

INFORMES GENERALES

MAIZ, ARROZ Y FRIJOL; SU VALOR NUTRITIVO Y FORMAS DE MEJORARLO

Ricardo Bressani

Es un hecho reconocido que la dieta básica de la mayor parte de la población de los países centroamericanos y de Panamá consiste de maíz, arroz y ciertas variedades de frijol. Como puede apreciarse en el Cuadro N° 1, la importancia del maíz difiere en cuanto a su grado de consumo en los seis países. Por ejemplo, en Panamá este cereal aporta alrededor de 11% de las calorías, mientras que en Honduras dicha cifra llega a 69%. Con relación a la ingesta diaria de proteína, el mismo cereal contribuye con 8% del consumo proteico total en Panamá, en contraste con 58% a que asciende en El Salvador. La situación es diferente en cuanto a la importancia del arroz, según se observa en el Cuadro N° 2. En este renglón, en Panamá dicho cereal aporta el 34% de las calorías y 28% de las proteínas totales, mientras que en Guatemala y Honduras sólo representa el 2% de las calorías y el 1% de las proteínas. Es interesante notar que el consumo de arroz en todos los países, con excepción de Panamá, es más alto en el área urbana que en los sectores rurales. Esto se debe probablemente a su menor disponibilidad y mayor costo en comparación con el maíz.

Los datos concernientes al frijol o semillas leguminosas similares indican que este alimento ocupa el segundo lugar en importancia en los seis países del Istmo. Las cantidades promedio que se consumen en cada uno de ellos se detallan en el Cuadro N° 3, donde se observa que en Panamá alcanza un total de 54 gramos por persona y proporciona 9% de las calorías y 21% de las proteínas. En los otros países de Centroamérica se consumen cantidades semejantes o aún más altas de frijol. Basta estudiar las cifras correspondientes a Nicaragua, país donde éstas alcanzan un valor diario de 85 gramos por persona. Es, pues, indiscutible que el maíz, el arroz y el frijol son elementos de suma importancia para la alimentación de los pobladores de Centroamérica y Panamá, y que, por consiguiente, es muy urgente dedicar los esfuerzos necesarios para aumentar su producción y mejorar, a la vez, su valor nutritivo (1-11).

En vista de estos hallazgos, el Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP), al iniciar sus funciones en 1949 enfocó el problema del

CUADRO N° 1

CONSUMO DIARIO DE MAIZ POR PERSONA EN AREAS RURALES DE CENTROAMERICA Y PANAMA

País	Peso	Calorías	Proteínas
	gramos	% del total	% del total
Panamá	69	11	8
Costa Rica	185	34	32
Nicaragua	300	57	40
Honduras	398	69	48
El Salvador	374	65	58
Guatemala	423	64	49

CUADRO N° 2

CONSUMO DIARIO DE ARROZ POR PERSONA EN AREAS RURALES DE CENTROAMERICA Y PANAMA

País	Peso*	Calorías	Proteínas
	gramos	% del total	% del total
Panamá	220 (172)	34	28
Costa Rica	46 (94)	9	9
Nicaragua	19 (63)	4	3
Honduras	9 (30)	2	1
El Salvador	19 (47)	4	3
Guatemala	10 (13)	2	1

* Las cifras en paréntesis representan el consumo en las áreas urbanas.

CUADRO N° 3

CONSUMO DIARIO DE FRIJOL POR PERSONA EN AREAS RURALES DE CENTROAMERICA Y PANAMA

País	Peso	Calorías	Proteínas
	gramos	% del total	% del total
Panamá	54	9	21
Costa Rica	64	12	33
Nicaragua	85	17	28
Honduras	56	10	18
Guatemala	58	8	16
El Salvador	60	13	25

valor nutritivo de estos alimentos con particular interés, dedicándole, hasta la fecha, gran parte de sus esfuerzos. Persigue con ello no sólo conocer su composición química y valor nutritivo, sino también buscar medios de orden genético, agronómico, tecnológico y nutricional para mejorar la calidad de estos tres alimentos desde el punto de vista de la nutrición.

Considerando que en el curso de esta Reunión se han de enfocar diversos aspectos concernientes a estos tres alimentos, a continuación me permitiré presentar una reseña de las múltiples investigaciones que el INCAP, a través de su División de Química Agrícola y de Alimentos, ha venido realizando en este rubro. Tendré también el gusto de dar a conocer algunos datos colectados por otros laboratorios sobre este mismo tema, ya que dicha información bien podría aplicarse con provecho en nuestro propio medio.

