

POSIBILIDADES EN EL MEJORAMIENTO PROTEINICO DEL FRIJOL Y SU CONTRIBUCION A ELEVAR EL NIVEL NUTRICIONAL DE LA DIETA CENTRO AMERICANA*

Luiz G. Elías**

A través de los años, el INCAP ha considerado como punto importante dentro de sus programas de investigación, el mejoramiento nutricional de los alimentos básicos del área Centro Americana.

Parte de este programa constituye la evaluación química y biológica de estos alimentos, así como de otras posibles fuentes de proteína que podrían ser disponibles a nuestros países en un futuro cercano a través de una tecnología apropiada. Como es obvio, se ha dedicado mayor atención al maíz, frijol y arroz, que constituyen en verdad las fuentes más importantes de nutrientes de nuestras poblaciones.

Para poder estudiar las limitaciones nutricionales de nuestra dieta, y la forma de mejorarla, ha sido necesario enfocar el problema en forma integral tomándose en cuenta: 1) que por lo general el alimento no es ingerido en forma aislada, y 2) que el mejoramiento individual de cada uno de los ingredientes, debe ser considerado en función de la

cantidad y calidad nutritiva que dicho alimento aporta a dieta global. Por supuesto, para la corrección y mejoramiento de estos factores limitantes, se necesita un conocimiento más profundo de las características químicas nutricionales, agronómicas y tecnológicas de cada uno de los componentes, así como los hábitos dietéticos de cada grupo de población.

El presente trabajo tiene como propósito en primer lugar informar sobre la evaluación química y nutricional de algunos cultivos de frijol de Centro América de acuerdo con el plan cooperativo entre el INCAP y PCCMCA, propuesto en la mesa de "Frijol", de reuniones anteriores. Asimismo se hará una serie de consideraciones sobre las características proteínicas deseables en el frijol con la finalidad de contribuir al mejoramiento de la dieta básica Centro Americana.

El primer cuadro enseña el contenido de proteínas de 31 cultivares de frijol enviadas al INCAP por el Servicio General de Investigación y Extensión Agrícola del Ministerio de Agricultura de Guatemala. Como se puede apreciar se trató de agrupar las muestras de acuerdo a su contenido de proteína; es interesante llamar atención para el contenido relativamente alto de proteínas de las tres variedades identificadas en el informe como *Valle 18; Antioquia 18 y Diacol Andino*.

* Trabajo a ser presentado en la XVII Reunión del PCCMCA, del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, a llevarse a cabo en Panamá, del 2 al 5 de Marzo de 1971.

** Científico de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos INCAP, Guatemala.

Cuadro 1. Contenido de proteínas de 31 selecciones de frijol de Guatemala, agrupadas por su contenido de proteína.

No. muestras	% proteína promedio	Rango
22	22.2 ± 0.15 ¹	20.6 - 23.0 ¹
6	24.6 ± 0.37	23.5 - 25.9
3	30.4 ± 2.7	27.5 - 35.9

¹ Error estándar

Los datos técnicos que identifican las muestras indicaron que estas muestras correspondían a los más bajos rendimientos; en verdad en un análisis estadístico de las 31 variedades, se encontró una correlación negativa significativa (-0.54) entre el contenido de proteínas y el rendimiento ($Y: -26 + 897 x$), resultados éstos, similares a otros estudios en cereales reportados en la literatura.

Sin embargo es posible, en este caso, que el bajo rendimiento observado pueda ser debido a una falta de adaptación de estas variedades, siendo lo más importante de es-

Cuadro 2. Composición química proximal de ocho selecciones de frijol provenientes de El Salvador
Valores expresados en 100 g de muestra.

Muestra	Humedad	Grasa	Fibra Cruda	Nitrógeno	Proteína	Ceniza
Rojo 27R	12.3	1.6	5.2	3.340	20.3	3.5
Negro S-184	12.0	1.7	4.9	3.591	22.4	4.0
Negro S-67N	10.9	1.6	5.5	3.853	24.1	4.0
Negro S-184	15.5	1.7	5.0	3.591	22.4	4.0
Negro opaco salvadoreño	11.4	1.8	5.7	3.374	21.1	4.1
Negro zapotitán 1	11.9	1.6	5.8	3.722	23.3	3.9
Rojo 27R	12.7	1.6	5.9	3.574	22.3	3.7
Negro San Andrés 1	12.4	1.8	5.7	3.408	21.3	4.0

Cuadro 3. Contenido de Lisina y Metionina en ocho selecciones de frijol provenientes de El Salvador.

