

LA IMPORTANCIA DEL FRIJOL COMO SUPLEMENTO NATURAL DE DIETAS A BASE DE CEREALES

Roberto Jarquín¹

INTRODUCCION

En la actualidad está bien establecido y aceptado que la solución al problema de proporcionar cantidades adecuadas de proteínas de alta calidad nutritiva a una población mundial, cada día mayor, especialmente en los países en vías de desarrollo, no es una tarea fácil. Se ha reconocido que es un problema difícil y sumamente complejo que requiere múltiples medidas para su solución.

Hace algunos años, una de las soluciones propuestas e implementadas en algunos países fue el desarrollo de alimentos con un alto contenido de proteína de buena calidad, preparados de fuentes no convencionales. Todavía se está realizando suficiente trabajo al respecto; sin embargo, el éxito obtenido en proporcionar la proteína necesaria, sobre todo para los niños, puede calificarse de muy moderado. La experiencia que se ha adquirido a causa de la implementación de esa medida fue la de mostrar un gran número de dificultades que deben ser consideradas, de problemas que deben ser resueltos desde la fase de producción de las materias primas de las que esos alimentos están formados y de su procesamiento hasta los problemas de distribución, mercadeo y consumo. Todos estos obstáculos deben de ser sobrepasados para que esas medidas sean mucho más efectivas de lo que hasta ahora han sido. Esa solución también ha demostrado lo retrasado de la tecnología en los países en vías de desarrollo.

La revolución verde, la más reciente de las soluciones implementadas, tenía y tiene todas las características de una medida de mucho éxito. Su valor es evidente, sobre todo cuando se sabe que la disponibilidad *per cápita* de alimentos es menor cada día; sin embargo, las repercusiones e implicaciones que la revolución verde podría causar, se principian a sentir en estos momentos. Por ejemplo, la producción de trigo en la India aumentó significativamente por medio de la introducción de las nuevas variedades, sin embargo, la ingesta de proteína por grupos de poblaciones vulnerables disminuyó (1). Según datos publicados, esto fue debido a una disminución en la

disponibilidad y consumo de frijol. En México, la producción de trigo también aumentó, sin embargo, durante 1971 había un déficit de fuentes de proteína en ese país, habiéndose calificado a los habitantes de México, como los habitantes de la cultura del hambre. El problema causado por el trigo podría suceder también, y se ha predicho que va a suceder, cuando las nuevas variedades de arroz de alto rendimiento sean introducidas. Esta solución también demuestra el gran retraso de la tecnología en los países en proceso de desarrollo. La revolución verde ha sido y es una revolución en los cereales, con limitados y tal vez negativos efectos, en términos de proteína de alta calidad nutricional.

Tanto la primera como la segunda solución propuestas, es decir, alimentos ricos en proteína, y la revolución verde, tienen sus grandes méritos y renovados esfuerzos, deben de continuarse a pesar de los problemas que han encontrado o creado. Asimismo, deben buscarse e implementarse otras soluciones.

Los países del área de Centroamérica han encontrado recientemente una manera eficaz para obtener divisas: la exportación de carne. Esto es una buena medida, aunque tiene varias implicaciones, entre las cuales se debe mencionar que la carne es ya un alimento de alto costo en nuestros países. La exportación de ese alimento debe continuarse y deben buscarse las medidas necesarias para que sea más beneficiosa. Más importante aún es que, deben buscarse alimentos que la sustituyan; aunque esto es difícil, sin embargo, el alimento más apropiado y que forma parte de los hábitos alimenticios de nuestras poblaciones, es el frijol. Por consiguiente, este producto vegetal debe recibir más atención, tanto desde el punto de vista de su producción, como el de su conservación y valor nutritivo. No sólo debe prestársele atención al frijol para consumo humano, sino también a todas las semillas leguminosas que pueden ayudar significativamente a suplir los déficit de proteína en nuestros países.

¹ Científico de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), Guatemala, C. A.

Los cereales son y continuarán siendo la fuente principal de nutrimentos para la mayor parte de la población del mundo, ya que producen el mayor rendimiento de calorías por unidad de superficie.

Pero los cereales solos no pueden ganar la batalla de la deficiencia de proteína. La pueden ganar, empero, con sus mejores aliados, el frijol y otras semillas leguminosas, para lo cual es necesario darle a las semillas leguminosas el lugar que les corresponde, tanto en la agricultura como en el plato del consumidor. Esta presentación versará sobre generalidades acerca del papel que el frijol puede jugar en el desarrollo de los países del área, contribuyendo a una mejor nutrición de sus habitantes.

Consumo de Frijol en Centroamérica

Los resultados de encuestas nutricionales realizadas recientemente en los cinco países de Centroamérica y Panamá (2,3,4,5,6,7), han indicado el consumo diario *per cápita*, según se muestra en el Cuadro 1. El consumo es similar entre los diferentes países y ligeramente mayor en el área rural, contribuyendo aproximadamente hasta con el 25 por ciento de la ingesta diaria de proteína. Es de interés indicar que en el año 1968, el consumo total de proteína fue aproximadamente 70 millones de toneladas, de las cuales alrededor del 30 por ciento provino de animales (8). Esta cifra de 30 por ciento es similar al aporte proteínico del frijol en dietas centroamericanas, indicando esto la importancia del frijol en esas dietas. Si el consumo de carne disminuyera, sería conveniente entonces, estimular el consumo de las leguminosas, para así no reducir la calidad nutritiva de la dieta a través de un mayor consumo de cereal.

