

APLICACION DE LA TECNOLOGIA DE ALIMENTOS Y NUTRICION ANIMAL AL MEJORAMIENTO DE LA DIETA EN LOS PAISES EN DESARROLLO

División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos ¹

Se describen los esfuerzos realizados por la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del INCAP en sus 25 años de existencia con el fin de contribuir a incrementar la disponibilidad de alimentos en la América Latina.

Introducción

El problema de mayor importancia en el mundo actual y durante los próximos años es y será encontrar mecanismos apropiados y justos para alimentar adecuadamente a la población de los países en desarrollo.

Son varios los factores importantes que influyen en este problema. Entre ellos, podemos señalar la tasa de aumento de la población, que es mayor o, en el mejor de los casos, igual a la de la producción de alimentos. Por otro lado, la población que más necesita mejorar su alimentación es la de nivel socioeconómico y educativo bajo y que vive en países donde el sector agropecuario es el menos desarrollado.

La solución del problema es compleja y depende muchas veces de la situación económica mundial. En años recientes se ha puesto énfasis en el incremento de la producción de cereales y leguminosas de grano como primera medida para resolver el problema. Pero aunque esa medida es buena y podría servir de pauta para solucionar el problema alimentario, no se alcanzaría con ella una solución completa ni justa, pues básicamente pretende sólo satisfacer la necesidad primaria de la alimentación, que es la de aplacar el hambre. Si bien es cierto

que una dieta de cereales y leguminosas proporciona muchos de los nutrientes requeridos por el hombre, lo hace de una manera marginal peligrosa que no concuerda con el incremento de los requerimientos nutricionales que produce el impacto de las actividades diarias y del ambiente que rodea a esas poblaciones, principalmente a los grupos vulnerables.

Es imperativo que las acciones que se tomen para incrementar la producción agropecuaria se realicen de manera integral y equilibrada, dedicando atención a los alimentos básicos, la producción animal y la conservación, transformación y utilización de materias primas. Sólo así podrá este conjunto de acciones suministrar a la población de América Latina la cantidad y diversidad de alimentos de que ya disfrutaban otros países y regiones.

En este trabajo se describen someramente los esfuerzos de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del INCAP, a través de 25 años de labores, y que espera intensificar en el futuro, con el fin de contribuir a aumentar la disponibilidad de alimentos en la Región.

La dieta actual

A los fines de este artículo, es necesario considerar un tipo de dieta consumida por la población de países en desarrollo. En el cuadro 1 se presentan los datos obtenidos en dos encuestas dietéticas; una de ellas concierne a la dieta consumida por preesco-

¹ Texto elaborado por Carlos Enrique Acevedo, J. Edgar Braham, Ricardo Bressani, Marco Tulio Cabezas, Luiz G. Elias, Gabriel de la Fuente, Roberto Gómez Brenes, Jorge Mario González, María Teresa Huezos, Roberto Jarquín, Mario Roberto Molina, Beatriz Murillo y Delia A. Navarrete, de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), Guatemala. Colaboró en su preparación la Lic. Marina Flores, Jefe del Servicio de Investigaciones Dietéticas de la División de Nutrición Aplicada.

CUADRO 1—Consumo promedio diario de alimentos, por persona, en áreas rurales de Guatemala.

Alimentos	Niños preescolares ^a g/día	Promedio en el área rural g/día
Tortillas	103.5	16
Pan	19.5	40
Frijol	47.9	50
Café	2.6	—
Azúcar	28.9	11
Caldo de res	26.4	—
Carne de res	4.8	40
Huevo	7.8	17
Verduras	21.2	63
Arroz, fideo	16.1	16
Frutas	13.0	19
Banano	16.4	26
Papa	4.3	14
Caldo de frijol	12.5	—

^a Niños preescolares de Santa María Cauqué.

lares (1), y la otra corresponde a la población general, ambas del área rural de Guatemala (2). De los 14 alimentos que componen la dieta de los preescolares, los cereales representan el 42% del peso total; los alimentos almidonados, alrededor del 19%; las leguminosas de grano, 15%; las verduras, 6.5%, y los productos de origen animal, cerca del 4%. En la dieta promedio de toda la población los cereales representan el 57.0% del peso total; los alimentos de almidón y azúcares, 6.8%; las leguminosas de grano, 5.1%; las verduras y frutas, 10.9% y los productos de origen animal, 18.4%. Los datos tienen muchas limitaciones; la más importante quizás sea que constituyen promedios, siendo obvio que algunos individuos tienen una ingesta mayor que otros y muy probable que muchos no ingieran proteína de origen animal. Como la población joven es más susceptible a las deficiencias nutricionales, los comentarios siguientes atañen a la dieta de los preescolares.

De 325 gramos ingeridos diariamente por ese grupo, 32% provienen del maíz y 10% de otros cereales, siguiendo en importancia el frijol. El análisis proximal de esta dieta

indica que 210 g del total son de agua (64.7%) y 115 g (35.3%) representan la materia seca. Esta última aporta 14 g de proteína, 2.9 g de grasa, 2.6 g de minerales y 455 kcal. El índice de eficiencia proteínica de la dieta es de 1.58, lo que equivale a un valor biológico calculado de 48%. Sobre estas bases la dieta es deficitaria en proteínas y en calorías (1), y por resultados experimentales en ratas, también lo es en ciertas vitaminas y minerales. Las proteínas son deficientes en los aminoácidos esenciales lisina y triptófano (3).

Desde el punto de vista estético, es una dieta poco atractiva, principalmente en situaciones en las que las proteínas de origen animal no están presentes, y toda la ingesta se reduce a tortilla y frijol. Además, es de mucho bulto, de baja densidad energética, monótona y poco apetecible, sobre todo cuando se repite mañana y tarde, día tras día y año tras año.

La dieta deseable

En base a una serie de consideraciones, entre ellas las de tipo nutricional, a partir de las muchas posibilidades existentes, se ha calculado una dieta deseable.

Esta dieta, que se describe en el cuadro 2 (4), contiene 2,217 kcal y 66.25 g de proteínas, con 17 g de grasa aproximadamente. Se compone de 14 alimentos, dentro de los cuales hay cantidades apreciables de proteínas de origen animal. Aunque en términos de alimentos se asemeja a las descritas en el cuadro 1, tiene la ventaja de ser nutricionalmente superior, más atractiva y más digna de ser consumida por la población.

¿Qué hace falta para lograr una dieta deseable?

El estudio del conjunto de ingredientes de las dietas promedio revela que lo que hace falta es que todos los consumidores puedan recibir un poco más de las cantidades indicadas. Para eso es necesario incrementar la producción, diversificar los alimentos y me-

CUADRO 2—Tipo de dieta deseable para la población promedio, 1970.

Alimentos	Consumo g/día
Leche fluida	267
o leche en polvo	33
Huevos	26
Carne	45
Frijol	61
Verduras	124
Frutas	52
Plátanos	84
Papas	56
Tortillas	200
Arroz	44
Harina de trigo	70
Azúcar	65
Grasa	13
Café	4
<i>Valor nutricional</i>	
Calorías	2,217
Proteínas	66.25 g
Grasa	17 g
Otros nutrientes esenciales	Cantidades adecuadas

jorar la distribución de todos los componentes entre los distintos estratos de la población.

En términos de la calidad de la dieta, en la mayor parte de los casos lo que se requiere es proteínas de mejor calidad y un balance más adecuado de proteínas y energía, así como un contenido apropiado de otros nutrientes. Para ciertos grupos de población, las dietas son definitivamente bajas en proteínas y en calorías. Lograr una nutrición adecuada con un mayor consumo de cereales y leguminosas no es la solución al problema, a causa de factores físicos inherentes a los componentes de esas dietas y a la falta o exceso de nutrientes, además de los otros factores ya mencionados.

¿Cómo suplir lo que hace falta para lograr una dieta deseable?

A. Incremento de la producción agropecuaria

Los datos de los cuadros 1 y 2 indican que las dietas que habitualmente consume

la mayoría de los pobladores de un país dado—Guatemala en este caso—son deficientes en proteínas, no tanto en cantidad como en calidad, aun cuando por cálculo pueda demostrarse que en cierta forma satisfacen las necesidades de aminoácidos esenciales. En general, la deficiencia proteínica se considera como el problema nutricional más importante, posiblemente por sus efectos en las poblaciones jóvenes, pero muchos países también enfrentan problemas serios en cuanto al consumo de calorías. Ni uno ni otro problema se puede considerar aisladamente, ya que la deficiencia proteínica es difícil de corregir si al mismo tiempo existe una deficiencia energética. Por otra parte, la calidad proteínica de fuentes vegetales no puede mejorarse eficientemente sólo a expensas de la producción. La acción prioritaria en estos países debe ser el aumento de la producción de alimentos básicos. Este aumento, sin embargo, no debe proyectarse únicamente hacia la satisfacción de las necesidades mínimas de alimentación de los pueblos, sino teniendo en cuenta también el conjunto de necesidades que implica la nutrición humana y animal, y las inherentes a la industria y al almacenamiento.

Como segunda medida se requiere mejorar la calidad de la proteína vegetal, sobre todo la de los alimentos básicos. Esta actividad ha venido cobrando creciente importancia en los últimos años, habiéndose encontrado ya cereales de mejor valor proteínico. Esta acción se traduciría en muchos beneficios, ya que aumentaría la eficiencia de su utilización por parte del hombre y del animal, y eliminaría las presiones o competencias indeseables entre el conjunto de actividades que representan esas necesidades. Es cierto que las dietas contienen proteína animal en pequeñas cantidades y que sería deseable incrementar su consumo. No obstante, es más que probable que esto no pueda lograrse en un período corto de tiempo y que su precio sea siempre más alto que las dietas de origen vegetal. Es preciso,

pues, hacer todos los esfuerzos posibles por mejorar la eficiencia de la producción animal, a fin de que gradualmente pueda aumentarse la disponibilidad de este tipo de alimento de alto valor nutritivo y estético.

1. Mejoramiento agronómico-genético de la calidad nutritiva de los alimentos básicos

La genética puede contribuir a resolver el problema actual de disponibilidad de alimentos a través de dos medios: aumentando la producción, y mejorando las características nutricionales de los alimentos básicos.

Con respecto al primer punto, los datos de variabilidad en producción y rendimiento indican que definitivamente existe un potencial para que la producción de cereales y leguminosas de grano aumente sustancialmente (5). A pesar de que el incremento de producción representa el problema más ingente en América Latina, se reconoce también que es una medida de largo plazo, por lo que es necesario, entre tanto, la adopción de otras medidas.

En cuanto a la introducción de mejores características nutricionales, estas deben fundarse en dos tipos de consideración: las relacionadas con la variabilidad en el contenido de nutrientes notificado para cada alimento básico, y aquellas concernientes al patrón de consumo de cada alimento específico en relación con los otros alimentos.

