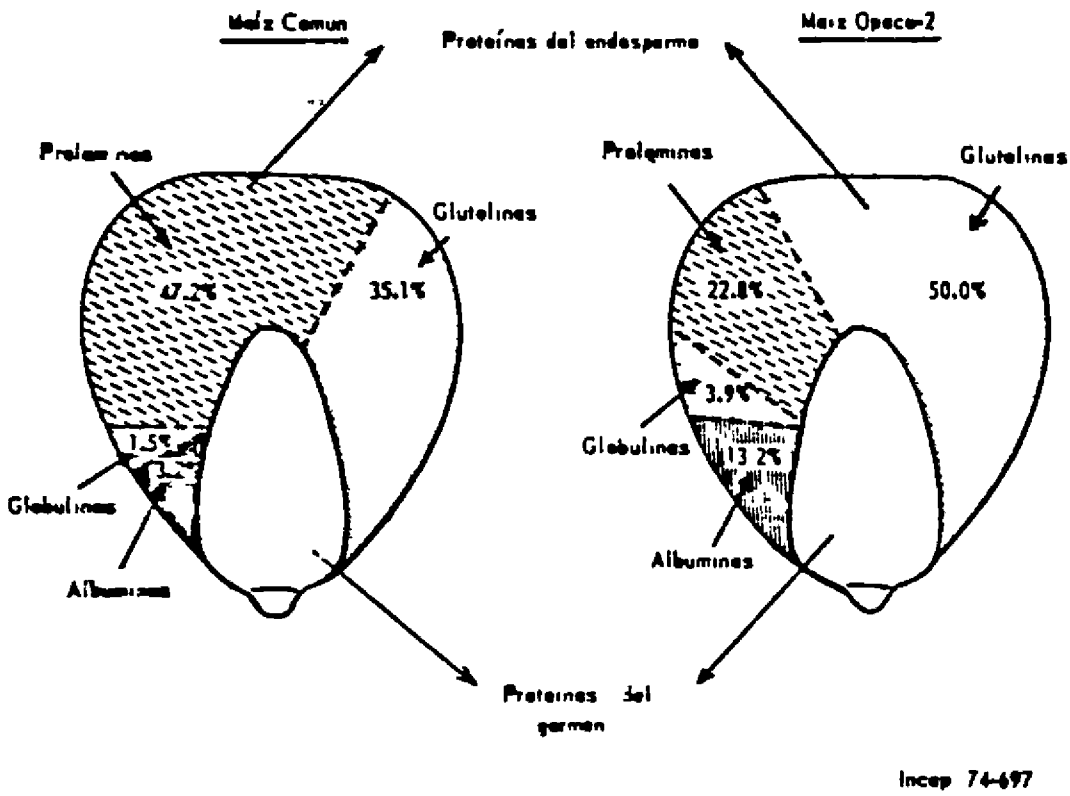

FIG 4 — *Distribución de fracciones de proteína en el endospermo de maíz común y de maíz Opaco-2.*

contenido de proteína se muestran en la Tabla 6, donde se observa que el rendimiento está relacionado negativamente con el porcentaje de proteína, y positivamente con el rendimiento de proteínas. Asimismo, existe una correlación positiva entre el peso de la semilla y la proteína total, aunque el porcentaje de proteína está negativamente correlacionado con el tamaño de la semilla. Estas correlaciones pueden ser de utilidad en programas de selección que persiguen aumentar simultáneamente el rendimiento y el porcentaje de proteínas.

Se ha informado que existe una variabilidad considerable con respecto al contenido de aminoácidos limitantes según se aprecia en la Tabla 7. Esta se debe tanto a factores de orden genético y ambiental como a las prácticas culturales

Los programas de selección de cultivares de leguminosas de grano con un alto contenido de metionina y buenos rendimientos, han progresado solamente hasta el punto de establecer un rango de variabilidad y determinar si el nivel del aminoácido está genéticamente controlado. Finalmente, podríamos decir que todavía se necesita más investigaciones para conocer mejor la interacción entre los factores ambientales, genéticos y de practicas culturales sobre el contenido de proteína y aminoácidos, principalmente metionina.