Composición química de las semillas leguminosas en comparación con la de carne

Por mucho tiempo, y en varios lugares, el frijol ha sido comparado con la carne, bajo el punto de vista nutritivo. El Cuadro 2 resume algunos datos sobre la composición química de algunas semillas leguminosas y la carne de res fresca. Esta última contiene 18,7 por ciento de proteína y 18,2 por ciento de grasa, con un valor energético de 244 calorías por 100 gramos. Al comparar estos datos con los de las semillas leguminosas se nota que la proteína es mayor, sobre todo en frijol soya. Existen diferencias en cuanto al

contenido de grasas y carbohidratos, reportándose valores más elevados de grasa para la carne y de carbohidratos para las leguminosas. El frijol soya es la única leguminosa cuyo contenido de grasa es comparable al de la carne. El valor energético es mayor para las semillas leguminosas, principalmente debido al contenido alto de agua en la carne fresca

Cuadro 1. Consumo de semillas leguminosas en Centro América g/persona/día

País	Urbana	Rural
Guatemala	45	50
El Salvador	52	59
Honduras	47	41
Nicaragua	50	72
Costa Rica	48	57
Panamá	19	20

Tomado de: "Evaluación Nutricional de la Población de Centro América y Panamá"
Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, Oficina de Investigaciones Internacionales de los Institutos Nacionales de Salud (EUA) y Ministerios de Salud Pública y Asistencia Social de Centro América y Panamá. 1969.

Cuadro 2. Composición química proximal de la carne y de algunas semillas leguminosas.

	carne fresca	Leguminosas			
		frijol	cowpea	gandul	soya
Humedad	62.1	12.0	10.6	12.2	9.2
Proteína	18.7	22.0	24.1	19.2	33.4
Grasa	18.2	1.6	1.2	1.5	16.4
Fibra cruda	--	4.3	4.9	8.1	5.7
Ceniza	1.0	3.6	3.4	3.8	5.5
Carbohidratos	--	60.8	60.7	63.3	35.5
Valor energético, calorías	244	337	341	337	348

Datos analíticos de los laboratorios del INCAP

Valor suplementario del frijol en dietas a base de cereales

Sobre la base de peso seco, el nivel del frijol consumido, generalmente representa alrededor del 10 por ciento de las dietas. Para conocer cuál es el efecto de esta cantidad de frijol sobre el valor proteínico del cereal, se realizaron estudios en ratas (9); para este propósito se prepararon dietas a base de 100 por ciento de arroz, maíz o trigo y dietas a base de una mezcla de 90 por ciento de cereal y 10 por ciento de harina de frijol. Estas dietas suplementadas con minerales y vitaminas fueron ofrecidas a ratas jóvenes recién destetadas. El Cuadro 3 describe los datos de aumento de peso obtenido a los 28 días. Se puede notar que en cada caso, la adición de 10 por ciento de frijol al cereal causó un aumento en peso en los animales, que fue de un 30 por ciento para el arroz, a un 95 por ciento para el maicillo. Los datos también muestran que el maíz y el maicillo son entre los cereales los de valor nutritivo más bajo.

Cuadro 3. Efecto de la adición de 10 por ciento de harina de frijol a diversos cereales.

DIETA	Cantidad en dieta		Aumento promedio en peso	Porcentaje de aumento
	cereal g	frijol g		
Arroz	100	0	43	
Arroz + frijol	90	10	56	30
Maíz	100	0	19	
Maíz + frijol	90	10	33	74
Maicillo	100	0	21	
Maicillo + frijol	90	10	41	95
Trigo	100	0	50	
Trigo + frijol	90	10	84	68

Tomado de: Bressani, R. "El valor nutricional del arroz en comparación con el de otros cereales en la dieta humana de América Latina." En: Políticas Arroceras en América Latina. CIAT p 1-20, 1972 Cali, Col.

También es de interés saber cuál es el grado de utilización de la proteína. Estos datos se describen en el Cuadro 4. El índice de eficiencia proteínica es la razón entre el aumento en peso y la proteína consumida.

Cuadro 4. Incremento de la calidad proteínica de diversos cereales suplementados con 10 por ciento de harina de frijol.

DIETA	Cantidad en dieta		Índice de eficiencia proteínica	Aumento %
	cereal g	frijol g		
Arroz	100	0	2.15	
Arroz + frijol	90	10	2.32	8
Maíz	100	0	1.05	
Maíz + frijol	90	10	1.47	40
Maicillo	100	0	1.07	
Maicillo + frijol	90	10	1.69	58
Trigo	100	0	1.43	
Trigo + frijol	90	10	1.83	28

Tomado de: Bressani, R. "El valor nutricional del arroz en comparación con el de otros cereales en la dieta humana de América Latina." En: Políticas Arroceras en América Latina. CIAT. p 1 - 20, 1972. Cali, Col.

Los valores obtenidos de los cereales, indican que el maíz y el maicillo son los que contienen una proteína de menor utilización. La adición de 10 por ciento de frijol aumenta la utilización de la proteína de la mezcla en todos los casos, siendo el aumento mayor para el maicillo y maíz que para los otros dos cereales. Esto de nuevo indica que existen diferencias en calidad entre los cereales, siendo mayor el aumento causado por el frijol, cuanto más baja sea la calidad de la proteína del cereal.

La pregunta que surge al estudiar estos datos es por qué la adición de 10 por ciento de frijol al cereal aumenta la calidad de su proteína. Existen dos respuestas a esta pregunta, las dos contribuyendo proporcionalmente a la mejora observada; estas respuestas se describen en el Cuadro 5. En primer término, la adición de 10 por ciento de frijol causa un aumento en la cantidad de proteína, el aumento es similar para todos los casos porque la cantidad de frijol agregada es la misma. La mayor ingesta de proteína resulta en mejor crecimiento, como fue

demostrado. Pero el efecto no es sólo el de aumentar la proteína total, también se debe a que la proteína del frijol complementa a la proteína del cereal en los aminoácidos esenciales en los cuales ésta es deficiente. En el cuadro se puede notar que los cuatro cereales contienen niveles más bajos del aminoácido lisina que la proteína del frijol. Por consiguiente, al adicionar proteína de frijol a la proteína de cereal, se está agregando lisina. Esto causa un mejor balance de aminoácidos en la mezcla cereal-leguminosa, el resultado del cual es una mejor utilización de la proteína, como también fue demostrado.