2. Mejoramiento de los cereales

Entre los cultivos alimentarios, los cereales son los de mayor rendimiento, por lo que se han utilizado como base para la alimentación de los pueblos latinoamericanos, entre los cuales el maíz y el arroz son los de mayor consumo.

En las épocas de escasez de maíz, el sorgo puede ocupar su lugar pues los resultados de análisis químicos de numerosas variedades de estos cereales han demostrado una gran similitud entre ambos (6-10).

a) Prácticas agronómicas: fertilizantes.

Se han realizado numerosos estudios con maíz, trigo, avena, cebada, arroz y sorgo (11-13), a fin de observar el efecto que tienen en ellos los abonos inorgánicos, orgánicos y elementos menores. En general, se ha encontrado que estos fertilizantes aumentan la producción así como la cantidad de proteína de los granos (13, 14).

Estos resultados son de suma importancia, ya que a través de tales medios es factible producir cereales con mayor cantidad de nutrientes, lo que indudablemente se reflejaría en un mejor valor nutritivo de la dieta en general. Vale la pena señalar que estos alimentos no se consumen solos, sino más bien acompañados de otros con los cuales se complementan nutricionalmente.

b) Mejoramiento genético. Si bien es cierto que los cereales constituyen una excelente fuente de energía, también lo es que, debido a sus deficiencias proteínicas, las variedades más comúnmente usadas en América Latina son ineficientes en cuanto a suministrar proteínas en cantidad y calidad adecuadas para una buena nutrición.

Por las razones apuntadas, ha sido indispensable estudiar y seleccionar variedades genéticamente mejoradas, capaces de producir buenos rendimientos y mayores cantidades de proteínas de mejor calidad. Estos estudios genéticos aplicados al maíz culminaron en 1964 con el descubrimiento de un gen recesivo, llamado "Opaco-2", que confería al maíz las características químicas y nutricionales deseables (15).

Poco después se descubrió otro gen, llamado "Harinoso-2", que produce efectos similares al Opaco-2 (16).

Desde el descubrimiento del maíz Opaco-2 se han realizado numerosos estudios (17-28) en ratas, pollos, cerdos, y en seres humanos (niños y adultos), que han demostrado repetidamente sus excelentes cualidades nutritivas y su eficiencia en sistemas de producción animal.

Los cambios más importantes del maíz Opaco-2 que, en comparación con el maíz común, han podido identificarse, son: ma-

yor cantidad de proteínas y diferente distribución de estas en el endospermo, lo que resulta en un menor contenido de zeína y, por ende, en un mejor balance general de aminoácidos (15, 17, 29, 30). Estas características son las que confieren al Opaco-2 una calidad nutritiva superior a la del maíz común. Estos genes, asociados a sus aspectos bioquímicos, modifican también la estructura del almidón del endospermo; ello resulta en un tipo de grano totalmente harinoso, diferente de los granos vítreos y duros que se utilizan en la mayoría de los países latinoamericanos. La estructura harinosa del maíz Opaco-2 puede ser modificada genéticamente para darle una apariencia córnea (31, 32), característica que lo haría más fácilmente aceptable en la Región.

Con respecto a otros cereales, numerosos análisis químicos (33, 34) han demostrado la variabilidad de concentración de nutrientes que existe entre las diversas variedades. Esto indica que podrán seleccionarse aquellas que ofrezcan mayor potencial respecto a su rendimiento y valor nutritivo. Se han logrado ya algunos adelantos en este sentido con maicillo, trigo, arroz y cebada (25).

3. Mejoramiento de las leguminosas de grano

A través de su programa de investigación en leguminosas de grano, la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del INCAP ha llevado a cabo numerosos trabajos con el propósito de seleccionar variedades de mayor valor nutritivo, y estudiar el efecto de la localidad, la fertilización y las prácticas culturales sobre el valor nutritivo del frijol.

Se ha encontrado, por ejemplo, que en 268 variedades de frijol de Centro América (35), el contenido de nitrógeno varía de 2.69 a 4.52%. En 129 selecciones el contenido de metionina fluctúa entre 0.080 y 0.356%, el de cistina varía de 0.075 a 0.21%, y el de lisina, de 0.80 a 2.39%. En este mismo estudio se halló una correla-

ción significativa ($r=0.254$) entre el contenido de nitrógeno y de lisina; sin embargo, no se observó ninguna correlación entre nitrógeno y aminoácidos azufrados totales. Se han constatado también diferencias muy significativas entre las variedades con respecto a otros nutrientes (36). Otros estudios (37) han revelado pequeñas variaciones en la composición química y en el contenido de aminoácidos y vitaminas de ocho variedades de frijol de costa (*Vigna sinensis*).

Con respecto al efecto ambiental, se ha comprobado variación entre localidades en el contenido de nutrientes de cultivos de frijol común negro, rojo y blanco, que normalmente se consumen en Centro América (38). Se ha concluido que la manera más efectiva de aumentar el contenido de estos nutrientes es mediante la selección de cultivos más ricos en ellos (36). Asimismo, se ha llegado a la conclusión de que para aumentar el contenido de lisina en la proteína del frijol, los productos seleccionados para su cultivo deben sembrarse en regiones donde sus características genéticas tengan la mejor oportunidad de producir mayores cantidades de ese aminoácido, así como mayores rendimientos.

En cuanto al efecto de la fertilización (39), se ha podido establecer que el uso de fertilizantes con y sin bacterias y elementos menores, aumenta el rendimiento por unidad de área, pero no ocasiona cambios significativos en la calidad o cantidad de proteínas del frijol. No obstante, el incremento en rendimiento se traduce en beneficios para la población, puesto que aumenta la cantidad de proteína disponible. En cambio, se han constatado diferencias en el valor nutritivo entre especies de leguminosas de grano. Estudios llevados a cabo con *Phaseolus vulgaris*, *Phaseolus calcaratus* y *Vigna sinensis* indican que esta última tiene un valor nutritivo superior al del frijol común (40). Aun más, se han encontrado diferencias muy significativas entre variedades de una misma especie, como en el caso del frijol de costa (*Vigna sinensis*) (37). Se cree que el ma-

yor valor nutritivo del frijol de costa comparado con el frijol común, se debe principalmente a una menor concentración de factores antinutricionales en esta leguminosa de grano. Estas características, combinadas con su mayor rendimiento, abren buenas perspectivas para aumentar la producción de leguminosas de grano en América Latina.

Debido al importante aporte de las leguminosas de grano en cuanto a la calidad y la cantidad proteínica de la dieta, las nuevas investigaciones del INCAP serán dirigidas hacia el conocimiento más a fondo de las causas de las variaciones determinadas entre diferentes especies con respecto a digestibilidad y valor biológico. Los mayores esfuerzos deberán orientarse hacia un incremento de cultivos con un contenido proteínico más alto, ya que este aumento sería beneficioso para las poblaciones que consumen el frijol con cereales y con tubérculos como la yuca (41).

Desde el punto de vista biológico, una mejor eficiencia de utilización de la producción actual de alimentos, a través del desarrollo de variedades mejoradas agrónomicamente, constituye un valioso recurso para solucionar la crisis alimentaria que confronta la humanidad.

B. Mejoramiento cualitativo y cuantitativo de los alimentos básicos

Los programas de mejoramiento del valor proteínico de cereales y leguminosas a través de intervenciones agronómico-genéticas se han visto perjudicados por la falta de objetivos claros y de recomendaciones específicas que puedan ofrecerse a los genetistas y agrónomos. En otras ocasiones, las metas fijadas por los nutricionistas han sido muy ambiciosas y, por consiguiente, muy difíciles de alcanzar.

La División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos, consciente de este problema y en base a consideraciones nutricionales, ha postulado tres soluciones para mejorar el valor nutritivo de la dieta.

1. Aumento del contenido proteínico de cereales y leguminosas

El cuadro 3 muestra el efecto del mejoramiento cualitativo y cuantitativo de una dieta a base de maíz-frijol. Los resultados, en términos de ganancia de peso, índice de eficiencia proteínica (IEP) y proteína utilizable, indican que la proteína del maíz común se mejora por la adición de lisina y triptófano. El uso de un maíz con mayor contenido proteínico resulta en el mejoramiento de la dieta global, sobre todo de la

CUADRO 3—Efecto del mejoramiento cualitativo y cuantitativo de la proteína sobre el valor nutritivo de la dieta basal,* consumida por preescolares del área rural de Guatemala (experimento con ratas en crecimiento).

	Proteína en la dieta %	Peso promedio ganado g/28 días	Índice de efi- ciencia proteí- nica	Valor nutritivo relativo %	Proteína utilizable g/100 g
Maíz-A (normal en proteína) (8.3%)	9.7	45	1.67	44.7	4.33
Maíz-B (alto en proteína) (13%)	12.4	56	1.52	40.7	5.05
Maíz-A + lisina + triptófano	10.0	81	2.49	66.7	6.67
Maíz-B + lisina + triptófano	12.6	119	2.45	65.6	8.26
Aumento de la proteína del frijol (2 x)	11.9	100	2.34	62.7	7.46
Frijol + metionina	9.0	41	1.65	44.2	3.98
Proteína de frijol aumentada (2x) + metionina	10.8	70	1.98	53.0	5.72

* 72.4% maíz + 8.10% frijol.

CUADRO 4—Efecto del cambio del contenido proteínico, a una ingesta constante de alimentos básicos, sobre la ingesta de proteína total de niños preescolares.

	Ingesta g/100 g de dieta	Presente caso		Proteína incremen- tada en el maíz		Proteína incremen- tada en maíz y frijol	
		Proteína total %	Proteína total g	Proteína total %	Proteína total g	Proteína total %	Proteína total g
Maíz	90	9	8.1	14	12.6	14	12.6
Frijol	10	23	2.3	23	2.3	28	2.8
Total	100	—	10.4	—	14.9	—	15.4
Ingesta promedio de alimentos sólidos por niños: 115 g							
Peso promedio de los niños: 14 kg							
Requerimientos proteínicos: 1.25 g/kg/día							
Proteína total ingerida, g/115 g:		12 g		17.1 g		17.7 g	
Ingesta/kg		0.86 g		1.22 g		1.26 g	
Adecuación*(%)		68.8		97.6		100.8	

* Asumiendo un valor biológico de 100%.