COMPOSICION QUIMICA

Me referiré, primeramente, a la composición química de estos tres alimentos, ya que ésta constituye el paso inicial hacia el enfoque del problema.

Como lo ilustra el Cuadro Nº 4, en lo que respecta a proteína, el frijol contiene cantidades más altas que los dos cereales, siendo el arroz inferior al maíz en este sentido. La concentración de los otros nutrimentos principales es similar, salvo en extracto etéreo, cuyo contenido es superior en el maíz. Aunque el problema nutricional más grave que enfrentan nuestros países es la escasez de proteína, no por eso deja de ser interesante un estudio comparativo de los tres alimentos que nos ocupan en cuanto a su contenido vitamínico. En el Cuadro Nº 5 se muestra la concentración de 4 vitaminas en el maíz, arroz y frijol. Como puede verse, si el maíz es amarillo, éste contiene cantidades más altas de pro-vitamina A (carotenos) que el arroz y el frijol. Los valores de riboflavina y tiamina en el arroz son inferiores a los del maíz y frijol, debido a que el arroz ha sido sometido a un proceso de refinamiento por el cual, al perder la cáscara, se eliminan cantidades significativas de estos nutrimentos. En cambio, la concentración de niacina es más alta en el arroz y semejante en el maíz y el frijol. En repetidas ocasiones se ha comprobado que la disponibilidad de la niacina para el organismo se encuentra reducida en el maíz, por lo que es digno de mención el hecho de que el proceso alcalino de cocción a que se somete el grano de maíz para consumo humano, aumenta la disponibilidad de dicha vitamina (12-15). En este caso, tal proceso tiene por resultado una mejora en el valor nutritivo del producto, en contraposición a lo que sucede con el arroz.

Como expresara anteriormente, el problema nutricional más serio que enfrentan los países del Istmo es la escasez de proteína. Por este motivo se ha puesto especial énfasis en estudios encaminados a conocer y mejorar el valor nutritivo de la proteína de estos tres alimentos. Según sabemos, el valor nutricional de la proteína está determinado principalmente

CUADRO Nº 4

COMPOSICION QUIMICA DEL MAIZ, ARROZ Y FRIJOL

(Expresada en gramos/100 gramos)

	Maíz ^a	Arroz ^b	Frijol ^c
Humedad	12.2	9.5	10.4
Proteína (N x 6.25)	8.4	7.8	22.7
Grasa	4.5	1.1	1.6
Ceniza	1.1	0.7	3.1
Fibra cruda	1.3	0.4	4.1
Carbohidratos	73.8	80.9	61.6
Calorías	358	375	343

a) Amarillo.
b) Sin cáscara.
c) Negro.

CUADRO Nº 5

CONTENIDO DE VITAMINAS DEL MAIZ, ARROZ Y FRIJOL

	Maíz ^a	Arroz ^b	Frijol ^c
Tiamina	0.48	0.15	0.47
Riboflavina	0.10	0.05	0.15
Niacina	1.90	2.94	2.09
Actividad de vitamina A	0.152	0.003	0.008

a) Amarillo.
b) Sin cáscara.
c) Negro.

por su contenido de aminoácidos esenciales. Es, pues, de interés observar en el Cuadro Nº 6 la concentración de los aminoácidos esenciales en estos tres alimentos, comparada con la concentración de los mismos en la leche. Evidentemente, la proteína del maíz es limitada en su contenido de lisina y triptofano. Por otro lado, estudios llevados a cabo en animales de experimentación indican también que la proteína del maíz es, además, deficiente en isoleucina (16-19). El arroz es, asimismo, deficiente en el aminoácido lisina y se ha demostrado que a ello se une su limitación en cuanto a treonina y metionina (20). En el caso del frijol, el aminoácido que limita la utilización de su proteína es la metionina (21-24).

Los datos que figuran en el Cuadro Nº 6 cubren también los porcentajes de digestibilidad de la proteína de los tres alimentos bajo discusión, pudiéndose notar que la proteína del arroz es más digerible que la del maíz y que la de ambos cereales supera en este sentido a la del frijol. Ello significa, por consiguiente, que la cantidad de aminoácidos utilizables es el factor responsable de que el valor nutritivo de la proteína sea inferior al que los análisis químicos muestran. Estas deficiencias de aminoácidos han sido confirmadas en repetidas ocasiones por el INCAP y por otros laboratorios en experimentos con animales. Por considerarlo de interés, me permitiré presentarles seguidamente algunos de los resultados de los estudios de suplementación con aminoácidos que comprueban biológicamente estas deficiencias.

leucina, también aumentaron ligeramente. Aunque los incrementos fueron relativamente pequeños, estos son de importancia para los seres humanos si se tiene en cuenta que el consumo diario **per cápita** sobrepasa en ciertas regiones medio kilo de maíz (29).