Quadro 5. Comparación del contenido de proteína y lisina en los cereales con y sin frijol.

	Cereal		90%cer + 10 %frijol	
	Proteína %	Lisina g/16 gN	Proteína %	Lisina g/16 gN
Maíz	9.0	3.20	10.4	4.13
Maicillo	11.0	2.72	12.2	2.61
Arroz	7.6	3.95	9.1	4.85
Trigo	10.5	2.28	11.7	3.30

Tomado de: Bressani, R. "El valor nutricional del arroz en comparación con el de otros cereales en la dieta humana en América Latina." En: Políticas Arroceras en América Latina. CIAT. p 1 - 20, 1972. Cali. Col.

Ahora bien, el 10 por ciento de frijol resultó en una mejoría nutricional; la pregunta será, cuál es el resultado de una mayor adición? Esta interrogante también se ha estudiado (10). Los resultados para el caso de maíz y frijol se presentan gráficamente en la Figura 1. Con el propósito de eliminar la variable introducida por el hecho de que el frijol contiene más del doble de proteína que el maíz, el estudio se llevó a cabo con dietas que contenían todas el mismo porcentaje de proteína, pero la contribución de proteína por el maíz y por el frijol se varió de 0 a 100 por ciento. Los resultados indicados muestran que la adición de mayores cantidades de frijol, mejoran la calidad nutritiva de la mezcla maíz-frijol hasta un punto máximo y luego decrece. El punto máximo es aproximadamente aquél en el cual 50 por ciento de la proteína proviene del frijol y 50 por ciento del maíz. En término de peso, esta proporción equivale a 72 por ciento de maíz y 28 por ciento de frijol. Ahora bien, por qué no se consume el equivalente de 28 por ciento de frijol en la dieta? La respuesta no es fácil,

ya que tiene varios aspectos, pero uno de ellos es la baja disponibilidad y alto precio del frijol. Esto debe ser resuelto por el ingeniero agrónomo lo antes posible.

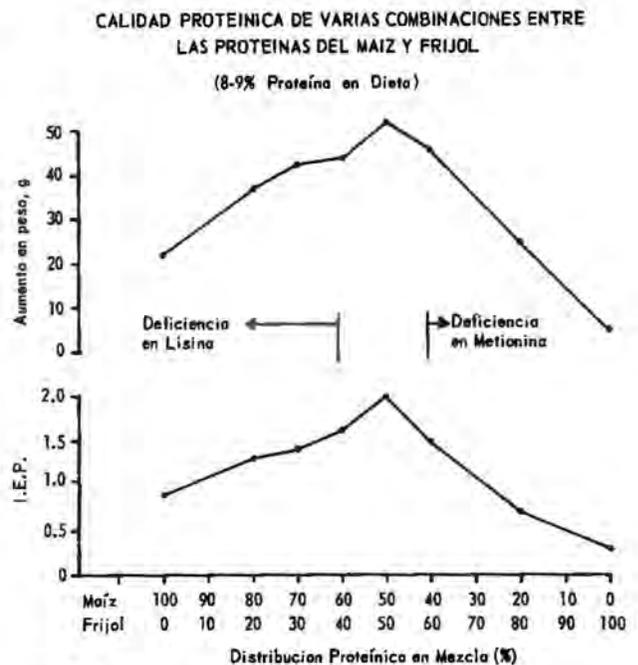


Figura 1

Factores que Afectan la Disponibilidad de Frijol en Centroamérica

Producción

El sector agropecuario es muy sensible al estímulo económico y es por ello que la producción se ha orientado siempre a la exportación por razones de mayor demanda y mejores precios.

Generalmente, los productos destinados a consumo interno manifiestan grandes variaciones que los acerca o los aleja del 100 por ciento de disponibilidad. Cuando los precios están altos, las cosechas son abundantes; esta alza en productividad ocasiona una baja en los precios, determinando así una baja productividad para el siguiente año, con una correspondiente alza en los precios. Este círculo vicioso podría interrumpirse formulando y efectuando programas de almacenamiento de granos, de precios de garantía y crédito y precios de sostenimiento para ciertos productos agrícolas.

Hay muchas consideraciones que justifican un incremento del cultivo de frijol y otras leguminosas, puesto que además de ser utilizadas por un amplio sector de la población para su propio consumo, particularmente en el área centroamericana, en donde es parte de la cultura de la región, un aumento en la producción de leguminosas aumentaría fuentes proteínicas destinadas a la industria animal, pudiéndose utilizar las semillas y el follaje. En agricultura, las leguminosas tienen un inestimable valor, manteniendo y mejorando la fertilidad de los suelos. Los suelos de naturaleza pobre o que hayan sido agotados por prácticas agrícolas inadecuadas o por un excesivo monocultivo, son característicamente pobres en nitrógeno y materia orgánica; el cultivo de leguminosas mejoraría estos suelos, aumentando el contenido de nitrógeno y materia orgánica, y eventualmente, mejorando la estructura del suelo.