TABLA 5

Resumen de los resultados notificados sobre el efecto de los factores ambientales y genéticos en varias leguminosas de grano

Factor	Rendimiento	Proteína o/o	Metionina o/o	Calidad proteínica
Ambiental				
Localidad - año	Afectado	Afectado	Afectado	Afectado
Prácticas de cultivo				
Fertilizantes	Aumento	Ningún cambio	Ningún cambio	Sin evaluar
Aplicación P	Aumento	Aumento	Ningún cambio	Sin evaluar
Bacterias fijadoras N	Aumento	No afectado	No afectado	No afectado
Plantas/ unidad área	Afectado	Ningún cambio	Ningún cambio	—
Aplicación azufre	Aumento	Ningún cambio	Un poco	Un poco
Triazinas	—	Aumento	Cambio	Sin evaluar
Genético	Afectado	Afectado	Afectado	Afectado

TABLA 6

Algunas relaciones entre las características agronómicas y el contenido de proteínas de frijoles *(Phaseolus vulgaris)*

Porcentaje de proteína — correlacionada negativamente con el rendimiento de frijol
Rendimiento de proteína — correlacionada positivamente con el rendimiento de frijol
Proteína total — correlacionada positivamente con peso de semilla
Porcentaje de proteína — correlacionada negativamente con tamaño de semilla

Integración de Nutrientes o Alimentos de Mejor Valor Nutritivo

Importancia de otros nutrientes

Obviamente, la disponibilidad de determinado alimento es uno de los factores que afecta significativamente la cantidad y frecuencia de su consumo; la

TABLA 7

Rangos informados de los niveles de los aminoácidos limitantes (mg/g N) en leguminosas de grano

Aminoácido	Frijol común	Soya	Maní	Caupí	Garbanzo
Metionina	28-131	53-114	33-100	50-119	34-106
Cistina	21-108	51-114	11-106	48-106	50- 94
Triptofano	32-101	75- 88	45- 90	66- 70	25- 94
Valina	213-388	250-375	142-307	250-325	213-356
Treonina	192-356	200-285	116-207	178-300	219-263

Kelly, J. F. En: *Nutritional Improvement of Food Legumes by Breeding.* Max Milner (Ed.). Proceedings of a Symposium sponsored by the Protein Advisory Group of the United Nations System. Rome, Italy, 3-5 July 1972, held at the Food and Agriculture Organization of the United Nations and PAG Statement 22: *Upgrading Human Nutrition through the Influencing Protein Quantity and Quality.* New York, N. Y., United Nations, 1973, p. 179-184.

frecuencia, a su vez, puede influenciar el valor nutritivo de la dieta. De hecho, como se observa en la Tabla 8, en el caso de familias de áreas rurales de Guatemala, la frecuencia del consumo de frijol es baja, lo que adquiere más importancia en los niños que consumen sólo pequeñas cantidades cuando está disponible. No obstante, un aspecto que todavía no se reconoce plenamente es que la ingesta de alimentos no está gobernada sólo por la disponibilidad de los mismos, sino también por el valor nutricional de la dieta que se consume; por este motivo, una buena alimentación se logra únicamente con una dieta balanceada en todos los nutrientes. Aunque esto parecería obvio, a menudo se olvida, sobre todo en los países en desarrollo donde se presta mayor atención al contenido de proteínas y calorías de la dieta. Algunos datos ilustrativos de este punto se reseñan en la Figura 5. En este caso, cerdos jóvenes fueron alimentados con una dieta de maíz:frijol en la proporción de 87:13 en peso (4, 6). Un grupo recibió la dieta sin vitaminas, y el otro, la dieta suplementada con una mezcla vitamínica. Según revelan los datos, el consumo en kg/semana fue consistentemente más alto en los cerdos que recibieron la dieta con vitaminas; la falta de estos nutrientes resultó, con el tiempo, en un menor consumo. El mismo efecto en cuanto a consumo se observó al suplementar con los aminoácidos limitantes. El consumo fue alto al principio, mientras las reservas de otros nutrientes en el organismo del animal estaban disponibles, pero a medida que éstos se depletaban, el consumo disminuyó. Sin embargo, la dieta que contenía todos los nutrientes estimuló el consumo durante las 12 semanas del estudio. En este mismo experimento se midió no sólo el consumo sino también el crecimiento de los cerdos, datos que se

TABLA 8

Frecuencia de la ingesta de frijol por las familias en el área rural de Guatemala

Frecuencia días/semana	Número de familias	Porcentaje de distribución
2	10	12.7
3	20	25.3
4	36	45.5
5	10	12.7
6	3	3.8

Bressani, R., M. Flores & L. G. Elías. Aceptabilidad y valor nutricional de las plantas leguminosas de grano en la dieta humana. En: *El Potencial del Frijol y de Otras Leguminosas de Grano Comestibles en América Latina. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 26 febrero - 1o. de marzo, 1973.* Cali, Colombia, CIAT, 1975, p. 13-29.