CUADRO Nº 8

EFFECTO DE LA FERTILIZACION CON ELEMENTOS MENORES SOBRE EL VALOR NUTRITIVO DEL MAÍZ

Tratamiento	Aumento en peso gramos/28 días	Índice de utilización proteica	Lisina mg./grano N
NPK + EM	19.9	1.02	273
NPK	20.1	1.00	222
Abono orgánico	25.2	1.26	275
AO + EM	25.6	1.24	278
EM	30.8	1.30	284
Testigo	24.2	1.08	265

AO == abono orgánico.

EM -- elementos menores.

El método de selección de variedades con un alto contenido proteico también ha sido investigado como medio para mejorar la calidad de la proteína de este cereal. Sin embargo, la aplicación de tal sistema se tradujo también en una variedad de maíz más rica en zeína y, por consiguiente, de valor nutritivo inferior. Se ha investigado asimismo, la selección de maíces con germen de mayor tamaño, ya que la proteína de éste es tan buena, en cuanto a valor nutritivo, como la carne. Se ha podido establecer así que los granos cuyo germen es de mayor tamaño tienen más valor nutricional y contienen más aceite; esta característica, sin embargo, no ha sido utilizada con la amplitud que sería de desear.

Finalmente, en lo relativo a este grano, se han hecho también estudios de medios puramente genéticos y, según revelan algunos informes, tal método de mejoramiento no ha rendido los resultados que era de esperar. No obstante, hace poco se ha informado (30) que pruebas preliminares al respecto indican que una cepa de maíz homocigoto para el gene recesivo mutante "opaco-2", tiene un endosperma cuyo contenido de lisina es de 4% de la proteína, el doble del que contiene el maíz híbrido norteamericano. Los estudios de extracción y fraccionamiento de la proteína a que se sometió el maíz, indicaron que el grano "opaco-2" contiene 15.7% de zeína y 42.3% de glutelina en función a la proteína total. Los maíces que se cultivan en Norte América y Guatemala contienen de 41 a 52% de zeína y de 17 a 28% de glutelina, en las mismas bases. En otras palabras, en el maíz "opaco-2" la proporción de zeína a glutelina se encuentra en razón inversa a la del maíz común. El contenido de aminoácidos de este grano, comparado con el del maíz corriente, se da a conocer en el Cuadro Nº 9. Puede notarse que la cepa "opaco-2" contiene 67% más de lisina y también cantidades mayores de histidina, arginina, ácido aspártico, glicina y cistina, con concentraciones menores de ácido glutámico, alanina, metionina, leucina y tirosina. Este

patrón de aminoácidos es nutricionalmente superior al de las variedades de maíz que se cultivan en la actualidad.

CUADRO Nº 9

CONTENIDO DE AMINOACIDOS EN EL MAÍZ CORRIENTE Y EN LA CEPA "OPACO-2"

Aminoácido	Endospermo	
	"Opaco-2"	Corriente
Lisina	3.39	2.00
Histidina	3.35	2.82
Arginina	5.10	3.76
Acido aspártico	8.45	6.17
Acido glutámico	19.13	21.30
Treonina	3.91	3.48
Serina	4.99	5.17
Prolina	9.36	9.67
Glicina	4.02	3.24
Alanina	6.99	8.13
Valina	4.98	4.68
Cistina	2.35	1.79
Metionina	2.00	2.83
Isoleucina	3.91	3.82
Leucina	11.63	14.29
Tirosina	4.71	5.26
Fenilalanina	4.96	5.29

a) Mertz, E. T. Bates, L. S. y Nelson, O. E.

Science 145: 279, 1964.

El aumento observado en lisina fue atribuido a tres factores: 1º) al incremento de la proteína soluble en ácido; 2º) a un aumento de lisina en la zeína, y 3º) a una reducción de la proporción zeína/glutelina.