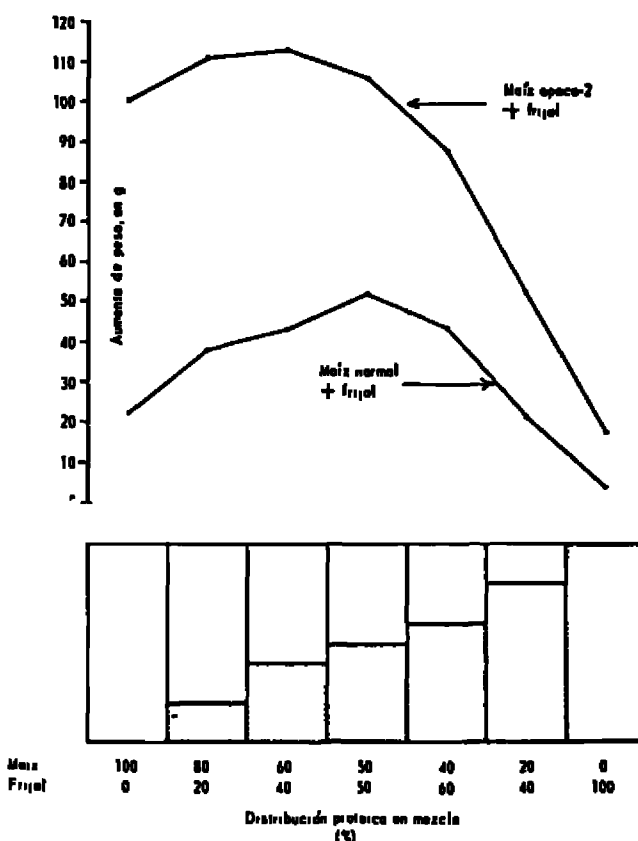
proteína utilizable. Lo más importante, sin embargo, es señalar que con un maíz que contenía mayor cantidad de proteínas, el agregado de aminoácidos se tradujo en un aumento muy significativo del valor nutritivo de la dieta. Resultados similares se obtuvieron al adicionar a la dieta dos veces la cantidad de frijol que normalmente se consume. La ventaja de este enfoque es que, en términos de cantidad (cuadro 4), pueden cubrirse los requerimientos proteínicos usando como ejemplo la dieta consumida por niños preescolares de Guatemala (42).

2. Aumento de la ingesta de leguminosas a expensas de los cereales

En la figura 1 se ilustra este aspecto, usando diferentes mezclas de maíz común y frijol negro, así como de maíz Opaco-2 y frijol negro. Los resultados demuestran claramente los beneficios nutricionales que se obtienen mediante la sustitución isonitrogenada del maíz común por el nitrógeno del frijol negro, hasta el nivel de distribución proteínica correspondiente a 50/50. Obviamente, en el caso del Opaco-2, la mejor respuesta obtenida a todos los niveles de combinación proteínica se debe a un doble efecto

del mejoramiento en calidad y cantidad de las diferentes mezclas. Desde el punto de vista práctico, una mayor ingesta de frijol a expensas de los cereales da como resultado una dieta de mayor cantidad y mejor calidad

FIGURA 1—Combinaciones de valor proteínico óptimo entre frijol y maíz común, y frijol y maíz Opaco-2.



proteínica. Esto se debe a la complementación mutua de sus proteínas, hasta el punto señalado en las curvas de la figura (43).

Utilizando la misma metodología es factible obtener un mejoramiento similar cuando se sustituye el arroz por frijol negro. Sin embargo, en este caso el punto máximo se obtiene cuando el arroz aporta 80% de la proteína y el frijol 20%, lo que en términos de consumo representa 90 g de arroz y 10 g de frijol (44).

3. Mejoramiento del patrón de aminoácidos de los cereales y de las leguminosas

Como lo indica el cuadro 5, la adición de lisina y triptófano al maíz mejora significativamente la calidad nutritiva de la dieta. A pesar de ello, el agregado de metionina al frijol en la ausencia o presencia de lisina y triptófano adicionados al maíz no mejora la calidad proteínica de la dieta. Estos resultados sugieren que en el caso de dietas a base de cereales y leguminosas, los beneficios resultantes de aumentar el contenido de metionina en el frijol, en términos de la dieta global, son mínimos. Por otro lado, en el caso de dietas a base de yuca y frijol, el contenido de metionina adquiere importan-

cia, ya que este aminoácido es limitante en la dieta total (45).

Obviamente, la solución ideal sería aumentar la calidad y la cantidad de las proteínas simultáneamente, como se muestra en el cuadro 3. La acción combinada de estas intervenciones resultaría no sólo en una mayor eficiencia en cuanto a la calidad de la dieta, sino también en función de la cantidad total de proteína utilizable.

C. Suplementación de cereales

Problema de los cereales: poca cantidad y mala calidad de sus proteínas. Las razones principales por las que los cereales no son utilizados eficientemente por el organismo estriban sobre todo en la *calidad* de sus proteínas, las que no solamente están presentes en *poca cantidad* (maíz, 9%; arroz, 6%; trigo, 12%; avena, 14%), sino que también son deficientes en aminoácidos esenciales. El maíz, por ejemplo, es deficiente en lisina y triptófano y contiene cantidades insuficientes de isoleucina en función de su contenido de leucina (46, 47-49); por otro lado, tiene un exceso de fenilalanina, tirosina y leucina (50-52). El arroz es deficiente en lisina y treonina (53-55), el trigo lo es en lisina, metionina y treonina (47, 56-58), y la proteína de avena, en lisina y treonina (59-61).

Solución al problema: corrección de sus deficiencias por adición, a los cereales, de proteínas naturales o aminoácidos sintéticos. Ya que el problema de los cereales radica en su baja cantidad de proteína, y mala calidad de esta, la solución lógica es corregir sus deficiencias a través de la adición de proteínas de buena calidad o de aminoácidos puros.

1. ¿Cómo hacerlo? A través de la suplementación

Esta técnica consiste en agregar a una proteína deficiente los aminoácidos esenciales necesarios para obtener un balance óptimo de aminoácidos capaz de satisfacer los requerimientos de crecimiento y manteni-

CUADRO 5—Efecto de la adición de lisina y triptófano al maíz, o de metionina al frijol, sobre el valor nutritivo de una dieta de maíz-frijol^a (experimento con ratas en crecimiento).

Tratamiento	Peso promedio ganado ^b g/28 días	Índice de eficiencia proteínica
Maíz+frijol	69	2.11
Maíz+lisina+triptófano ^c +frijol	103	2.64
Maíz+frijol+metionina ^d	66	1.93
Maíz+lisina+triptófano +frijol+metionina	108	2.69

^a 72.4% maíz+8.10% frijol.

^b Peso promedio inicial: 44 gramos.

^c 0.30% L-lisina HCl; 0.10% DL-triptófano.

^d 0.30% DL-metionina.

miento de un ser vivo. La suplementación puede hacerse con proteínas o aminoácidos. La primera tiene la ventaja de aumentar no sólo la calidad sino también la cantidad de proteínas en la mezcla, mientras que con los aminoácidos sólo se corrige la calidad de la proteína.

2. *¿En qué forma podría hacerse la suplementación de cereales en gran escala?*

Esto podría lograrse mediante la elaboración industrial de los productos de mayor consumo en el área, a base de cereales suplementados con proteínas de origen animal o vegetal. A este respecto numerosos trabajos de investigación (62-66) han demostrado la ventaja de ciertos materiales que pueden ser utilizados para suplementar la cantidad y calidad de las proteínas de los cereales. Entre ellos cabe mencionar los siguientes: concentrados proteínicos de pescado, caseína, leche descremada, levadura torula, harina de soja, harina de maní, harina de algodón y la proteína de huevo. Todos ellos pueden inducir una mejoría significativa en la calidad nutritiva del trigo (64, 66), del maíz (62), del maíz cocido con cal (62), y del arroz (63), cereales estos que ocupan un lugar predominante en la dieta latinoamericana.

También podría lograrse la suplementación por adición directa de nutrientes en polvo, en forma granulada, o en solución, a las materias primas utilizadas en la elaboración de alimentos en el hogar. Esto es factible ya que generalmente las materias primas tienen que sufrir un proceso de molienda en seco o en húmedo que fácilmente puede ser aprovechado para incorporar los nutrientes requeridos que mejoren su valor nutritivo (67).

Otra forma de suplementar los cereales, que actualmente está en estudio, podría ser la sustitución parcial de granos naturales por granos artificiales, fabricados a base de aislados proteínicos de alto valor nutritivo. En estos momentos se está experimentando

con granos artificiales de maíz (67, 68) y arroz (69), los cuales tienen la ventaja de que, además de proteínas y aminoácidos, podrían también ser vehículos de vitaminas y minerales, factores de suma importancia para aprovechar mejor los alimentos.

Otra posible solución tecnológica al problema de cómo agregar el suplemento a los cereales es el proceso de infusión de nutrientes, que consiste en remojar los granos secos del cereal en soluciones que contienen los nutrientes que se desea incorporar. Estos granos así tratados, y previamente secos, pueden añadirse a granos corrientes en una proporción tal que la mezcla final tenga un valor nutritivo superior al de los granos corrientes. A este respecto cabe señalar que se han obtenido resultados satisfactorios con maíz (67, 68, 70, 71), arroz (69) y sorgo (72).

Las alternativas precedentes que se ofrecen para el mejoramiento nutricional de los cereales ya han sido sometidas a prueba a nivel de laboratorio y a escala semiindustrial, y valdría la pena considerarlas y tratar de fomentarlas industrialmente, ya que es fácil comprobar la presencia, en el comercio, de numerosos productos a base de cereales y la tendencia cada vez mayor del público a consumir productos industrializados. Cuando estos últimos son suplementados, pueden contribuir eficientemente a mejorar la nutrición de niños y adultos de la Región. Sin embargo, más adelante se discutirá la limitación que tienen estas medidas en cuanto a su utilización actual.

D. Desarrollo de alimentos ricos en proteínas y calorías

Una de las medidas propuestas hace unos 20 años para suplir la proteína que en ciertos grupos de población es deficitaria, fue el desarrollo de alimentos ricos en proteína de buena calidad (73-75). Muchos son los productos que han sido desarrollados, pero pocos han tenido éxito comercial (75). Últimamente ha renacido el interés en estos productos en vista de la escasez mundial de

alimentos y a causa de que los países donantes ya no tendrán los medios de distribuirlos con la holgura y facilidad de años anteriores.

Así, durante los últimos años se han desarrollado múltiples formulaciones empleando combinaciones óptimas entre fuentes ricas en proteína (soja, harina de algodón, de ajonjolí y de leguminosas) con cereales (73-75). Estas formulaciones han sido evaluadas como de excelente valor proteínico (76). La mayor parte se presenta como harinas, pero aplicando una tecnología desarrollada a nivel local se ha logrado producirlas en otras formas (75). Estos alimentos no son sólo portadores de proteínas, porque en la formulación se incluyen otros nutrientes que son deficientes en las dietas habituales (74) y esta es una manera más lógica de compensar ese déficit de nutrientes. En años más recientes el uso de materias primas ricas en energía, como grasa, al igual que en proteína, ha permitido elaborar fórmulas portadoras también de mayor contenido energético (77). El desarrollo de alimentos ricos en proteína de buena calidad y, si fuese posible, con un nivel energético mayor, es una actividad que debe proseguir y diversificarse, situando esos productos a disposición de las poblaciones que, con los otros adelantos y cambios que continuamente ocurren, harán mayor uso de ellos.