Muestra	Lisina mg/g N	Metionina mg/g N
Rojo 27R - 1970	460	64
Negro S-184 - 1970	454	69
Rojo 27R - 1969	-	-
Negro S-184 - 1969	473	68
Negro S-67N - 1969	476	66
Negro opaco salvadoreño - 1969	410	59
Negro zapotitán 1 - 1969	431	54
Negro San Andrés 1 - 1969	-	-

tos resultados la posibilidad de introducir variedades con un mayor contenido de proteína, por razones que se discutirán más adelante.

La composición química de ocho selecciones de frijol originarias de El Salvador y enviadas al INCAP a través del PCCMCA, puede ser observado en el próximo cuadro (2). El análisis químico proximal no reveló ninguna diferencia notable entre las muestras y los valores encontrados indican que son cifras comúnmente encontradas en la mayoría de los frijoles, es decir, un contenido de grasa de alrededor de 2 por ciento y una cantidad de proteínas que varía entre 20 a 24 g por ciento. Lo mismo se puede decir de los demás nutrientes analizados. El contenido de Lisina y Metionina que se muestran en el cuadro 3, también indica valores normalmente encontrados de estos aminoácidos en las semillas leguminosas, es decir alrededor de 450 mg/g para la Lisina y de 65 mg/g para la Metionina, indicando como era de esperarse que el frijol es una fuente relativamente alta de Lisina y posee una marcada deficiencia en los aminoácidos azufrados. El nivel alto de Lisina es una de las características por las cuales el frijol es conocido como un suplemento natural de los cereales, por lo general son deficientes en lisina y contienen cantidades relativamente adecuadas de metionina.

A pesar de que la composición química proximal y el contenido de los aminoácidos analizados no revelaron ninguna diferencia significativa en las 8 selecciones estudiadas, la evaluación biológica indicó diferencias marcadas entre las muestras, como se puede observar en el siguiente cuadro (4). Para tal evaluación, se usaron ratas jóvenes en crecimiento, las cuales fueron alimentadas con dietas a base de diferentes frijoles y se midió durante 28 días el crecimiento de estos animales y la utilización de la proteína de cada uno de los cultivares. Las dos muestras del frijol rojo 27 y de las selecciones de los frijoles negros S-67N y el Zapotitán 1, indicaron poseer un mejor valor nutritivo en comparación con las demás muestras, como se puede apreciar por las ganancias en peso y los índices de eficiencia proteínica obtenidos, o sea el aumento de peso por gramo de proteína consumido. Con un valor nutritivo intermedio están los frijoles negros, opaco salvadoreño y San Andrés, y con los valores significativamente más bajos, las dos muestras del negro S-184. Es interesante llamar la atención para la reproductibilidad de los resulta-

dos de las muestras del frijol rojo 27 R y del frijol negro S-184, que fueron cosechados en dos épocas diferentes. Otro punto de interés es el hecho de que la composición química y los aminoácidos analizados no revelaron diferencias entre las 8 muestras, sin embargo, la evaluación biológica demostró diferencias notables. Es posible que la respuesta a esta pregunta se deba a diferencias entre la disponibilidad de estos nutrientes, es decir, que aquéllos con un mejor valor nutritivo posean un mayor coeficiente de digestibilidad, o una menor concentración de los inhibidores de crecimiento presentes en las leguminosas.

Cuadro 4. Valor nutritivo de ocho selecciones de frijol provenientes de El Salvador.