Frijol

Los estudios encaminados a mejorar la calidad de la proteína del frijol son relativamente escasos, posiblemente debido a que esta leguminosa contiene más proteína que los cereales. En general, las investigaciones que persiguen el mejoramiento del frijol desde el punto de vista agronómico no tienen en cuenta, desafortunadamente, el incremento de su valor nutritivo. No obstante, existen varios trabajos que señalan que el contenido de proteína total del frijol depende de la variedad que se cultive y de la localidad donde éste se siembre; se ha logrado comprobar también que los fertilizantes nitrogenados aumentan la concentración proteica en el grano (22).

En el Cuadro Nº 10 se dan a conocer algunos resultados de algunas investigaciones realizadas por el INCAP. Como indican los datos, la cantidad de proteína varía entre 20.1 y 27.9%, o sea 3.21 y 4.46% de Nitrógeno, respectivamente, con un promedio, para todas las muestras, de 24.1%, esto es, 3.81% de Nitrógeno. El contenido de metionina y de lisina ofrece también grandes variaciones. Las diferencias en cuanto a Nitrógeno y lisina entre variedades y entre localidades fueron altamente significativas, mientras que las variaciones en metionina sólo fueron debidas a

localidad. El contenido de los tres nutrimentos mostró diferencias estadísticas muy significativas para las dos localidades en las cuales se cultivaron las variedades, hecho que muestra la interacción significativa de variedad y localidad. Los coeficientes de variación figuran también en el mismo cuadro. Por consiguiente, la manera más efectiva de aumentar el contenido de estos nutrimentos en el frijol es a través de la selección y distribución de las variedades más ricas en estos nutrimentos. Ya que los coeficientes de correlación entre los nutrimentos fueron todos positivos, es evidente que la selección de variedades en función de cualquier nutrimento no se traduciría en una disminución de los otros elementos investigados (22).

CUADRO N° 10

CONTENIDO PROMEDIO DE NITROGENO, METIONINA Y LISINA DE 25 VARIEDADES DE FRIJOL COSECHADO EN GUATEMALA EN 1951

	Nitrógeno %	Metionina gramos/ 16g. N	Lisina gramos/ 16g. N
Máximo	4.46	1.39	9.18
Mínimo	3.21	0.80	7.22
Promedio	3.81	1.03	8.24
	Componentes de variancia en %		
Variedad	47	45	23
Localidad	25	8	10
Variedad x localidad	13	28	33

Teniendo en cuenta que el frijol es una semilla leguminosa y que su proteína es deficiente en metionina, aminoácido que contiene azufre, el INCAP llevó a cabo estudios de fertilización con diversas concentraciones de azufre y con varios niveles de molibdeno. Se encontró que en dos casos la combinación de azufre con molibdeno producía frijoles que provocaban un mejor crecimiento de los animales en comparación con los grupos testigo y los otros tratamientos utilizados. A pesar de que los resultados están todavía inconclusos, se cree que la combinación de estos dos elementos menores se traduce en un incremento de metionina en la proteína y, consecuentemente, en un mayor valor nutritivo de las proteínas del frijol (31). No es necesario destacar la urgencia de realizar un mayor número de estudios de esta índole, así como de la aplicación de medios genéticos, ya que el frijol es particularmente importante porque puede mejorar significativamente la proteína de los dos cereales que aquí se han comentado, al consumirse juntos. Otras leguminosas utilizadas para alimentación humana también han sido objeto de estudio, pudiendo citar, a manera de ejemplo, el caupí y el gandul, cuyo valor nutritivo es superior al del frijol común.

Arroz

Al igual que el maíz, el contenido de proteína del arroz depende de la variedad y del medio ambiente.

Por lo general, las variedades de arroz de pericarpio rojo son ricas en proteína y el contenido de aminoácidos de la proteína del arroz depende de la concentración proteica del grano.

Como en el caso del maíz, la proteína total del arroz está formada por cuatro componentes o fracciones, de los cuales la orizerina es el principal. Esta proteína es de mejor valor nutritivo que las otras proteínas del grano y superior también a la zeína del maíz, de donde se desprende que el arroz tiene una proteína de mejor valor nutritivo que el maíz aún cuando en concentración un poco inferior. La proporción de las cuatro proteínas del arroz la afecta el nivel proteico, y si la proteína total aumenta, esta alza se refleja en un incremento de la orizerina. Por consiguiente, es más factible mejorar la calidad proteica del arroz, tanto por métodos de fertilización como por medios genéticos. En lo relativo al contenido proteico, en el Cuadro N° 11 se puede notar que el arroz con 9.08% de proteína contiene 4.97% de glutelina, mientras que el de 16.30% de proteína contiene 8.95% de dicha fracción. Los otros componentes no presentan, relativamente, mayores variaciones.