muestran en la Tabla 9. Los resultados muestran efectos significativos en crecimiento, debido a los minerales, las vitaminas y los aminoácidos agregados individualmente y, más significativo aún, cuando todos se adicionaban simultáneamente. El agregado de calorías a la dieta, para un contenido proteínico de 9.3%, no se tradujo en ningún beneficio. Estudios recientes indican que con la cantidad y calidad proteínica actuales de la dieta, una mayor densidad energética suplementaria no se traduce en mejor utilización de nutrientes ni en un mayor rendimiento del animal. La información disponible en nuestros laboratorios es conclusiva en este sentido. Aunque se reconoce que la velocidad de crecimiento del cerdo es mayor que la del ser humano, y a pesar de que no se han detectado muchas deficiencias de nutrientes en los humanos, la cuestión a destacar en lo referente a estos resultados, es la necesidad de pensar en términos de todos los nutrientes. Cabría entonces, preguntarse qué posibilidades existen para satisfacer la deficiencia de estos nutrientes.

Potencial de las verduras y frutas como fuentes de nutrientes

La existencia de gran variedad de verduras y frutas en nuestros países es un hecho más que reconocido, así como la insuficiente utilización comercial de las mismas, y como fuentes de nutrientes para la población. Por ejemplo, las encuestas alimentarias llevadas a cabo por el INCAP en Guatemala, han demostrado que en el caso de las verduras el consumo es de 48 g/persona/día en el área urbana. Estos datos revelan un consumo relativamente bajo, lo que explica parcialmente la deficiencia de los micronutrientes previamente mencionados en la dieta.

En la Tabla 10 se da a conocer el efecto de diferentes clases de verduras sobre el crecimiento de animales de laboratorio (14), alimentados con una dieta a base de