Estos alimentos deben satisfacer una serie de requisitos tal vez tan importantes o más aún que los ya establecidos. En primer lugar, es necesario que se basen en materia prima local (73, 74, 78), lo que requiere una estrecha relación entre la agricultura, productora de la materia prima, y la industria, transformadora de esa materia prima en alimentos adecuados para la población. Asimismo, es importante que se desarrollen o establezcan condiciones óptimas de procesamiento de la materia prima para producir alimentos de buena calidad para consumo humano. También es importante que el público los considere como alimentos que están iniciando el desarrollo de la industria

alimentaria y no como alimentos para gente pobre o cuyo fin específico es resolver un problema nutricional. Aunque estos productos sí deben tener *utilidad social*, no es función de la industria alimentaria iniciarse con este objetivo únicamente, ya que ello es responsabilidad del gobierno. El propósito debe ser llevar al mercado un alimento más, diferente de los que la población ya está cansada de consumir, pero que sí lo necesita.

E. Mejoramiento de la calidad de las dietas con proteínas de origen animal

En general, las proteínas de origen animal son muy buenas fuentes de los aminoácidos que limitan la calidad de la proteína de los cereales. Por consiguiente, pequeñas cantidades de estos alimentos pueden mejorar la calidad proteínica de dietas a base de cereales.

Datos obtenidos de balances de nitrógeno en perros jóvenes alimentados sólo con maíz, y con maíz suplementado con 4 y 5% de concentrado de proteína de pescado y leche descremada, respectivamente, mostraron una retención de nitrógeno de 40.3% con leche descremada, en comparación con 13.4% cuando la ingesta provenía de maíz únicamente. La adición de proteína de pescado indujo un incremento en la retención de 12.1 a 31.9% del nitrógeno ingerido (79).

El nivel de 5% de leche descremada en polvo equivale a 1.75 g de proteína de leche, cantidad que se encuentra en 50 cc de dicho alimento y que podría considerarse como la cantidad mínima que hay que ingerir diariamente por cada 100 g de dieta seca, a fin de que el efecto del mejoramiento de la calidad sea consistente y continuo. En el caso de la harina de proteína de pescado, 4% equivale a 3.6 g de proteína, aproximadamente. Esta cantidad se encuentra fácilmente en alrededor de 14 g de pescado fresco, a ser consumido por cada 100 g de dieta, en base seca.

Se han notificado resultados similares en estudios con seres humanos. Por ejemplo,

la ingesta de arroz y de carne de pollo en la proporción de nitrógeno de arroz a nitrógeno de pollo de 85 a 15, o de 70% de arroz y 30% de pollo, produjo aumentos significativos en la retención de nitrógeno, de 0.39 con sólo arroz, a 0.89 y a 1.04 g por día con los tratamientos usados. En estos dos últimos casos las ingestas de carne de pollo fueron equivalentes a más o menos 45 y 90 g de carne, respectivamente (80).

Por consiguiente, son pequeñas las cantidades de proteína animal necesarias para lograr un mejoramiento en la calidad del alimento a base de cereales. Por lo tanto, deberían hacerse todos los esfuerzos del caso para asegurar que estas cantidades sean ingeridas con la mayor frecuencia posible para garantizar una mayor eficiencia y la continua utilización de los nutrientes ingeridos.

La importancia de la frecuencia de ingesta se ha podido determinar en animales experimentales (81). Por ejemplo, datos de estudios a este respecto indicaron que la ingesta diaria de 3 g de leche descremada inducía aumentos de peso y proteína sérica total mayores que los de un grupo control que no recibió leche, y de otro que la recibió en días alternos. Resultados similares de otros estudios (82) indican de nuevo que pequeñas cantidades de proteína animal ingeridas con la mayor frecuencia posible, de preferencia diariamente, inducen un mejor estado nutricional. El costo de estas pequeñas cantidades está posiblemente dentro de la capacidad económica de la población que las necesita.

Estos logros también son factibles empleando concentrados proteínicos de origen vegetal. Sin embargo, su efecto no es tan notorio y requiere el uso de cantidades mayores que cuando se utilizan concentrados de origen animal; además, ello depende de la calidad de la proteína vegetal que se use (60-62, 79).

F. Incremento de la producción animal

Los productos de origen animal constituyen artículos de importancia primordial para

la economía de los países y para la alimentación de sus habitantes. Estos dos hechos plantean un problema de difícil solución para las regiones en desarrollo. Por una parte, la inclusión de leche, carne y huevos en la dieta humana es deseable para lograr un estado nutricional adecuado, mientras que, por la otra, el costo de estos alimentos como principal fuente de nutrientes es demasiado alto en relación con la capacidad adquisitiva de grandes sectores de población.

Una de las principales causas del problema es la baja productividad de las explotaciones pecuarias, que por ser en su mayoría de tipo extensivo, han llevado a la utilización ineficiente de los vastos recursos vegetales y animales del área. Ante esta situación, resulta evidente la necesidad de promover el desarrollo de sistemas más eficientes de producción animal que aumenten el aporte de la ganadería bovina y porcina y de la avicultura a la solución de los problemas económicos y nutricionales de nuestros países. Por estos motivos, la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del INCAP ha realizado investigaciones orientadas a contribuir al desarrollo de terneros, necesarias para aplicar sistemas más eficientes de producción animal de acuerdo con las condiciones ecológicas del istmo centroamericano.

Las investigaciones efectuadas a ese efecto incluyen los aspectos básicos siguientes.

1. Composición química y valor nutritivo de materias primas disponibles localmente para la elaboración de raciones destinadas a la alimentación animal

Entre los materiales estudiados se encuentran los cereales y otros concentrados energéticos (9, 10, 83-86), concentrados proteínicos (87-96), semillas leguminosas (37, 97-99), desechos agrícolas (100-106), subproductos industriales (33, 107-109), pastos y otros forrajes (110-115), y fuentes de minerales (32). Los resultados de estas investigaciones han servido de base para la elaboración de la *Tabla de Composición de Pastos, Forrajes y Otros Alimentos de Cen-*

tro América y Panamá (32), que constituye un material de referencia de gran importancia para los ganaderos, industriales y técnicos del área.

2. *Efecto de los métodos de procesamiento sobre el valor nutritivo de los alimentos*

Estas investigaciones tienen por objeto el desarrollo de métodos de procesamiento para conservar, comercializar y distribuir adecuadamente los alimentos, manteniendo o mejorando su valor nutritivo. La información obtenida en este rubro, resumida en gran parte recientemente (116), puede ser aplicada para lograr un mejor aprovechamiento de los recursos alimentarios disponibles.

3. *Estudios biológicos para determinar la eficiencia de la utilización de los alimentos en la producción de carne, por animales monogástricos y ruminantes*

Los trabajos en este campo revelan el gran potencial que existe en los países centroamericanos para la producción de carne (84, 85, 87, 94, 95, 99, 100, 104, 106, 109, 112-115, 117) de bovinos, porcinos y aves alimentadas con materiales no consumidos directamente por el hombre. Se trata de lograr que los animales se conviertan en complemento y no en competidores de la nutrición humana.

4. *Desarrollo de modelos de sistemas intensivos de producción animal*

Los conocimientos adquiridos a través de las investigaciones citadas se están tratando de integrar dentro de sistemas de producción intensiva de carne aplicables al medio centroamericano, y que resulten factibles económicamente. Los mayores avances en este sentido se han logrado con un sistema intensivo de crianza y engorde de terneros de razas lecheras alimentados con forrajes y un mínimo de leche y concentrados (11). En la actualidad se están haciendo pruebas de campo acompañadas de estudios de facti-

bilidad económica en El Salvador (118, 119), con el fin de llevar a la práctica los conocimientos adquiridos a través de las investigaciones del INCAP.

¿Cuáles son las limitaciones?

A. *Limitaciones económicas*

Las investigaciones de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos muestran claramente las amplias posibilidades de transformación de la agricultura y la industria de alimentos existentes en el Continente. La tecnología resultante de esas investigaciones muy bien podría ser aplicada de inmediato para explotar en forma eficiente y productiva los abundantes recursos naturales y, en esta forma, aumentar la disponibilidad de alimentos, que es el factor más determinante del estado nutricional de los pueblos.

Pero, ¿cuáles son los obstáculos que impiden la aplicación de esa tecnología con el grado y la rapidez que se requieren para alcanzar altos niveles de eficiencia y productividad?

La causa más aparente es la falta de incentivos económicos que estimulen al agricultor o al industrial a incrementar la producción mediante nuevos sistemas y procesos. Esta afirmación se hace en base a evidencia demostrativa de que al contar con esos estímulos económicos, los grandes y pequeños empresarios no escatiman ningún esfuerzo en adoptar y poner en práctica las últimas innovaciones tecnológicas. Ejemplo de ello es la aplicación de técnicas modernas en la avicultura, o el uso de fertilizantes en cultivos que tienen demanda, y buenos precios en el mercado interno y externo. Obviamente, la falta de incentivos económicos tiene su origen en los diferentes factores políticos, económicos y sociales que determinan el estado de subdesarrollo en que se encuentran nuestros países. No obstante, la limitación que impone ese componente del subdesarrollo sirve para demostrar la de-

pendencia del problema nutricional de la capacidad económica de los países.

B. Limitaciones tecnológicas

1. Producción agrícola

Si aceptamos que la agricultura seguirá siendo el soporte principal de la economía de los países latinoamericanos, tiene que enfrentarse también la necesidad de recuperar los déficit en la producción de alimentos.

Dentro del concepto de un aumento de la producción a través de la tecnificación agrícola deben considerarse las metas siguientes:

- a) Aumentar la disponibilidad de alimentos para consumo interno.
- b) Considerar el incremento necesario de la producción para propósitos de reserva.
- c) Cubrir las necesidades de alimentos para el incremento de la producción pecuaria.
- d) Suplir a la industria la materia prima necesaria para la producción de alimentos diversificados y mejorados en su valor nutritivo para humanos.
- e) Incrementar las exportaciones de los excedentes de productos agropecuarios de alto valor en el mercado internacional, incluyendo alimentos, con el propósito de obtener divisas que mejoren la economía del país.

En los últimos años los planes nacionales de desarrollo han dedicado grandes esfuerzos al incremento de la tecnificación agrícola. Sin embargo, no se han alcanzado los logros deseados ni previstos, dado que la producción agropecuaria en el área centroamericana continúa siendo deficiente. Es seguro que esta situación será agravada por la actual crisis energética resultante del alto costo y de la escasez de fertilizantes y combustible, lo cual tendrá un efecto negativo en la productividad agropecuaria. Las causas fundamentales que no han permitido mejorar la eficiencia de la producción agropecuaria son muy variadas y complejas. Tal vez la más fundamental de todas sea el sistema y la estructura inadecuados de la producción agropecuaria.