Para obtener un aumento en la producción de frijol y de leguminosas en general, se ha sugerido designar nuevas áreas de cultivo, sin embargo, esto aseguraría mejores cosechas sólo por períodos cortos de tiempo. Tal vez una mejor utilización de las áreas que están siendo destinadas al cultivo, rendiría mejores frutos; pero esto requiere un considerable esfuerzo por parte de los agrónomos, desarrollando variedades nuevas, mejorando la fertilidad de los suelos, producción de semillas, mejoramiento genético y un eficiente control de plagas y enfermedades.

Pinchinat en 1965 (11) opinó que la baja productividad de leguminosas en Centroamérica puede atribuirse a los siguientes factores: a) condiciones ecológicas, b) incidencia de enfermedades e insectos, c) calidad de la semilla, d) prácticas agrícolas y manejo del cultivo y e) escasa relación entre demanda y producción. Las prácticas agrícolas utilizadas son completamente inapropiadas, lo cual es debido principalmente al empleo de áreas pequeñas de cultivo, las cuales interfieren con la adopción de técnicas mejoradas que obviamente requieren una inversión mayor.

Almacenamiento

Se considera que entre los factores que afectan la disponibilidad de las semillas leguminosas, el almacenamiento en condiciones inadecuadas juega un papel muy importante, contribuyendo a que anualmente se pierda una cantidad apreciable de frijol, que puede ser desde el 4 hasta el 69 por ciento (12). Entre los efectos adversos observados, el ataque

por los insectos y la pérdida de sus cualidades culinarias son los más importantes. Se considera un frijol de buena calidad, aquél que se ablanda en el tiempo normal de cocción, que es uniforme en tamaño y color, y que la semilla está intacta y en buenas condiciones sanitarias. Estas pérdidas se deben básicamente a un período largo de almacenamiento en condiciones inadecuadas.

Existen reportes en la literatura (13) indicando que la temperatura, el contenido de humedad y el tiempo de almacenamiento son las tres variables más importantes que deben ser controladas para mantener la estabilidad de este alimento. La interrelación entre estos parámetros ha indicado que las tres anteriores son las condiciones más desfavorables. Por ejemplo, un contenido de humedad de 10 por ciento o menor, en los frijoles, no afectaba al tiempo de cocción, independientemente de la temperatura y del tiempo de almacenamiento. Sin embargo, un contenido de humedad superior a 10 por ciento deterioraba las cualidades culinarias, demostrando buena correlación con la temperatura y el tiempo de almacenaje.

Estos resultados indican la importancia que se debe prestar a las condiciones de almacenamiento de las leguminosas. Sería de interés que se llevaran a cabo estudios de esta naturaleza en el área, bajo nuestras propias condiciones climáticas, y con nuestras variedades.

Estudios de esta naturaleza tendrían sin lugar a dudas, un efecto beneficioso, no sólo desde el punto de vista económico, sino que podrían contribuir a una mayor disponibilidad de este alimento básico en el área centroamericana.

Nuevas formas de utilización

a. Solo

Una de las maneras más efectivas de incrementar la utilización de un alimento, es diversificar sus formas de uso, a través de productos que sean más atractivos y fáciles de usar al consumidor.

En el caso del frijol, una de las desventajas, desde el punto de vista práctico, es el largo tiempo que se requiere para su cocción. Esta característica en cierto modo representa una desventaja al comparar con otros alimentos que se consumen diariamente.

En presentaciones anteriores (14) se ha propuesto la preparación de harinas precocidas de frijol; la elaboración de un producto de esta naturaleza presentaría las ventajas siguientes: 1) economía de tiempo y combustible en su preparación, 2) mayor estabilidad del producto, ya que el procesamiento es una de las maneras más efectivas de conservar sus propiedades físico-químicas y organolépticas y 3) este producto podría servir como vehículo a ciertos nutrimentos que son deficientes en la dieta de nuestras poblaciones.

Otra forma de preparación de frijol que se podría desarrollar en el área, sería la elaboración de frijoles enteros precocidos y deshidratados, los cuales tendrían las ventajas del producto anteriormente descrito, y en adición podría ser utilizado en la forma de frijoles cocidos enteros (parados), plato de gran aceptación en nuestro medio.

Existe actualmente una tecnología apropiada para el desarrollo de estos productos, permitiendo así el uso más cómodo y atractivo de este alimento. Por ejemplo, en el caso del frijol entero precocido, existen técnicas disponibles que dan como resultado un producto final que está listo para el consumo después de rehidratarlo y cocerlo por solamente 5-10 minutos, en comparación con el tiempo de 2-3 horas normalmente requerido para la cocción del frijol.

b. Combinado

Debido a su contenido relativamente alto de proteínas (alrededor de 23 por ciento), las leguminosas son consideradas como fuentes relativamente buenas de este nutrimento. La limitación desde el punto de vista de calidad proteínica, es su deficiencia en aminoácidos azufrados, lo cual puede ser parcialmente corregido al combinar el frijol con otros alimentos.

En realidad esto se hace en la práctica de una manera empírica y por lo tanto, con una menor eficiencia de utilización de estos nutrimentos. Se considera así que la utilización de las leguminosas en mezclas con otros alimentos no sólo sería más eficiente, desde el punto de vista nutritivo, sino que permitiría una utilización más amplia de este recurso natural que ocupa un lugar tan importante en nuestra dieta habitual.

Este concepto ha servido como base en muchas regiones del mundo, para desarrollar productos de alta calidad y cantidad proteínica, como una solución al combate del hambre y de la desnutrición

Estas mezclas están basadas en la combinación de cereales (maíz, sorgo, trigo) de concentrados proteínicos (harinas de maní, ajonjolí, coco), con diferentes especies de leguminosas (15).