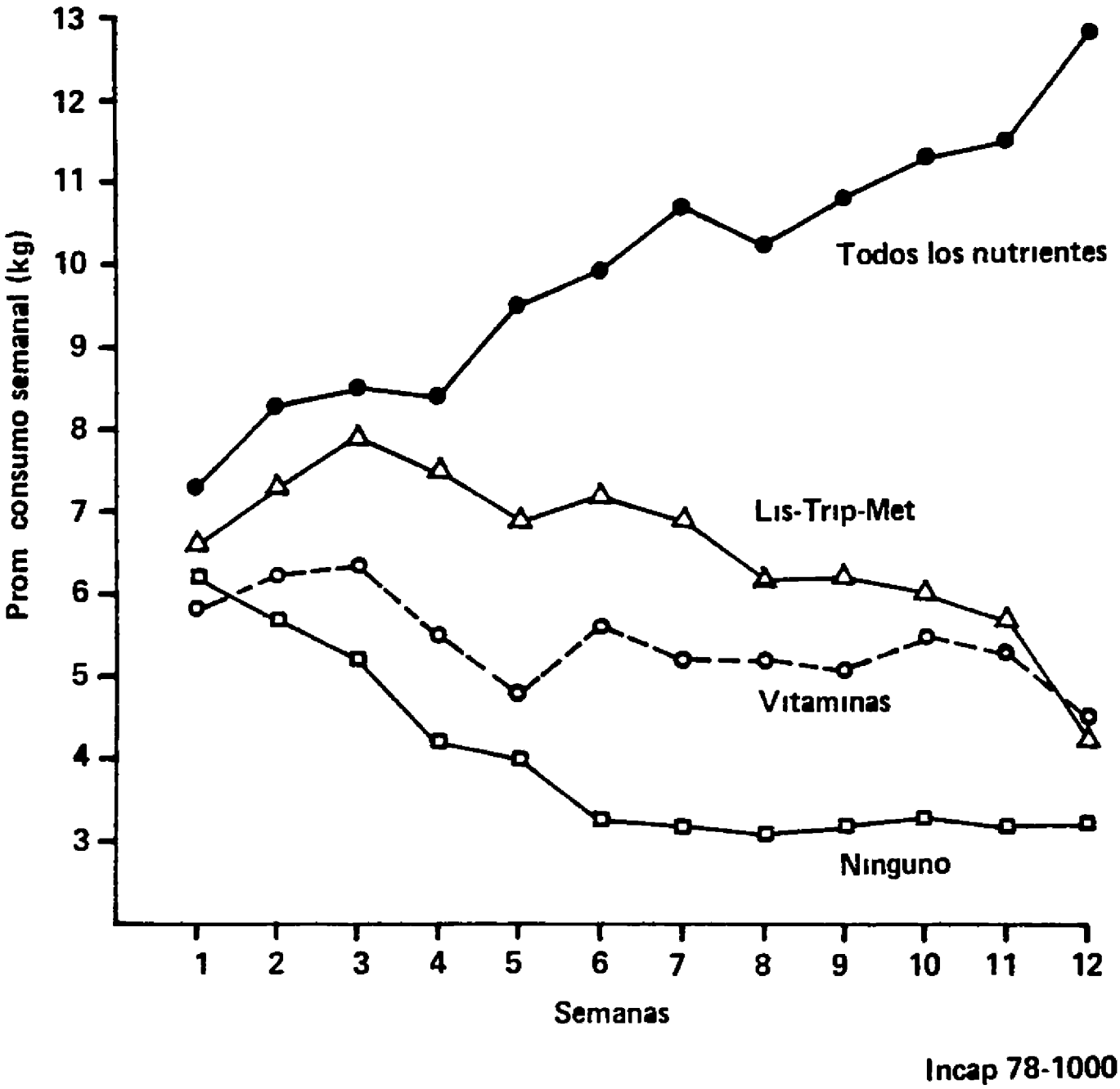

FIG. 5. — *Consumo de alimentos de cerdos jóvenes (15 semanas) alimentados con una dieta de 87 13 de maíz frijol con varios suplementos.*

maíz y frijol. Debido a las características de este experimento, los datos revelan dos aspectos de interés en la primera columna a la izquierda, el mejor crecimiento se debe exclusivamente a la proteína suplementaria, y en la columna a la derecha, al aporte de vitaminas y minerales de las verduras agregadas. Es de interés mencionar también que en este experimento se adicionó para cada verdura una cantidad equivalente a un consumo de 230 g/persona/día. Dicho consumo se puede lograr con una mayor disponibilidad de estos alimentos, lo que sería posible a través de una mayor integración de los aspectos nutrición, tecnología y agricultura. En este caso, de nuevo, el sector agronómico puede jugar un papel básico e importante en la determinación de las características tecnológicas y nutricionales de estos alimentos. Como se muestra en la Tabla 11, el valor nutricional de las verduras, por ejemplo, puede ser afectado por la clase, variedad, condiciones de crecimiento, y grado de maduración al momento

TABLA 9

Ganancia en peso de cerdos jóvenes alimentados con dietas de maíz.frijol con varios suplementos, individualmente o combinados

Suplemento	Dieta maíz:frijol 87:13, kg	Dieta maíz:frijol 70:30, kg
Ninguno	2.35	10.88
+ Aminoácidos	*14 75*	13.63
+ Vitaminas	*8.50*	15.88
+ Minerales	*14.63*	17.88
+ Calorías	6.00	8.63
Todos los nutrientes	*35 00*	37.00
Control	54 88	54.88

TABLA 10

Efecto de la adición de verduras sobre el valor nutritivo de una dieta a base de maíz:frijol

Verdura[a]	Dieta basal[b] + vitamina + minerales	Dieta basal —vitaminas —minerales
Ninguna	30	28
Arveja	36	29
Bledo	40	35
Espinaca	40	36
Chipilín	39	32

a Se agregó 5% de verdura deshidratada.
b 90% maíz y 10% frijol.

de la cosecha. La variación en el contenido de carotenos en muestras de diferentes variedades de zanahorias se presenta en la Tabla 12. Según se aprecia, los valores promedio variaron de 1.12 a 54.8 mg/caroteno/gramo de zanahoria entera, indicando así, la posibilidad de seleccionar aquellas variedades con un mayor contenido de este nutriente. Como ya se mencionara, el grado de maduración al momento de la cosecha también influye en el contenido de nutrientes de las verduras. En el caso de las arvejas, por ejemplo (Tabla 13), el contenido de carotenos, ácido ascórbico y riboflavina,

TABLA 11

Factores que afectan la calidad nutritiva de las verduras frescas

1. Clase
2. Variedad
3. Condiciones de crecimiento
4. Grado de maduración al momento de la cosecha

TABLA 12

Contenido de carotenos en diferentes variedades de zanahorias

No. de muestras	mg/de caroteno/gramo de zanahoria entera promedio	Rango
15	54.8	35 — 71
4	21.3	6.2 — 29
5	1.12	0.45 — 2.2