Los esfuerzos realizados para mejorar tales sistemas y estructuras han tropezado muchas veces con la falta de conocimientos

y técnicas apropiadas que puedan aplicarse dentro de las condiciones locales. Aunque ya existen técnicas que pueden aplicarse de inmediato, es necesario promover la investigación científica con el fin de que esta genere nuevos conocimientos que permitan mejorar la productividad de la tierra en el futuro. En este sentido cabe señalar que la investigación agrícola realizada en universidades, centros experimentales, Ministerios de Agricultura, etc., ha carecido de la programación y continuidad necesarias para que sus resultados tengan influencia significativa en los sistemas de producción.

Otro de los factores que ha contribuido al atraso de la agricultura y la ganadería es la falta de suficientes recursos humanos calificados que apliquen y enseñen a aplicar nuevas técnicas y sistemas en el área rural.

Una de las especialidades de mayor importancia a las que se ha prestado menos atención han sido aquellas que persiguen mejorar los métodos de almacenamiento, procesamiento, industrialización y mercado de los productos agropecuarios, factores que han incidido grandemente en la baja disponibilidad de alimentos en América Latina. La importancia de los productos de origen animal en la dieta, como alimento para la población y como fuente de ingresos para el país, amerita el establecimiento de programas de enseñanza para la formación de personal especializado en el mejoramiento de la producción animal. Para ayudar a llenar estas lagunas, en la División de Ciencias Agrícolas se han establecido dos cursos de posgrado con la finalidad de adiestrar estudiantes latinoamericanos en las especialidades mencionadas.

2. Industrialización de alimentos

La industrialización de alimentos indudablemente trae consigo muchos beneficios para el desarrollo de los países, y representa una garantía de disponibilidad constante de los mismos, así como una adecuación al estado nutricional de la población. No sólo permite reducir las pérdidas de ali-

mentos—que en muchos casos son significativas—sino también diversificar estos y mejorarlos nutricionalmente.

Debido a una producción reducida, las oportunidades de industrializar la producción agrícola son poco atractivas. Sin embargo, es posible que esto sea a su vez una de las causas de la baja productividad que, aun cuando se basa en el principio de la oferta y la demanda, no deja un margen de ganancia que compense satisfactoriamente el esfuerzo requerido para producir y adaptar la tecnología para incrementar la producción. Es muy probable que la industrialización sea el catalizador que aumente ese margen y permita así la adopción de la tecnología agrícola moderna y el aumento de la producción.

Por otro lado, la industria de alimentos de estos países sigue en muchos casos patrones extranjeros y es poco el estímulo que se da a la industria puramente del tipo de alimento nacional. Como en muchos otros casos, la tecnología de países fuera de la Región ha contribuido al desarrollo de la tecnología latinoamericana. En este sentido es de interés indicar que en algunos países la industria de alimentos nació de las actividades de los economistas del hogar, quienes enseñaron, a nivel del hogar, sistemas de conservación de alimentos. Esta actividad no existe en nuestros países.

Las industrias de alimentos también son cautelosas en cuanto a adoptar nuevas ideas, por la falta de incentivos económicos adecuados, porque están satisfechas con las actividades que ya tienen en marcha, o bien por la falta de conocimiento de los nuevos avances tecnológicos. Asimismo, esperan que la recuperación de la inversión sea rápida y suficiente, olvidando que el sistema de introducción de alimentos nuevos es un proceso lento que depende de muchas otras condiciones que existen o no en el país. Además, la industria alimentaria está localizada en áreas urbanas donde dispone del material, las condiciones y la ayuda que requiere para poder desarrollarse. Esto hace

que aumenten los costos para el consumidor urbano y aun más para el consumidor rural, quien muchas veces no aprecia los beneficios del producto industrializado porque no lo comprende.

La industria de los alimentos representa la actividad industrial más importante en Centro América (120); sin embargo, su desarrollo acelerado en el futuro dependerá en gran medida del aumento en el mercado interno, que está condicionado al poder adquisitivo de la mayor parte de la población. Asimismo, es indispensable que los costos de producción no sean demasiado elevados, para lo cual será necesario mejorar las vías de comunicación, y mejorar y hacer más eficientes los métodos de procesamiento y distribución.

C. Limitaciones educacionales

El bajo nivel educacional, al igual que la desnutrición, son efecto y no causa del subdesarrollo. Debe recordarse también que la educación es un complemento y no un sustituto de las medidas fundamentales que deben adoptarse para acelerar el proceso de desarrollo político, económico y social de los países latinoamericanos. Por lo tanto, no puede esperarse que la educación por sí sola contribuya en forma significativa a apresurar el proceso de tecnificación de la agricultura y de la industria de los alimentos.

Tomando en cuenta las limitaciones de la educación como factor de cambio, el mejor aporte que la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos puede hacer en este campo es formar personal calificado, por medio de estudios de posgrado que, como se dijo, ya está ofreciendo. Estos servirán para ayudar a programar y ejecutar las urgentes medidas que deberán tomar los países latinoamericanos en el futuro inmediato a fin de resolver el problema nutricional de sus poblaciones.

Resumen

Las dietas consumidas por poblaciones de bajos recursos económicos están basadas en

un cereal y una leguminosa; son de calidad nutritiva baja, y marginales en su aporte de nutrientes, aun cuando la ingesta pueda aumentarse. Asimismo, contienen pequeñas cantidades de proteína animal, pero es probable que estas no sean consumidas por todos los habitantes del medio rural y a nivel del hogar.

Desde el punto de vista del mejoramiento de la dieta, se considera que el aumento de la producción de cereales y leguminosas amerita prioridad. Para hacer esta dieta atractiva desde el punto de vista nutricional, estético y organoléptico, es necesario incrementar la disponibilidad y el consumo de otros alimentos, incluyendo los de origen animal, ya que estos últimos suplementan eficientemente la calidad proteínica de la dieta. Las pequeñas cantidades requeridas podrían ser aún menores si la calidad proteínica de los cereales fuese mejor que la actual. Por eso son importantes las actividades relacionadas con el mejoramiento genético-nutricional de los cereales y de las leguminosas, así como con el mejoramiento tecnológico-nutricional de los mismos, y el consumo de alimentos ricos en proteínas de origen vegetal. Se presenta una serie de

posibilidades factibles de aplicación inmediata y otras que todavía no están al alcance económico de nuestras poblaciones.

La solución del problema no es fácil, y las innovaciones tecnológicas que se están desarrollando se encuentran con innumerables obstáculos al tratar de ponerlas en marcha. Se discuten, en particular, las limitaciones económicas, agrícolas, tecnológicas y educacionales. Todo indica que en su fase inicial, la solución debe buscarse a través de las vías tradicionales, con énfasis en los aspectos de producción de alimentos conocidos y aceptados por los consumidores necesitados, incluyendo productos de origen animal. Esta última actividad debe recibir apoyo y basarse en el uso de alimentos que no compiten con los que ya consume la población.

La solución de este vital problema se obtendrá por medio de las actividades de una investigación, de educación y de extensión cada vez mayor en los campos relacionados con la producción y utilización de los productos agrícolas. Cuanto más fuerte e intensa sea la actividad en este campo, más pronto se llegará a una solución. □

REFERENCIAS

- (1) Murillo, B., M. T. Cabezas y R. Bressani. Influencia de la densidad calórica sobre la utilización de la proteína en dietas elaboradas a base de maíz y frijol. *Arch Latinoamer Nutr* 24:223-241, 1974.
- (2) *Evaluación Nutricional de la Población de Centro América y Panamá*. Guatemala. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP); Oficina de Investigaciones Internacionales de los Institutos Nacionales de Salud (EUA); Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social de Guatemala. Guatemala, Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, 1969, 136 págs., más Apéndices A-E.
- (3) Gómez Brenes, R., L. G. Elías y R. Bressani. Mejoramiento de la calidad proteínica de dietas de bajo valor nutritivo a través del uso de maíz fortificado y del Opaco-2. En *Mejoramiento Nutricional del Maíz*. R. Bressani, J. E. Braham y M. Béhar (Eds.). Memorias de una conferencia de nivel internacional celebrada en el INCAP, Guatemala, 6 a 8 de marzo de 1972. Guatemala, C. A., INCAP, octubre de 1972, págs. 261-277.
- (4) Flores, M. Comunicación personal.
- (5) Bressani, R. y L. G. Elías. Legume foods. En *New Protein Foods*. Vol. 1A. Technology. A. M. Altschul (Ed.). New York, Academic Press, 1974, págs. 230-297.
- (6) Aguirre, F., R. Bressani y N. S. Scrimshaw. The nutritive value of Central American corns. III. Tryptophan, niacin, thiamine, and riboflavin content of twenty-three varieties in Guatemala. *Food Res* 18:273-279, 1953.
- (7) Bressani, R., G. Arroyave y N. S. Scrimshaw. The nutritive value of Central American corns. I. Nitrogen, ether extract, crude fiber, and minerals of twenty-four varieties in Guatemala. *Food Res* 18:261-267, 1953.
- (8) Bressani, R., A. A. Campos, R. L. Squibb