Recientemente (16) el INCAP desarrollo mezclas vegetales a base de diferentes leguminosas como el caupí (*Vigna sinensis*) el gandul (*Cajanus cajan*) y el frijol negro (*Phaseolus vulgaris* L.). Estas mezclas contenían además, harina de semilla de algodón y harina de masa de maíz.

El valor nutritivo de estas preparaciones indica que son una excelente fuente de proteínas de buena calidad para nuestras poblaciones.

El Cuadro 6 muestra el valor nutritivo de estas mezclas, comparado con la caseína, considerado como proteína de referencia. Se puede observar que todas tienen un valor nutritivo relativamente alto y comparable a la caseína.

El escepticismo que a veces prevalece con respecto a la aceptación de nuevas formas de alimentos, no debe constituir una barrera para el desarrollo de estos productos. La medida de este cambio estará en gran parte gobernada a semejanza de otros países, por el avance tecnológico que se logre introducir.

Factores que Afectan al Consumo

1. Disponibilidad

Consideramos las proyecciones de la población para cada uno de los países del área, proporcionadas por la Organización de Estados Centroamericanos (ODECA), las cuales contienen estructura por edad y sexo, cada quinto año, entre 1965 y 1980, tomando como dieta base para el cálculo de las necesidades, las recomendaciones de ingesta mínima por productos. La disponibilidad del frijol para los países del área puede apreciarse en la Figura 2. Esta misma situación se refleja en los alimentos de origen animal, como son la leche, huevos y la carne. Excesos aparentes sólo se encuentran en maíz y azúcar. Se dice que los excesos son aparentes porque estos productos se consumen en cantidades mayores de lo recomendable nutricionalmente para satisfacer el déficit de otros alimentos, o se usan para otros propósitos como para alimentación de animales, en el caso del maíz, o para uso industrial en el caso del azúcar.

Cuadro 6. Valor nutritivo de mezclas vegetales a base de leguminosas¹

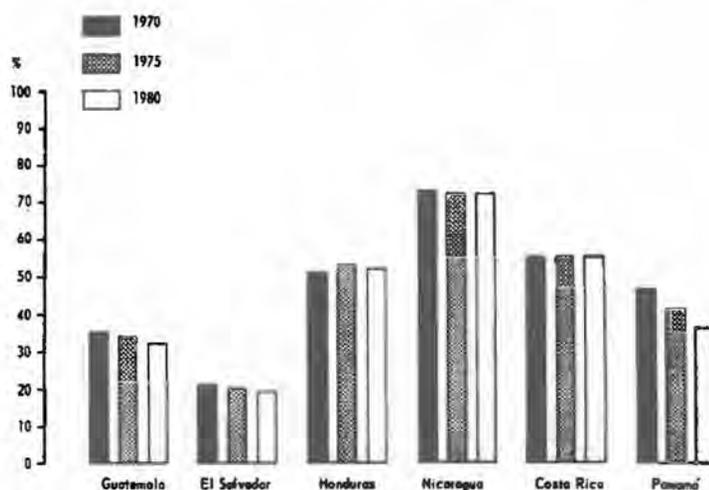
Ingredientes	1	2	3	4	5	6	7
Harina de semilla de algodón, %	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	
Harina de caupí, %	45.0	45.0					
Harina de gandul, %			45.0	45.0			
Harina de frijol negro, %					45.0	45.0	
Harina de maíz, %	25.0		25.0		25.0		
Harina de arroz, %		25.0		25.0		25.0	
Caseína libre de vitaminas, %							11.20
Proteína en la dieta, %	13.0	12.0	12.6	12.1	12.0	12.3	12.2
Ganancia en peso, g	126	129	106	101	97	99	126
Índice de eficiencia proteínica	2.18	2.27	2.16	2.21	2.19	2.14	2.73

¹ Proteína total en las mezclas: 27.5 por ciento

Tomado de: Elías, L.G., R.P. Bates y R. Bressani. "Mezclas vegetales para consumo humano." XVIII. Desarrollo de la mezcla vegetal INCAP 17, a base de semillas leguminosas. *Arch. Latinoamer. Nut.* 19:109-127, 1969.

Figura 2

DISPONIBILIDAD DE FRIJOL EN CENTRO AMÉRICA Y PANAMÁ¹



¹ Tomado de: Evaluación nutricional de la población de Centro América y Panamá. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), Oficina de Investigaciones Internacionales de los Institutos Nacionales de Salud (EE.UU.), Ministerios de Salud Pública de Centro América. Año 1969.

2. Precios

A excepción de Guatemala, hay una tendencia al incremento de precios a largo plazo; estas variaciones probablemente están relacionadas a la prevalencia de sistemas deficientes de abastecimiento. La experiencia de muchos países en desarrollo, y los centroamericanos entre ellos, en materia de productos básicos, es la de las bajas en precios, que tienen lugar en la época de cosecha, continúa con una tendencia al aumento, que alcanza su máximo en las proximidades de la cosecha siguiente. Estas fluctuaciones pueden ser amplias en extremo si se tienen problemas de comercio exterior, falta de existencias y poder comparador de los institutos reguladores.

3. Factores de acción fisiológica adversa

Un hecho plenamente reconocido por las poblaciones consumidoras de frijol, es que desde el punto de vista fisiológico, no se puede ingerir cantidades elevadas de este alimento, sin que se observen problemas de naturaleza digestiva. Esto se debe a la presencia de factores de acción fisiológica adversa, presentes en las leguminosas. Entre éstos los más conocidos son los inhibidores de la tripsina, las hemaglutininas y los factores de flatulencia.