TABLA 13

Efecto de la maduración en el contenido de carotenos, ácido ascórbico y riboflavina de las arvejas

Etapa de maduración	Carotenos mcg %	Acido ascórbico mg %	Riboflavina mcg %
Muy inmadura	446.1	73.4	1,210.2
Levemente inmadura*	416.6	52.1	716.5
Medianamente madura	236.2	51.9	314.8
Sobremadura	115.6	47.7	128.4
Marcadamente sobremadura	31.9	17.0	77.5
Madura (semilla seca)	—	—	125.4

* Etapa de maduración considerada óptima para el mercado. (Tamaño de la semilla: 7 - 10 mm).

disminuye significativamente a medida que la semilla madura. Estos ejemplos indican claramente la contribución del área de agronomía en cuanto a incrementar el contenido de nutrientes de las hortalizas.

Consideraciones Finales

En esta oportunidad hemos tratado de recordar el problema nutricional y sus consecuencias (Figura 6). Asimismo, se ha destacado el papel que el sector agrícola juega dentro de esta problemática, al contribuir con una mayor producción y, en colaboración con la ciencia de los alimentos, mejorando también el valor nutritivo y tecnológico de los mismos. Además, hemos señalado que este aporte debe basarse principalmente en el sistema de alimentación que prevalece en el área. Por otro lado, se ha hecho hincapié sobre el importate papel que los micronutrientes desempeñan en la obtención de una dieta balanceada que contribuya a incrementar el consumo y la eficiencia de utilización de la dieta, con los consecuentes beneficios para la población. Evidentemente, la agricultura continuará siendo la fuente de alimentos durante mucho tiempo, y debe contribuir a la solución del problema nutricional no sólo mediante una mayor producción de alimentos básicos, sino de todas las fuentes de nutrientes o alimentos.

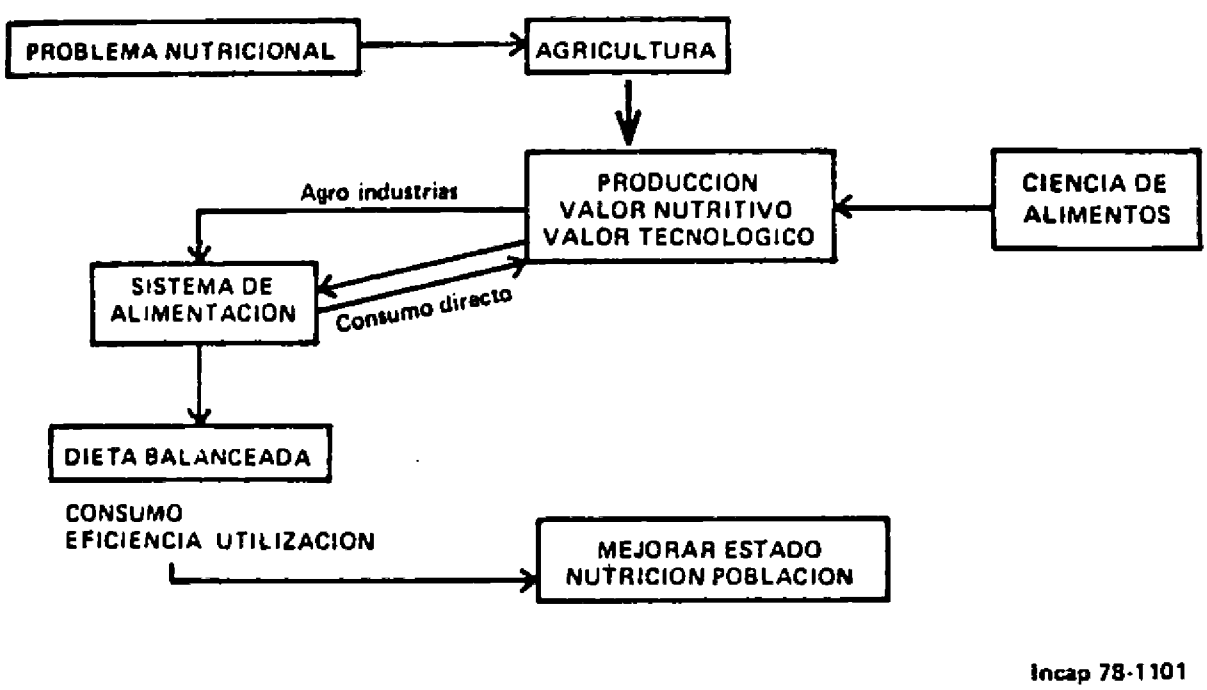

FIG. 6.— *Relación entre el estado nutricional, la agricultura y la ciencia de alimentos.*

Por último, así como una buena nutrición se deriva de la interacción entre fuentes de nutrientes o alimentos, así también el problema del subdesarrollo y la mala nutrición de nuestros pueblos podrá ser resuelto mediante el fomento y estímulo de una verdadera interacción entre el sector agrícola, el de ciencias y tecnología de alimentos, y el de nutrición.