- y N. S. Scrimshaw. Nutritive value of Central American corns. IV. The carotene content of thirty-two selections of Guatemalan corn. *Food Res* 18:618-624, 1953.
- (9) Squibb, R. L., R. Bressani y N. S. Scrimshaw. Nutritive value of Central American corns. V. Carotene content and vitamin A activity of three Guatemalan yellow corns. *Food Res* 22:303-307, 1957.
- (10) Bressani, R. y B. J. Ríos. The chemical and essential amino acid composition of twenty-five selections of grain sorghum. *Cereal Chem* 39:50-58, 1962.
- (11) Day, A. D., T. C. Tucker y M. G. Vavich. Effect of city sewage effluent on the yield and quality of grain from barley, oats, and wheat. *Agron J* 54:133-135, 1962.
- (12) Besak, M. S., B. Chaudhury y R. Buttacharya. Effect of fertilizers on the nutritive value of rice grain. *Indian J Agric Sci* 31:113-122, 1961.
- (13) Aragón, H. R. y R. Bressani. Efecto de la fertilización con elementos menores sobre el valor proteico del maíz y del maicillo. *Arch Venezol Nutr* 15:63-86, 1965.
- (14) Hanway, J. J. Corn growth and composition in relation to soil fertility. II. Uptake of N, P and K and their distribution in different plant parts during the growing season. *Agron J* 54:217-222, 1962.
- (15) Mertz, E. T., L. S. Bates y O. E. Nelson. Mutant gene that changes protein composition and increases lysine content of maize endosperm. *Science* 145:279-280, 1964.
- (16) Nelson, O. E., E. T. Mertz y L. S. Bates. Second mutant gene affecting the amino acid pattern of maize endosperm proteins. *Science* 150:1469-1470, 1965.
- (17) Bressani, R. La calidad proteica del maíz con gen Opaco-2. *Turrialba* 18:8-13, 1968.
- (18) Bressani, R., L. G. Elías y R. A. Gómez Brenes. Protein quality of Opaque-2 corn: evaluation in rats. *J Nutr* 97:173-180, 1969.
- (19) Manner, J. H., W. G. Pond, J. T. Gallo, A. Henao, R. Portela y F. Linares. Performance of rats and swine fed Colombian Opaque-2 or normal corn. *J Animal Sci* 33:791-796, 1971.
- (20) Mertz, E. T., D. A. Veron, L. J. Bates y O. E. Nelson. Growth of rats fed on Opaque-2 maize. *Science* 148:1741-1742, 1965.
- (21) Adams, R. L. y J. C. Rogler. A composition of Opaque-2 and normal corn in a finishing ration for turkeys. *Poultry Sci* 49:1114-1116, 1970.
- (22) Fonseca, J. B., J. C. Rogler, W. R. Featherston y T. R. Cline. Further studies on the nutritive value of Opaque-2 corn for the chick. *Poultry Sci* 49:1518-1525, 1970.
- (23) Fonseca, J. B., W. R. Featherston, J. C. Rogler y T. R. Cline. A comparison of the nutritive value of Opaque-2 corn and normal corn for the laying hen. *Poultry Sci* 49:532-537, 1970.
- (24) Jarquín, R., C. Albertazzi y R. Bressani. Value of Opaque-2 corn protein for chicks. *J Agr Food Chem* 18:268-272, 1970.
- (25) Viteri, F. E., C. Martínez y R. Bressani. Evaluación de la calidad proteínica del maíz común, del maíz Opaco-2 y del maíz común suplementado con aminoácidos y otras fuentes de proteínas. En *Mejoramiento Nutricional del Maíz*. R. Bressani, J. E. Braham y M. Béhar (Eds.). Memorias de una conferencia de nivel internacional celebrada en el INCAP, Guatemala, 6 a 8 de marzo de 1972. Guatemala, C. A., INCAP, octubre de 1972, págs. 195-208.
- (26) Bressani, R. y L. G. Elías. La calidad proteínica del maíz Opaco-2 como ingrediente de dietas rurales de Guatemala. *Arch Latinoamer Nutr* 22:577-594, 1972.
- (27) Bressani, R. Evaluación nutricional del maíz Opaco-2 en niños y adultos. En *Simposio sobre Desarrollo y Utilización de Maíces de Alto Valor Nutritivo*. Memoria de una conferencia celebrada en el Centro Médico Nacional del IMSS, México, D. F., 29 y 30 de junio de 1972. Chapingo, México, Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG), 1973, págs. 21-39.
- (28) Bressani, R. La importancia del maíz en la nutrición humana en América Latina y otros países. En *Mejoramiento Nutricional del Maíz*. R. Bressani, J. E. Braham y M. Béhar (Eds.). Memorias de una conferencia de nivel internacional celebrada en el INCAP, Guatemala, 6 a 8 de marzo de 1972. Guatemala, C. A., INCAP, octubre de 1972, págs. 5-30.
- (29) Gómez Brenes, R. A., J. A. Nettleton, E. I. Núñez, M. J. Olivares, F. Poey y R. Bressani. Relaciones entre algunas características físicas, químicas y nutricionales de maíces latinoamericanos normales y con el gen Opaco-2 y Harinoso-2. *Turrialba* 23:462-470, 1973.
- (30) Paez, A. V., J. L. Helm y M. S. Zuber. Lysine content of Opaque-2 maize kernels having different phenotypes. *CROP Sci* 9:251-252, 1969.
- (31) Bauman, L. R. y H. Aycock. Selection for modifier genes to improve performance of Opaque-2 genotypes. Proceedings of

- the Conference of America Seed Products Association (U.S.A.), 1970, págs. 139-143.
- (32) Bressani, R., R. Jarquín, R. A. Gómez Brenes, L. G. Elías, J. E. Braham y M. Flores. *Tabla de Composición de Pastos, Forrajes y Otros Alimentos de Centro América y Panamá*. 1a ed. Guatemala, C.A., INCAP, 1968, 153 págs.
- (33) Elías, L. G. y R. Bressani. Uso de recursos alimenticios centroamericanos para el fomento de la industria animal. V. Composición química de algunos subproductos derivados de la industria de los cereales: trigo, arroz y maíz. *Turrialba* 20:166-170, 1970.
- (34) Bressani, R. Variación en el contenido de nitrógeno, metionina, cistina y lisina de selecciones de frijol. En *Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios. Frijol*. (XV Reunión Anual, San Salvador, 24 a 28 de febrero de 1969). C. L. Arias (Ed.). Guatemala, C. A., Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, Dirección Regional para la Zona Norte, 1970, págs. 5-7. (Publicación Miscelánea No. 68).
- (35) Tandon, O. B., R. Bressani, N. S. Scrimshaw y F. LeBeau. Nutritive value of beans. Nutrients in Central American beans. *J Agr Food Chem* 5:137-142, 1957.
- (36) Elías, L. G., R. Colindres y R. Bressani. The nutritive value of eight varieties of cowpea (*Vigna sinensis*). *J Food Sci* 29:118-122, 1964.
- (37) Bressani, R., J. Méndez y N. S. Scrimshaw. Valor nutritivo de los frijoles centroamericanos. III. Variaciones en el contenido de proteínas, metionina, triptófano, tiamina, riboflavina y niacina de muestras de *Phaseolus vulgaris* cultivadas en Costa Rica, El Salvador y Honduras. *Arch Venezol Nutr* 10:71-84, 1960.
- (38) Bressani, R. Efecto de la fertilización sobre el contenido de proteína y valor nutritivo del frijol. En *XIII Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios (PCCMA)* (San José, Costa Rica, 28 de febrero a 4 de marzo de 1967). Guatemala, C. A., Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, Dirección Regional para la Zona Norte, 1967, págs. 42-44.
- (39) Bressani, R., L. G. Elías y D. A. Navarrete. Nutritive value of Central American beans. IV. The essential amino acid content of samples of black beans, red beans, rice beans, and cowpeas of Guatemala. *J Food Sci* 26:525-528, 1961.
- (40) Bressani, R., M. Flores y L. G. Elías. Acceptability and value of food legumes in the human diet. En *Potentials of Field Beans and Other Food Legumes in Latin America*. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 1973, págs. 17-48.
- (41) Bressani, R. Basic information required before enrichment and/or fortification program. Presentado en *Workshop of Food Enrichment and Fortification Programs*. (Washington, D.C., 7 a 9 de junio de 1971). Report of a PAHO Technical Group Meeting. Washington, D.C., Pan American Health Organization, 1972, 48 págs. (PAHO Scientific Publication 240).
- (42) Bressani, R., A. T. Valiente y 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.
- (43) Bressani, R. y A. T. Valiente. All-vegetable protein mixtures for human feeding. VII. Protein complementation between polished rice and cooked black beans. *J Food Sci* 27:401-406, 1962.
- (44) Elías, L. G. y R. Bressani. Factores nutritivos limitantes en dietas rurales de Centro América. En *Resúmenes de temas libres presentados a la II Reunión Científica de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición y II Congreso de la Sociedad Chilena de Nutrición, Bromatología y Toxicología con la adhesión de la Sociedad Chilena de Tecnología de Alimentos*. Viña del Mar, Chile, 2 a 6 de diciembre de 1970, pág. 65.
- (45) Bressani, R. The effect of amino acid imbalance on nitrogen retention. II. Interrelationships between methionine, valine, isoleucine, and threonine as supplements to corn protein for dogs. *J Nutr* 79:389-394, 1963.
- (46) Bressani, R., N. S. Scrimshaw, M. Béhar y F. Viteri. Supplementation of cereal proteins with amino acids. II. Effect of amino acid supplementation of corn-masa at intermediate levels of protein intake on the nitrogen retention of young children. *J Nutr* 66:501-513, 1958.
- (47) Scrimshaw, N. S., R. Bressani, M. Béhar y F. Viteri. Supplementation of cereal proteins with amino acids. I. Effect of amino acid supplementation of corn-masa at high levels of protein intake on the nitrogen retention of young children. *J Nutr* 66:485-499, 1958.
- (48) Bressani, R. y E. T. Mertz. Studies on corn proteins. IV. Protein and amino acid