Muestra	Aumento en peso, g/28 días	Índice de eficiencia proteínica ¹
Rojo 27R - 1970	62 ± 4.52 ²	1.17 ± 0.03 ²
Negro S-184 - 1970	16 ± 2.3	0.47 ± 0.05
Rojo 27R - 1969	44 ± 3.1	1.13 ± 0.05
Negro S-184 - 1969	16 ± 2.4	0.45 ± 0.06
Negro S-67 - 1969	44 ± 5.0	0.98 ± 0.03
Negro opaco salvadoreño - 1969	32 ± 3.8	0.81 ± 0.05
Negro sapotitan		
1 - 1969	54 ± 2.5	1.13 ± 0.03
Negro San Andrés		
1 - 1969	42 ± 3.7	0.95 ± 0.04
Caseína	156 ± 7.0	2.29 ± 0.07

1 Índice de eficiencia proteínica: $\frac{\text{aumento en peso}}{\text{proteína consumida}}$

2 Error estándar

Se han tenido experiencias similares con otras variedades de frijol, como por ejemplo el cowpea, que posee un valor nutritivo superior al frijol corriente, a pesar de que tiene similar composición de aminoácidos al comparar con el frijol común. Según estos resultados, sería interesante también incluir en futuros estudios pruebas de digestibilidad y análisis de inhibidores de la tripsina, como un índice más para caracterizar mejor ciertas variedades de frijol.

Con la información presentada hasta este punto, se puede formular la siguiente pregunta —¿Cómo puede el frijol contribuir a un mejoramiento en el nivel nutricional de nuestras poblaciones?—. En el cuadro 5 se resumen algunos de los conceptos parcialmente soportados por evidencias experimentales y que se discuten como segunda parte de esta presentación.

1. Mejorando la *calidad* proteínica de la dieta a través de selecciones de un mayor contenido de lisina, triptofano y metionina, ya que la evidencia indica que estas son las principales limitaciones de la proteína.

2. Elevando la *cantidad* proteínica de la dieta a través de: a) selecciones con mayor contenido proteínico, y b) aumento en el consumo diario.

Cuadro 5.

Cómo puede el frijol contribuir a un mejoramiento en el nivel nutricional de nuestras poblaciones.

- 1 Mejorando la *calidad* proteínica de la dieta.
 - a) Selecciones con mayor contenido de Lisina, Triptófano y Metionina.
- 2 Elevando la *cantidad* proteínica de la dieta.
 - a) Selecciones con mayor contenido proteínico
 - b) Aumento en el consumo diario.

El cuadro 6 enseña la composición de una dieta de niños pre-escolares de áreas rurales de Guatemala. Es claro de estos datos, que las dos principales fuentes de proteína son el maíz y el frijol; el análisis químico ha indicado un contenido promedio de 9.0 g por ciento de proteína y un valor nutritivo relativamente bajo, es decir los principales factores limitantes son, calidad y cantidad proteínica. Para finalidades prácticas de experimentación y con base a la proporción de los ingredientes aquí descritos, se diseñó una dieta básica que permita llevar a cabo una serie de experimentos con el propósito de estudiar ciertas condiciones relacionadas a la importancia del frijol en la dieta global.

Cuadro 6. Composición de la dieta de niños pre-escolares de áreas rurales de Guatemala.

Alimento	g/día	%
Maíz	178	72.36
Frijol	20	8.13
Azúcar	34	13.82
Verduras	7	2.84
Tubérculos	2	0.81
Banano	4	1.63
Grasa	1	0.41
Total	246	100.00

Los cuadros 7 y 8, enfatizan el primer punto relacionado con la calidad de la dieta, y los resultados obtenidos indican que: 1) las deficiencias más importantes en la dieta básica son los aminoácidos, lisina y triptofano, en este caso, agregados en forma sintética. Eso se debe a que el maíz es el componente en mayor cantidad (72 por ciento) en la dieta; de esta manera se espera que un frijol que contenga mayores cantidades de estos dos aminoácidos, pueda contribuir beneficiosamente al mejoramiento global.

2) Que la adición de metionina aisladamente no resulta en ningún efecto beneficioso al valor nutritivo de la dieta total, en este caso debido a la menor proporción (8 por ciento) que contribuye. Sin embargo, un frijol con más alto contenido de los tres aminoácidos, sería de esperarse que resultara en un mayor beneficio como realmente se confirma con estos resultados.

Cuadro 7. Composición de la dieta básica experimental

Ingrediente	g	%
Harina de masa de maíz	72.40	
Harina de frijol cocido	8.10	
Azúcar (sucrosa)	13.80	
Harina de tubérculos	5.70	
Total	100.00	

Cuadro 8. Efecto de la suplementación con aminoácidos del maíz¹ y/o del frijol² sobre el valor proteínico de dietas rurales de Guatemala.