4. Inhibidores de la tripsina

Los inhibidores de la tripsina son sustancias termolábiles, presentes en algunas semillas leguminosas crudas. A pesar de que las investigaciones llevadas a cabo con el propósito de elucidar la acción de estos factores han sido extensas, no se ha podido

llegar hasta la fecha, a una teoría final. Sin embargo, desde el punto de vista nutricional, hay un cúmulo de evidencia experimental que indica que la presencia de este factor o de otros inhibidores enzimáticos, pueden ser los responsables de la baja digestibilidad de la proteína de las leguminosas crudas. Este aspecto es de sumo interés en nutrición animal, ya que limita la utilización de esta fuente de proteína en forma cruda.

Aparte de estos inhibidores, se sabe también que algunas semillas leguminosas contienen otros principios tóxicos también termolábiles, como son las aglutinas, y entre ellas está la hemaglutinina o fitohemaglutinina, que tienen la propiedad de aglutinar los glóbulos rojos. Estas sustancias han sido encontradas en la soya (*Glicina max*) y en el frijol negro (*Phaseolus vulgaris L.*), en este último caso, conocida como faseolotoxina, que además de la acción hemaglutinante, tienen acción tóxica.

De acuerdo a ciertos estudios, la acción tóxica de las aglutinas podría ser explicada en base a un retardo en la absorción intestinal, ocasionado por la presencia de estas sustancias.

Otro factor de naturaleza diferente pero de igual importancia, es el hecho de que el consumo de leguminosas va acompañado de un aumento en la formación de gases en el tracto gastrointestinal, fenómeno conocido como "flatulencia."

En los últimos años, este problema ha recibido atención por parte de algunos investigadores, con el propósito de explicar el mecanismo por el cual el frijol provoca este fenómeno (13).

Cuadro 7. Precios del frijol en las capitales de Centro América (en centavos/kg)

Año	Guatemala	El Salvador	Honduras	Nicaragua	Costa Rica	Centro América
1965	23.8	19.6	16.2	18.8	24.3	20.5
1966	20.5	20.7	18.3	19.4	24.7	20.7
1967	22.6	25.7	19.8	25.9	28.0	24.4
1968	25.5	26.5	19.6	22.3	28.0	24.3
1969	23.2	25.3	16.7	21.6	26.0	22.5

Tomado de: SIECA, con base en informaciones de los Institutos reguladores de precios.

Desde el punto de vista de consumo de frijol, tanto los factores tóxicos como los de flatulencia, tienen gran importancia práctica, ya que se podría lograr mayor ingesta de este alimento si estos factores adversos pudieran ser controlados, ya sea a través de la selección de variedades con un contenido más bajo de estas sustancias, o por medio de un procesamiento adecuado.

Estas respuestas pueden ser obtenidas con un programa de investigación que combinaría los aspectos agronómicos, nutricionales y tecnológicos.

Factores que Afectan el Valor Proteínico del Frijol

1. Contenido de proteína y otros compuestos nitrogenados en semillas de leguminosas

Una gran porción de los diversos componentes orgánicos del frijol, consiste en sustancias tales como proteínas, aminoácidos libres y amidas. Sin embargo, la mayor parte de estos compuestos nitrogenados la constituyen las proteínas, habiendo muy poca información sobre los otros compuestos nitrogenados de las semillas leguminosas. El contenido de nitrógeno de las especies de frijoles que crecen y se cultivan en América Latina, ha sido informado como de 3,18 por ciento, por Cravioto y colaboradores en México (17). Para los países de Centroamérica, varios investigadores indican que el frijol contiene un promedio de 3,94 por ciento de nitrógeno (18, 19, 20, 21). Otras semillas leguminosas estudiadas, como el caupí y el gandul contienen al igual que el frijol, cantidades similares de nitrógeno. De estos estudios se llega a la conclusión que las diferentes especies de leguminosas comestibles poseen un contenido muy similar de proteína cruda total; existen algunas que se desvían del rango 18-22 por ciento de proteínas.

2. Efecto de variedad y ambiente sobre el contenido de proteína y aminoácidos de la semilla de frijol

Se han realizado relativamente pocos estudios referentes al efecto del suelo y ambiente, así como de los fertilizantes, sobre el contenido de proteína del frijol. Tandon y colaboradores (22) informaron en un estudio con 25 variedades cultivadas en dos diferentes localidades de Guatemala, que la proteína varió entre 20,1 y 27,9 por ciento, siendo ésta influida por la localidad. Efectos importantes de localidad sobre el contenido de proteína, han sido dados a conocer por

otros investigadores (23), sin embargo, el número es limitado y no indica cuál de los factores que forman el medio ambiente es el de mayor importancia.

Existen algunos estudios acerca del efecto de la aplicación de fertilizantes sobre el contenido de proteína del frijol, éstos aumentan los rendimientos y cantidad total de proteína por unidad de área, pero no tienen efecto sobre el contenido relativo de proteína cruda (24). Los resultados de varios investigadores (23, 25, 26, 27) indican que con toda probabilidad, la especie de la leguminosa tiene más influencia sobre el contenido de proteína que la localidad y los fertilizantes. Sin embargo, no puede llegarse a conclusiones definitivas ya que no existen suficientes estudios sobre este problema, el cual debería investigarse más.

Respecto al contenido de aminoácidos, los estudios realizados por Tandon y colaboradores (22) demostraron que el contenido de triptófano variaba significativamente entre 25 variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) lo cual era debido a la composición genética y a la localidad. También indicaron que la fertilidad del suelo alteraba significativamente el rendimiento, pero no el contenido de nitrógeno o de los aminoácidos metionina, lisina y triptófano.

Como en el caso de proteína total, se ha observado mayor variación en el contenido de aminoácidos entre especies de leguminosas que entre variedades de la misma especie. Esta variación ha sido encontrada para la mayor parte de los aminoácidos, con la posible excepción de metionina.