- content of different corn varieties. *Cereal Chem* 35:227-235, 1958.
- (49) Flodin, N. W. Amino acids and proteins. Their place in human nutrition problems. *J Agr Food Chem* 1:222-235, 1953.
- (50) Sauberlich, H. E., W. Y. Chang y W. D. Salmon. The amino acid and protein content of corn as related to variety and nitrogen fertilization. *J Nutr* 51:241-250, 1953.
- (51) Pecora, L. J. y J. M. Hundley. Nutritional improvement of white polished rice by the addition of lysine and threonine. *J Nutr* 44:101-112, 1951.
- (52) Rosenberg, H. R. y R. Culik. The improvement of the protein quality of white rice by lysine supplementation. *J Nutr* 63:477-487, 1957.
- (53) Rosenberg, H. R., R. Culik y R. E. Eckert. Lysine and threonine supplementation of rice. *J Nutr* 69:217-228, 1959.
- (54) Bressani, R., D. L. Wilson, M. Béhar y N. S. Scrimshaw. Supplementation of cereal proteins with amino acids. III. Effect of amino acid supplementation of wheat flour as measured by nitrogen retention of young children. *J Nutr* 70:176-186, 1960.
- (55) Hegsted, D. M., M. F. Trulson y F. J. Stare. Role of wheat and wheat products in human nutrition. *Physiol Rev* 34:221-258, 1954.
- (56) Jansen, G. R. Lysine in human nutrition. *J Nutr* Vol. 76 (Supl. 1, Parte II), 1962, 35 págs.
- (57) Bressani, R., L. G. Elías y A. T. Valiente. Effect of cooking and of amino acid supplementation on the nutritive value of black beans (*Phaseolus vulgaris*, L.) *Brit J Nutr* 17:69-78, 1963.
- (58) Leverton, R. M. y D. Steel. Nitrogen balances of young women fed the FAO reference pattern of amino acids and the oat pattern. *J Nutr* 78:10-14, 1962.
- (59) Tang, J. J. N., L. L. Laudick y D. A. Benton. Studies of amino acid supplementation and amino acid availability with oats. *J Nutr* 66:533-543, 1958.
- (60) Bressani, R. y E. Marengo. Corn flour supplementation. The enrichment of lime-treated corn flour with proteins, lysine and tryptophan and vitamins. *J Agr Food Chem* 11:517-522, 1963.
- (61) Elías, L. G., R. Jarquín, R. Bressani y C. Albertazzi. Suplementación del arroz con concentrados proteicos. *Arch Latinoamer Nutr* 18:27-38, 1968.
- (62) Jarquín, R., P. Noriega y R. Bressani. Enriquecimiento de harinas de trigo, blanca e integral, con suplementos de origen animal y vegetal. *Arch Latinoamer Nutr* 16:89-103, 1966.
- (63) Elías, L. G. y R. Bressani. Valor nutritivo de la proteína de la levadura torula y como suplemento de concentrados proteicos. *Arch Latinoamer Nutr* 20:135-149, 1970.
- (64) Hutchinson, J. B., T. Moran y J. Pace. The nutritive value of bread protein as influenced by the level of protein intake, the level of supplementation with L-lysine and L-threonine, and the addition of egg and milk proteins. *Brit J Nutr* 13:151-163, 1953.
- (65) Molina, M. R., L. G. Elías, R. A. Gómez Brenes, P. Lachance y R. Bressani. La tecnología de la fortificación del maíz en América Latina. En *Mejoramiento Nutricional del Maíz*. R. Bressani, J. E. Braham y M. Béhar (Eds.). Memorias de una Conferencia de nivel internacional celebrada en el INCAP, Guatemala, 6 a 8 de marzo de 1972. Guatemala, C. A., INCAP, octubre de 1972, págs. 240-260.
- (66) Gómez Brenes, R. A. Enriquecimiento de los cereales con concentrados proteínicos y aminoácidos, o ambos: aspectos nutricionales. En *Recursos Proteínicos en América Latina*. M. Béhar y R. Bressani (Eds.). Memorias de una Conferencia de nivel latinoamericano celebrada en el INCAP, Guatemala, 24 a 27 de febrero de 1970. Guatemala, C. A., INCAP, agosto de 1971, págs. 333-352.
- (67) Gómez Brenes, R. A., C. E. Acevedo González y R. Bressani. Mejoramiento del valor nutritivo del maíz por medio de infusiones de lisina y triptófano. *Arch Latinoamer Nutr* 24:243-262, 1974.
- (68) Blessin, C. W., G. E. Inglett, J. F. Cavins y W. L. Deatherage. Lysine fortification of dent corn. *Cereal Sci Today* 15:375-377, 394, 1970.
- (69) Gómez Brenes, R. A., C. E. Acevedo G., M. H. Ruiloba y R. Bressani. Mejoramiento tecnológico de la calidad proteínica del arroz. Presentado en la XX Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios (PCCMCA), San Pedro Sula, Honduras, 11 a 15 de febrero de 1974.
- (70) Fan, L. T., H. C. Chen, J. A. Shellenberger y D. S. Chung. Comparison of the rates of absorption of water by corn kernels with and without dissolved sulfur dioxide. *Cereal Chem* 42:385-396, 1965.
- (71) Blessin, C. W., J. F. Cavins y G. E. Inglett. Lysine infused popcorn. *Cereal Chem* 48:373-377, 1971.
- (72) Cavins, F. J., C. W. Blessin y G. E. Inglett. Infusion of grain sorghum with lysine, methionine and tryptophan. *Cereal Chem* 49:605-608, 1972.
- (73) Bressani, R. y L. G. Elías. Processed vege-

- table protein mixtures for human consumption in developing countries. En *Advances in Food Research*. Vol. 16. C. O. Chichester, E. M. Mrak y G. F. Stewart (Eds.). New York, Academic Press, Inc., 1968, págs. 1-103.
- (74) Bressani, R. y L. G. Elías. Development of new highly nutritious food products. En *Man, Food and Nutrition*. M. Rechcigl, Jr. (Ed.). Cleveland, Ohio, C. R. C. Press, 1973, págs. 251-274. (Uniscience Series).
- (75) Bressani, R. Application of food science and technology to the exploitation of new protein sources. En *Proceedings Western Hemisphere Nutrition Congress III*. (Miami Beach, Florida, 30 de agosto a 2 de septiembre de 1971). Philip L. White (Ed.). Mount Kisco, New York, Futura Publishing Co., Inc., 1972, págs. 368-377.
- (76) Bressani, R., F. Viteri, D. Wilson y J. Alvarado. The quality of various animal and vegetable proteins with a note on the endogenous and fecal nitrogen excretion of children. *Arch Latinoamer Nutr* 22:227-241, 1972.
- (77) Bressani, R., B. Murillo y L. G. Elías. Whole soybeans as a means of increasing protein and calories in maize-based diets. *J Food Sci* 39:577-580, 1974.
- (78) *Recursos Proteínicos en América Latina*. M. Béhar y R. Bressani (Eds.). Memorias de una Conferencia de nivel latinoamericano celebrada en el INCAP, Guatemala, 24 a 27 de febrero de 1970. Guatemala, C.A., INCAP, agosto de 1971, 507 págs.
- (79) Bressani, R. y E. M. de Villarreal. Nitrogen balance of dogs fed lime-treated corn supplemented with proteins and amino acids. *J Food Sci* 28:611-615, 1963.
- (80) Lee, Chung-Ja, J. M. Howe, K. Carlosón y H. E. Clark. Nitrogen retention of young men fed rice with and without supplementary chickens. *Am J Clin Nutr* 24:318-323, 1971.
- (81) Braham, J. E., M. Flores, L. G. Elías, S. de Zaghi y R. Bressani. Mejoramiento del valor nutritivo de dietas de consumo humano. II. Suplementación con mezcla vegetal INCAP 9 y leche. *Arch Latinoamer Nutr* 19:253-264, 1969.
- (82) De Souza, N., L. G. Elías y R. Bressani. Estudio en ratas del efecto de una dieta básica del medio rural de Guatemala, suplementada con leche de vaca y una mezcla de proteínas. *Arch Latinoamer Nutr* 20:293-307, 1970.
- (83) Barrios, E. A. y R. Bressani. Composición química de la raíz y de la hoja de algunas variedades de yuca (*Manihot*). *Turrialba* 17:314-320, 1967.
- (84) Bressani, R., A. Aguirre, R. Arroyave y R. Jarquín. La composición química de diversas clases de banano y el uso de harinas de banano en la alimentación de pollos. *Turrialba* 11:127-132, 1961.
- (85) Braham, J. E., R. Bressani, A. Aguirre y R. Arroyave. Desarrollo de una ración práctica para la alimentación de pollos. 2. Uso de varios suplementos. *Turrialba* 13:221-226, 1964.
- (86) Bressani, R., L. G. Elías, M. Santos, D. Navarette y N. S. Scrimshaw. El contenido de nitrógeno y de aminoácidos esenciales de diversas selecciones de maíz. *Arch Venezol Nutr* 10:85-100, 1960.
- (87) Braham, J. E., R. Bressani, N. R. Escobar y A. Aguirre. Uso de la torta de semilla de algodón en raciones balanceadas para cerdos en proceso de crecimiento. *Turrialba* 12:75-79, 1962.
- (88) Braham, J. E., L. G. Elías y R. Bressani. Factors affecting the nutritional quality of cottonseed meals. *J Food Sci* 30:531-537, 1965.
- (89) Bressani, R. y L. G. Elías. Cambios en la composición química y en el valor nutritivo de la proteína de la harina de semilla de algodón durante su elaboración. *Arch Latinoamer Nutr* 18:319-339, 1968.
- (90) Bressani, R., L. G. Elías, J. E. Braham y R. Jarquín. Uso de recursos alimenticios centroamericanos para el fomento de la industria animal. I. Composición química y contenido de gossipol de harinas de torta de semilla de algodón elaboradas en el área. *Turrialba* 18:391-396, 1968.
- (91) Bressani, R., R. Jarquín, L. G. Elías y C. Albertazzi. Composición química de variedades de semilla de algodón y efecto del medio ambiente sobre su contenido de gossipol. *Turrialba* 18:133-138, 1968.
- (92) Bressani, R., R. Jarquín y L. G. Elías. Cottonseed flour. Free and total gossypol, epsilon-amino lysine, and biological evaluation of cottonseed meals and flours in Central America. *J Agr Food Chem* 12:278-282, 1964.
- (93) Gómez Brenes, R. A. y R. Bressani. Uso de recursos alimenticios centroamericanos para el fomento de la industria animal. IV. Concentrados proteínicos de origen animal de uso común en el área. *Turrialba* 20:45-52, 1970.
- (94) Jarquín, R., J. E. Braham, J. M. González y R. Bressani. Evaluación del valor nutritivo de subproductos del camarón en la alimentación de pollos. *Turrialba* 22:160-167, 1972.
- (95) Jarquín, R., J. M. González, R. Oliva,