Tratamiento dieta basal	Aumento en peso, g*	Índice de eficiencia proteínica
Maíz sin Lis y Trip Frijol sin Met	69	2.11
Maíz con Lis y Trip Frijol sin Met	103	2.64
Maíz sin Lis y Trip Frijol con Met	66	1.93
Maíz con Lis y Trip Frijol con Met	108	2.69

* Peso inicial promedio : 44 gramos
Tiempo : 28 días

La figura 1, confirma en parte estos aspectos de calidad; en este caso, se enseña el valor nutritivo de diferentes combinaciones entre el frijol y el maíz corriente, y el opaco-2. La superioridad en la respuesta observada con las combinaciones entre el frijol negro y el opaco-2, se debe a que en este último las deficiencias de lisina y triptófano han sido ya corregidas en el grano, mejorando notablemente así, el crecimiento de los animales. Estos resultados también indican la importancia que puede tener la cantidad de frijol en la dieta corriente. Como se puede apreciar, el pun-

to máximo de la curva corresponde a la combinación correspondiente a 45 g de maíz y alrededor de 22 g de frijol. Nuestra dieta contiene entre 62 - 72 g de maíz y de 8 - 9 por ciento de frijol, que en este experimento corresponde a valores más bajos en el valor nutritivo, a juzgar por la forma en que se observa la curva correspondiente al maíz común. De esta manera, podemos suponer que una mayor ingesta de frijol en relación al maíz, también contribuiría a mejorar el valor nutritivo de la dieta. Se ha calculado en base de estos resultados, que la combinación ideal sería aquella cuya relación entre maíz y frijol sea de 2.4:1; la relación real en nuestra dieta es de alrededor de 6:1.

Una evidencia experimental adicional de la contribución del frijol a mejorar la dieta desde el punto de vista cantidad puede ser observada en el cuadro 9.

Cuadro 9.

Modificaciones a la dieta basal	% de proteína en la dieta	Aumento en peso g/28 días
8% Frijol	8.3	65
11% Frijol	9.2	85
18% Frijol	11.3	133
8% Frijol alto en proteína ¹	15.2	202
8% Frijol + Metionina ²	8.3	64

1 En calidad y cantidad

2 0.30 por ciento DL-Metionina

El aumento progresivo de la cantidad de frijol a la dieta basal, resulta en una mejora también progresiva en el valor nutritivo de la dieta. Asimismo, el agregado de la misma cantidad de frijol, pero con un contenido proteínico más alto y con una cantidad de los aminoácidos lisina y triptófano apropiados, indica un efecto altamente beneficioso. Nuevamente por las razones antes indicadas, la adición de metionina no indica ninguna mejora en la dieta.

Sería apropiado ahora analizar que las posibilidades mencionadas al mejoramiento del frijol, en función de nuestra dieta, aquella relacionada con el aumento diario en el consumo, sería más lógica y más fácil. Sin embargo, la práctica enseña que tal conclusión no es verdadera, y si no lo es, ¿cuáles son las razones?, será un factor económico, un factor fisiológico, o simplemente un hábito dietético difícil de cambiar?

Tales respuestas sólo podrán ser contestadas, posiblemente cuando existan mayores producciones, menor costo del alimento o mayor capacidad adquisitiva de nuestras poblaciones, así como una investigación básica más profunda, que pueda eliminar los posibles efectos adversos atribuidos a las leguminosas, como son, la flatulencia, los inhibidores del crecimiento y la baja digestibilidad.

El aumento en calidad y cantidad de proteínas en el frijol, presenta la ventaja práctica de que la dieta sería mejorada desde el punto de vista nutricional, sin que se alterara la

cantidad de frijol que actualmente forma parte de nuestro patrón dietético.

Que la cantidad y la calidad proteínica del frijol pueren ser mejoradas sin afectar otros parámetros agronómicos y económicos, son posibilidades más cercanas y para qui puedan volverse realidad, depende en gran parte del grupo de técnicos, cuya meta en común es elevar el nivel técnico y nutricional de estas poblaciones, a través del mejoramiento integral de los alimentos básicos.

Figura 1. Valor nutritivo de combinaciones entre el maíz y el frijol.