Bibliografía

1. Puffer, R.R. & C.V. Serrano. *Patterns of Mortality in Childhood.* Washington, D.C., Pan American Health Organization, 1973, 470 p. (Scientific Publication 262).
2. Flores, M., R. Bressani, & L.G. Elías. Factores y tácticas que influyen en los hábitos alimentarios del consumidor. En: *El Potencial del Frijol y de otras Leguminosas de Grano Comestible en América Latina, Cali, Colombia, del 26 de febrero al 1o. de marzo de 1973,* bajo los auspicios del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia, 1975, p. 49-64.
3. Bressani, R., A.T. Valiente & C. Tejada. All-vegetable protein mixtures for human feeding. VI. The value of combinations of lime-treated corn and cooked black beans. *J. Food Sci., 27:* 394-400, 1962.
4. Elías, L.G. & R. Bressani. Factors affecting the consumption of leguminous seeds. *Arch. Latinoamer. Nutr., 24:* 365-378, 1974.
5. Bressani, R. & L.G. Elías. Improvement of nutritional quality of food legumes. En: *XI International Congress of Nutrition, Rio de Janeiro, Brazil, August 27 - September 1, 1978. Abstracts Free Communications.* Rio de Janeiro, Brazil, Companhia Brasileira de Artes Gráficas, 1978, p. 302 (Abstract 476).
6. Bressani, R. & L.G. Elías. The world protein and nutritional situation. En: *Seed Protein Improvement in Cereals and Grain Legumes.* Vol. 1. Vienna, Austria, International Atomic Energy Agency, 1979, p. 3-23.
7. *Coloquio sobre Valor Nutricional de las Leguminosas de Grano y Factores que Afectan su Producción, Disponibilidad y Consumo.* Celebrado como parte del programa del IV Congreso Latinoamericano de Nutrición, Caracas, Venezuela, 21 al 27 de noviembre de 1976. Ricardo Bressani (Ed.). *Arch. Latinoamer. Nutr.,* Vol. *27*(2), 1977. *Suplemento No. 2,* 151 p.
8. Elías, L.G. & R. Bressani. Valor nutritivo de la proteína de la harina de tortilla y su mejoramiento por medio de fortificación en Centro América. En: *Mejoramiento Nutricional del Maíz.* Ricardo Bressani, J. Edgar Braham y Moisés Béhar (Eds.). Guatemala, Unidad de Ayudas Audiovisuales del INCAP, octubre de 1972, p. 172-194.
9. Eggert, R.G., M.J. Brinegar & R.C. Anderson. The quality of protein of normal and high protein corn for growing swine. *J. Animal Sci., 12:* 282-290, 1953.
10. Aragón H., R. & R. Bressani. Efecto de la fertilización con elementos menores sobre el valor proteínico del maíz y del maicillo. *Arch. Venezol. Nutr., 15:* 63-86, 1965.
11. García, A., F. Poey & R. Bressani. Avances en el estudio del valor biológico del grano del maíz con variables proporciones de gemen:endospermo. En: *Memorias de la XXIV Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios (PCCMCA), San Salvador, El Salvador, julio 10-14, 1978.* Vol. 1, p. M16/1-6.
12. Mertz, E.T., L.S. Bates & O.E. Nelson. Mutant gene that changes protein composition and increases lysine content of maize endosperm. *Science, 145:* 279-280, 1964.
13. Bressani, R. & L.G. Elías. Nutritional value of legume crops for humans and animals. Presentado en: *Legume Conference, Royal Botanic Gardens, Kew, England, 24 July - 4 August, 1978.*
14. Elías, L.G. & R. Bressani. Los potenciales de procesamiento y utilización de las hortalizas y frutas en la dieta humana. En: *Memorias de la XXIV Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios (PCCMCA), San Salvador, El Salvador, julio 10-14, 1978.* Vol. 1, p. H10/1 - H10/10.