- L. A. Lumm, L. G. Elías y R. Bressani. Estudio del uso de harina de semilla de algodón en el crecimiento y engorde de cerdos. *Arch Latinoamer Nutr* 18:39-63, 1968.
- (96) Zaghi, S. de y R. Bressani. Uso de recursos centroamericanos para el fomento de la industria animal. II. Composición química de la semilla y de la harina de torta de ajonjolí (*Sesamum indicum*). *Turrialba* 19:34-38, 1969.
- (97) Braham, J. E., J. M. González y R. Bressani. Uso de recursos alimenticios centroamericanos para el fomento de la industria animal. III. Composición química y contenido de aminoácidos de la semilla y harinas de frijol de soya, girasol y maní. *Turrialba* 19:449-454, 1969.
- (98) Braham, J. E., R. M. Vela, R. Bressani y R. Jarquín. Efecto de la cocción y de la suplementación con aminoácidos sobre el valor nutritivo de la proteína del gandul (*Cajanus indicus*). *Arch Venezol Nutr* 15:19-32, 1965.
- (99) Bressani, R., R. Jarquín, L. G. Elías y J. E. Braham. Análisis químico de la harina de almendra de conacaste (*Enteolobium cyclocarpum*) y su evaluación biológica en ratas y pollos. *Turrialba* 16:330-339, 1966.
- (100) Braham, J. E., R. Jarquín, J. M. González y R. Bressani. Pulpa y pergamino de café. III. Utilización de la pulpa de café en forma de ensilaje. *Arch Latinoamer Nutr* 23:379-388, 1973.
- (101) Bressani, R., E. Estrada y R. Jarquín. Pulpa y pergamino de café. I. Composición química y contenido de aminoácidos de la proteína de la pulpa. *Turrialba* 22:299-304, 1972.
- (102) Bressani, R., E. Estrada, L. G. Elías, R. Jarquín y L. Urrutia de Valde. Pulpa y pergamino de café. IV. Efecto de la pulpa de café deshidratada en la dieta de ratas y pollos. *Turrialba* 23:403-409, 1973.
- (103) Cabezas, M. T., J. M. González y R. Bressani. Pulpa y pergamino de café. V. Absorción y retención de nitrógeno en terneros alimentados con raciones elaboradas con pulpa de café. *Turrialba* 24:90-94, 1974.
- (104) Cabezas, M. T., B. Murillo, R. Jarquín, J. M. González, E. Estrada y R. Bressani. Pulpa y pergamino de café. VI. Adaptación del ganado bovino a la pulpa de café. *Turrialba* 24:160-167, 1974.
- (105) Dysli, R. y R. Bressani. Utilización de subproductos y desechos agrícolas en la alimentación de rumiantes. I. Digestibilidad y utilización de rastrojo de maíz, cascarilla de algodón, melazas y harina de torta de algodón en la alimentación de ovinos. *Turrialba* 19:215-220, 1969.
- (106) Jarquín, R., J. M. González, J. E. Braham y R. Bressani. Pulpa y pergamino de café. II. Utilización de la pulpa de café en la alimentación de rumiantes. *Turrialba* 23:41-47, 1973.
- (107) Elías, L. G. y R. Bressani. Valor proteínico de los subproductos de la industria del trigo. I. Composición química y suplementación del granillo de trigo con aminoácidos. *Arch Latinoamer Nutr* 20:403-414, 1970.
- (108) Elías, L. G. y R. Bressani. Valor proteínico de los subproductos de la industria del trigo. II. Complementación y suplementación del granillo de trigo con concentrados proteínicos. *Arch Latinoamer Nutr* 23:95-111, 1973.
- (109) Oliva Aguilar, R. B. *El Uso del Maicillo y del Granillo de Trigo en el Engorde de Cerdos*. Tesis de graduación de Perito Agrónomo. Escuela Nacional de Agricultura. Guatemala, C. A., marzo de 1966.
- (110) Bressani, R., R. Jarquín y L. G. Elías. Composición química y digestibilidad del quinamul (*Ipomoea sagittata*, Lab.) y del pangola (*Digitaria decumbens*, Stent) en Guatemala. *Turrialba* 8:110-116, 1958.
- (111) Bressani, R., R. Jarquín y L. G. Elías. Composición química y digestibilidad de siete plantas forrajeras en Guatemala. *Turrialba* 8:117-122, 1958.
- (112) Bressani, R. y D. A. Navarrete. Composición química y digestibilidad del fruto del caulote o guácimo (*Guazuma ulmifolia*, Lam) y su uso en raciones para polluelos. *Turrialba* 9:12-16, 1959.
- (113) Fernández, G., C. Albertazzi y R. Bressani. Crecimiento de ganado bajo condiciones de pastoreo libre y composición química de los pastos consumidos. *Turrialba* 21:157-164, 1971.
- (114) Squibb, R. L., M. Guzmán y N. S. Scrimshaw. Forrajes deshidratados de desmodio, grama kikuyu, ramio y hoja de banano como fuente de suplementos de proteína, riboflavina y carotinoides en raciones para polluelos. *Suplemento No. 2 del Boletín de la OSP "Publicaciones Científicas del INCAP"*, 1955, págs. 180-186.
- (115) Squibb, R. L., J. Méndez, M. A. Guzmán y N. S. Scrimshaw. El ramio—un forraje rico en proteínas para las regiones tropicales. *Suplemento No. 2 del Boletín de la OSP "Publicaciones Científicas del INCAP"*, 1955, págs. 207-214.
- (116) Bressani, R. Effect of processing on the nutritional value of feeds in Central

- America. En *Effect of Processing on the Nutritional Value of Feeds*. Proceedings of a Symposium. (Gainesville, Florida, 11 a 13 de enero de 1973). Washington, D.C., National Academy of Sciences, 1973, págs. 452-477.
- (117) Jarquín, R., J. M. González, M. T. Cabezas, J. E. Braham y R. Bressani. Crecimiento de terneros utilizando cantidades limitadas de leche y formulaciones con niveles proteínicos diferentes. *Turrialba*, 1974. En prensa.
- (118) Cabezas, M. T. Sistema intensivo de crianza y engorde de ganado vacuno en confinamiento con alimentación a base de forrajes. Presentado en la VII Reunión Interamericana a Nivel Ministerial sobre el Control de la Fiebre Aftosa y otras Zoonosis. Puerto España, Trinidad, 17 a 20 de abril de 1974, bajo el patrocinio de la Organización Panamericana de la Salud.
- (119) Ayala Moreno, E. H. *Factibilidad Económica del Sistema Intensivo de Crianza y Engorde de Ganado Vacuno en Estabulación Utilizando Forrajes como Alimento Animal*. Tesis de graduación. Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Económicas. El Salvador, C. A., 1974.
- (120) Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial. Informe sobre la industria de alimentos y bebidas en Centro América, 1962. Guatemala, C. A., ICAITI, 1971. (Documento mimeografiado).

Application of food technology and animal nutrition to the improvement of the diet in developing countries (Summary)

The diet of low-income population groups is based on cereals and legumes. These are low in nutritive value, and they provide little in the way of nutrients even when the intake can be increased. The diet also contains small quantities of animal proteins, but these are probably not consumed by all the inhabitants of the rural areas or in the home.

To improve the diet, the first thing to do is to increase the production of cereals and leguminous plants. To make this diet attractive from the point of view of nutritional value, appearance and taste, other foods should be made available and consumed in greater quantities, including food of animal origin, which supplements the protein element in the diet satisfactorily. The quantity needed is small, but it could be still smaller if the quality of the proteins in the cereals was greater than at present. Hence it is important to try to improve cereals and legumes genetically and nutritionally, to improve the nutritional technology applicable to them, and to increase the consumption of protein-rich foods of vegeta-

ble origin. The article puts forward a series of feasible suggestions for immediate application and others which are not yet economically within the reach of the peoples of the Region.

The solution to the problem is no easy matter, and application of the technical innovations now being developed is meeting with all sorts of obstacles. In particular economic, agricultural, technological and educational limitations are mentioned. Everything points to a solution along traditional lines in the initial stage, with emphasis on the production of foodstuffs known and accepted by the low-income consumer, including animal products. This warrants support and should be based on the use of foodstuffs not competing with those already included in the people's diet.

The solution to this vital problem will be found through more and more research and education, and the extension of activities in fields related to the production and use of agricultural products. The stronger and more determined the effort in this field, the sooner a solution will be reached.

A aplicação da tecnologia alimentar e de nutrição animal à melhoria da dieta nos países em desenvolvimento (Resumo)

A dieta de populações de baixos recursos econômicos baseia-se em cereais e leguminosas; sua qualidade nutritiva é baixa e sua

contribuição de nutrientes é marginal, mesmo quando é possível aumentar o consumo. Esses alimentos contêm, ademais, pequenas quanti-

dades de proteína animal, mas é provável que nem todos os habitantes do meio rural e nem todas as famílias as consumam.

Do ponto de vista da melhoria da dieta, considera-se que o aumento da produção de cereais e leguminosas merece prioridade. Para tornar essa dieta atrativa do ponto de vista nutricional, estético e organoléptico, é necessário incrementar a disponibilidade e o consumo de outros alimentos, incluídos os de origem animal, já que estes complementam eficientemente a qualidade protéica da dieta. As pequenas quantidades requeridas poderiam ser ainda menores se a qualidade protéica dos cereais fosse melhor do que a atual. Porisso, são importantes as atividades relacionadas com a melhoria genético-nutricional dos cereais e das leguminosas, bem como a sua melhoria tecnológico-nutricional e o consumo de alimentos ricos em proteínas de origem vegetal. Apresentam-se, além de uma série de oportunidades exequíveis de aplicação, outras que ainda não estão ao alcance econômico de nossas populações.

Difícil é a solução do problema, e incontáveis são os obstáculos que se interpõem à aplicação das inovações tecnológicas que vêm sendo aperfeiçoadas. Em particular, discutem-se as limitações econômicas, agrícolas, tecnológicas e educacionais. Tudo indica que, em sua fase inicial, deve-se procurar a solução através dos caminhos tradicionais, dando ênfase aos aspectos de produção de alimentos conhecidos e aceitos pelos consumidores necessitados, inclusive de produtos de origem animal. Esta última atividade deve receber apoio e basear-se no uso de alimentos que não concorram com os que a população já consome.

Obter-se-á a solução desse problema vital mediante a intensificação das atividades de pesquisa, educação e extensão nos campos relacionados com a produção e a utilização dos produtos agrícolas. Quanto mais vigorosa e intensa for a atividade nesse campo, mais rapidamente se chegará a uma solução.

Application de la technologie de l'alimentation et de la nutrition animales à l'amélioration du régime alimentaire dans les pays en voie de développement (Résumé)

Le régime alimentaire des populations à faibles ressources économiques se fonde essentiellement sur les céréales et les légumineuses qui sont de qualité nutritive médiocre et de caractère marginal en matière de substances nutritives, même lorsque l'ingesta peut augmenter. De plus, il ne contient qu'une faible quantité de protéines animales qui ne sont vraisemblablement pas consommées par tous les habitants des régions rurales et au niveau de la famille.

En ce qui concerne l'amélioration du régime alimentaire, on estime que l'accroissement de la production de céréales et de légumineuses doit recevoir la priorité. Pour rendre ce régime attrayant en matière nutritionnelle, esthétique et organoleptique, il convient d'augmenter l'offre et la demande d'autres aliments, y compris ceux d'origine animale puisque ces derniers complètent efficacement la qualité protéinique du régime. Les petites quantités requises pourraient l'être davantage encore si la qualité protéinique des céréales était meilleure qu'elle ne l'est actuellement. C'est pourquoi les activités liées à l'amélioration génético-nutritionnelle des céréales et des légumineuses revêtent une grande importance à l'image de celles destinées à leur amélioration technolo-

gico-nutritionnelle et à la consommation d'aliments riches en protéines, d'origine végétale. L'auteur présente une série de possibilités viables d'application immédiate et autres qui ne sont pas encore à la portée économique de nos populations.

Résoudre ce problème n'est pas facile et les innovations techniques actuellement mises au point se heurtent à d'innombrables obstacles lorsqu'il s'agit de les réaliser. L'auteur se penche en particulier sur les limitations d'ordre économique, agricole, technique et éducatif. Toute porte à croire qu'il faudra initialement trouver une solution par le jeu des voies traditionnelles, en insistant sur la production d'aliments connus et acceptés par les consommateurs pauvres, et notamment ceux d'origine animale. Cette activité doit recevoir l'appui des intéressés et se fonder sur l'utilisation d'aliments qui ne font pas la concurrence à ceux que consomme déjà la population.

Pour résoudre ce problème d'une importance vitale il faudra recourir à des activités de recherche, d'éducation et de vulgarisation de plus en plus vastes dans les domaines liés à la production et à l'utilisation des produits agricoles. Plus elles seront intenses et vigoureuses, plus rapide sera la solution.