3. Valor nutritivo de la proteína de las semillas leguminosas

Las características principales de las proteínas de las semillas leguminosas es que son muy deficientes, principalmente en el aminoácido metionina y luego en triptófano. El coeficiente de digestibilidad de la proteína de las leguminosas varía ampliamente, entre valores de 51 hasta cifras de 92 por ciento. También se conocen variaciones grandes entre muestras de la misma variedad o especie. Asimismo, se ha indicado que ni la cocción ni cualquier otro tratamiento con calor, por ejemplo, cocción bajo presión, mejoran el coeficiente de digestibilidad de la proteína de las leguminosas.

Siendo la metionina el aminoácido limitante en la proteína del frijol, muchos trabajos indican que la adición de ese aminoácido se traduce en un aumento significativo en el valor biológico, pero no en el coeficiente de digestibilidad de la proteína (28, 29).

Debido a que la proteína de las semillas leguminosas contiene cantidades relativamente altas de lisina, aminoácido que se encuentra en deficiencia en los cereales, ya que éstos contienen más metionina que las leguminosas, existe una complementación entre las proteínas de estos dos alimentos, que da una proteína de mejor valor nutritivo. Se ha encontrado que la mejor combinación, bajo el punto de vista de calidad proteínica, entre maíz y frijol, es 72 gramos de maíz/28 gramos de frijol, y entre arroz y frijol, cuando el arroz aporta el 60 por ciento y el frijol el 40 por ciento de la proteína de la dieta.

BIBLIOGRAFIA

1. ALTSCHUL, A. M. "Brief overview of fortification." *In: Improving the nutrient quality of cereals.* Agency of International Development. Washington D.C. pp. A-13-A-18. 1971.
2. INSTITUTO DE NUTRICION DE CENTROAMERICA Y PANAMA (INCAP). "Evaluación Nutricional de la Población de Centro América y Panamá. Guatemala." INCAP. Oficina de Investigaciones Internacionales de los Institutos Nacionales de Salud (EUA) y Ministerios de Salud Pública y Asistencia Social, Guatemala, C. A., 136 p. y 5 apéndices. 1969.
3. INSTITUTO DE NUTRICION DE CENTROAMERICA Y PANAMA (INCAP). "Evaluación Nutricional de la Población de Centro América y Panamá. El Salvador." INCAP. Oficina de Investigaciones Internacionales de los Institutos Nacionales de Salud (EUA) y Ministerios de Salud Pública y Asistencia Social, El Salvador, C. A., 142 p. y 5 apéndices. 1969.
4. INSTITUTO DE NUTRICION DE CENTROAMERICA Y PANAMA (INCAP). "Evaluación Nutricional de la Población de Centro América y Panamá. Honduras." INCAP. Oficina de Investigaciones Internacionales de los Institutos Nacionales de Salud (EUA) y Ministerios de Salud Pública y Asistencia Social, Honduras, C. A., 124 p. y 5 apéndices. 1969.
5. INSTITUTO DE NUTRICION DE CENTROAMERICA Y PANAMA (INCAP). "Evaluación Nutricional de la Población de Centro América y Panamá. Nicaragua." INCAP. Oficina de Investigaciones Internacionales de los Institutos Nacionales de Salud (EUA) y Ministerios de Salud Pública y Asistencia Social, Nicaragua, C. A., 110 p. y 5 apéndices. 1969.
6. INSTITUTO DE NUTRICION DE CENTROAMERICA Y PANAMA (INCAP). "Evaluación Nutricional de la Población de Centro América y Panamá. Costa Rica." INCAP. Oficina de Investigaciones Internacionales de los Institutos Nacionales de Salud (EUA) y Ministerios de Salud Pública y Asistencia Social, Costa Rica, C. A., 113 p. y 5 apéndices. 1969.
7. INSTITUTO DE NUTRICION DE CENTROAMERICA Y PANAMA (INCAP). "Evaluación Nutricional de la Población de Centro América y Panamá. Panamá." INCAP. Oficina de Investigaciones Internacionales de los Institutos Nacionales de Salud (EUA) y Ministerios de Salud Pública y Asistencia Social, Panamá, 117 p. y 5 apéndices. 1969.
8. FAO Production yearbook 1968. FAO, Rome.
9. BRESSANI, R. "El valor nutricional del arroz en comparación con el de otros cereales en la dieta humana de América Latina." *In: Políticas Arroceras en América Latina.* Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). pp. 1-20. Cali, Colombia. 1972.

10. BRESSANI, R., VALIENTE, A. T. y TEJADA, C. E. "All-vegetable protein mixtures for human feeding." VI. The value of combinations of lime-treated corn and cooked black beans. *J. Food Science* 27:394. 1962.
11. PINCHINAT, A. M. "Factores limitantes en el cultivo de frijol en Centroamérica." In: Reunión Anual Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios (PCCMCA). XI Reunión. Panamá, marzo 17-19, 1965.
12. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. "Informal Working Bulletin No. 24" 1963.
13. BRESSANI, R. y ELIAS, L. G. "Legume Foods." In: *New Protein Foods*. Vol. 1 (A.M. Altschul, ed). Academic Press, New York, New York.
14. ELIAS, L. G. "Efecto del Procesamiento sobre el Valor Nutritivo del Frijol y sus preparaciones." In: Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios (PCCMCA). Frijol. XVI Reunión Anual, Antigua, Guatemala, enero 25-30, 1970. (C.L. Arias, ed). pp. 15-23. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la Organización de Estados Americanos. Mexico, D. F.
15. BRESSANI, R. y ELIAS, L. G. "Processed vegetable protein mixtures for human consumption in developing countries." *Adv. Food Res.* 16:1. 1968.
16. ELIAS, L. G., BATES, R. P. y BRESSANI, R. "Mezclas vegetales para consumo humano. XVIII. Desarrollo de la mezcla vegetal INCAP 17, a base de semillas leguminosas." *Arch. Latinoamer. Nut.* 19:109. 1969.
17. CRAVIOTO, R. B., LOCKHART, E. E., ANDERSON, R. K., MIRANDA, F. de P., and HARRIS, R. S. "Composition of typical mexican foods." *J. Nut.* 29:317. 1945.
18. ARROYAVE, G., MENDEZ, J. y BRESSANI, R. "Contenido de diversos nutrientes en alimentos procedentes de Centro América." *Arch. Venez. Nut.* 6:101. 1955.
19. BRESSANI, R., MENDEZ, J. y SCRIMSHAW, N. S. "Valor Nutritivo de los Frijoles Centroamericanos. III Variaciones en el contenido de proteína, metionina, triptófano, tiamina, riboflavina y niacina de muestras de *Phaseolus vulgaris* cultivados en Costa Rica, El Salvador y Honduras." *Arch. Venez. Nut.* 10: 71. 1960.
20. BRESSANI, R., ELIAS, L. G. y NAVARRETE, D. A. "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. 1961.
21. BRESSANI, R., MARCUCCI, E., ROBLES, C. E. y SCRIMSHAW, N. S. "Nutritive value of Central American beans. I. Variation in the nitrogen, tryptophan and niacin content of ten Guatemalan black beans (*Phaseolus vulgaris* L.) and the retention of the niacin after cooking." *Food Res.* 19:263. 1954.
22. TANDON, O. B., BRESSANI, R., SCRIMSHAW, N. S. y LE BEAU, F. "Nutritive value of beans. Nutrients in Central American beans." *J. Agric. Food Chem.* 5:137. 1957.
23. LANTZ, E. M., GOUGH, H. W. y CAMPBELL, A. M. "Effect of variety, location and years on the protein and amino acid content of dried beans." *J. Agric. Food Chem.* 6:58. 1958.
24. SCHARRER, K. y SCHREIBER, R. *Bodenk w Pflanzenernahr.* 30:360. 1943.
25. ELIAS, L. G., COLINDRES, R. y BRESSANI, R. "The nutritive value of eight varieties of cowpea (*Vigna sinensis*)." *J. Food Sci.* 29:18. 1964.

26. KAKADE, M. L. y EVANS, R. J. "Nutritive value of different varieties of navy beans." *Quarterly Bulletin, Michigan State University* 48:89. 1965.
27. PARWARDHAN, N. V. "Pulses and beans in human nutrition." *Amer. J. Clin. Nut.* 11:12. 1962.
28. JAFFE, W. G. "Limiting essential amino acids of some legume seeds." *Proc. Soc. Exptl. Biol. Med.* 71:398. 1949.
29. JAFFE, W. G. "El valor biológico comparativo de algunas leguminosas de importancia en la alimentación venezolana." *Arch. Venez. Nut.* 1:107. 1950.

PROYECTO DE NUTRICION A BASE DE SOYA EN COSTA RICA¹

Antonio M. Pinchinat, Ph. D.²

INTRODUCCION

La dieta en Costa Rica, especialmente en las zonas rurales, es deficiente en proteínas, de acuerdo con las recomendaciones de la FAO³. Por otro lado, entre las fuentes de proteína de origen vegetal, la soya (*Glycine max*) ocupa una posición ventajosa, tanto por la cantidad como por la calidad y el costo de la proteína.

Por eso la Cooperativa Americana de Remesas al Exterior (CARE) emprendió en 1971 en Costa Rica, un proyecto de nutrición a base de soya, cuyos procedimientos y resultados se presentan en este informe.

PROCEDIMIENTOS

Los esfuerzos se encaminan a lograr simultáneamente que la soya se cultive en una forma económicamente viable y se consuma directamente sin necesidad de procesamiento industrial. Se incluyen pruebas de variedades, zonas ecológicas, prácticas culturales y recetas culinarias, las cuales se llevan a cabo en colaboración con el Ministerio de Salubridad de Costa Rica, el IICA-CTEI y otras instituciones interesadas.

Tanto en el aspecto agronómico como en el puramente nutricional, se pone énfasis en mantener bajos los costos e inversión inicial, estimular la participación del mayor número de individuos y llegar a la adopción de las innovaciones sin violentar la costumbre. El proyecto en su fase inicial trabajó

principalmente con las escuelas primarias de las zonas periféricas de centros urbanos, donde se podría producir la soya a bajo costo, contar con la participación de un gran número de individuos e introducir más fácilmente, a través del sector menos reacio de la población, el consumo directo de la soya.

PRUEBAS Y RESULTADOS

Rendimiento

Las parcelas del ensayo de rendimiento en el año 1971 se colocaron en la huerta de cada una de 20 escuelas circundantes a la ciudad de Alajuela, Provincia de Alajuela, Costa Rica, escogidas con base en el interés del personal del plantel y la conveniencia del sitio para cultivar la soya. La altura de las huertas varió de 770 a 970 msnm. Se evaluó la variedad Amsoy (Grupo de maduración III), cuya semilla se clasificó en tres tratamientos, según la procedencia y preparación para la siembra.

1 Parte de la información presentada fue suministrada por la Cooperativa Americana de Remesas al Exterior (CARE) en Costa Rica, entidad con la cual colabora el Centro Tropical de Enseñanza e Investigación del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA (IICA-CTEI), Turrialba Costa Rica.

2 Genetista y Profesor en el IICA-CTEI.

3 FAO. Necesidad en proteínas. Informe del Comité de la FAO para el estudio de las necesidades en proteínas. Roma. p. 2-8, 1965.