CUADRO N° 11

RELACION ENTRE EL CONTENIDO DE PROTEINA Y LAS FRACCIONES PROTEICAS DEL ARROZ^a

Contenido proteico	Fracción proteica, % peso seco			
	Albúmina	Globulina	Prolamina	Glutelina
9.08	0.42	0.58	0.27	4.97
10.00	0.34	0.44	0.23	6.01
12.20	0.38	0.60	0.34	6.70
13.91	0.43	0.70	0.34	7.60
16.30	0.44	0.61	0.57	8.95
r: proteínas x fracción	0.555	0.522	0.898**	0.986**

a) Juliano, B. O. Second Far East Symposium on Nutrition, Taipei, Taiwan, Mayo, 1964.

** Altamente significativo.

Hasta la fecha son pocos los estudios que han sido diseñados con el propósito de mejorar la calidad de la proteína del arroz, ya sea a través de métodos agronómicos o por procedimientos genéticos. Sin embargo, el Instituto de Investigación Internacional sobre Arroz, con sede en Los Baños, Laguna, Islas Filipinas, está empeñado en este tipo de trabajo con el fin de mejorar la cantidad y la calidad de la proteína del arroz, cereal que es consumido por gran número de los habitantes del Globo. Los resultados iniciales de estos estudios y de otras investigaciones semejantes indican que los métodos genéticos, la fertilización y el mejoramiento de las prácticas agrícolas, dan por resultado un arroz de más alto contenido proteico.

Mejoramiento del Valor Nutritivo del Maíz, Arroz y Frijol

Cocción.—A pesar de no ser de relación directa con los intereses de los ingenieros agrónomos, es imprescindible que en el desarrollo de un programa que persigue el aumento de alimentos básicos en la dieta habitual, como son el maíz, el arroz y el frijol, se consideren los cambios que estos productos sufren en el proceso de preparación para consumo humano. Esto es indudablemente de importancia, ya que permite la selección de variedades que al ser procesadas retengan sus características nutritivas y organolépticas. El método de cocción a que se someten el maíz y el frijol es provechoso, en vista de que cuando se efectúa con cuidado, da por resultado un mejor producto desde el punto de vista nutricional. A manera de ejemplo, se presentan en el Cuadro N° 12 los resultados del efecto del tiempo de cocción sobre el valor nutritivo del frijol, obtenidos en algunos estudios con animales de experimentación (24). Como puede observarse, cuando esta leguminosa no se somete a cocción no puede mantener un crecimiento normal de los animales, y éstos mueren pocos días después de haberla ingerido, debido a que en su forma cruda, el frijol contiene ciertos compuestos tóxicos. Sin embargo, según se nota, la cocción durante 10 minutos da por resultado un producto significativamente mejorado, hecho que se ha atribuido a la destrucción, por el calor de dichos compuestos tóxicos. Por el contrario, si la cocción se prolonga, su valor nutritivo puede llegar a deteriorarse, a causa de que la cocción destruye ciertos de los aminoácidos que la leguminosa contiene, o bien debido a que éstos reaccionan con otros compuestos orgánicos tornándose no utilizables para el organismo. En pocas palabras el punto a que deseo llegar con estas explicaciones es que puede y debe considerarse la selección de variedades de frijol que contengan una menor concentración de compuestos tóxicos o que estén libres de ellos, y a su vez contengan más metionina.

CUADRO N° 12

EFFECTO DEL TIEMPO DE COCCION SOBRE EL VALOR NUTRITIVO DEL FRIJOL Y DE LA LISINA DISPONIBLE

Tiempo cocción minutos	Aumento en peso gramos/28 días	Índice de Utilización Proteica Pap. 8	Lisina disponible g./16 g. de N
0	0 ^a	0	7.96
10	75	1.31	6.13
20	72	1.35	5.10
30	76	1.29	5.79
40	59	1.20	6.28

a) Todos los animales murieron.

La suplementación es otro medio con que se cuenta para mejorar el valor nutritivo del maíz y del arroz. En este caso, los cereales se complementan con concentrados proteicos ricos en los aminoácidos en que estos cereales son deficientes. En el Cuadro N° 13

se observa el efecto resultante del agregado de varias proteínas de origen animal y vegetal al maíz. El índice de utilización proteica, como puede verse, aumenta significativamente desde 1.00 hasta aproximadamente 2.40, con la adición de pequeñas cantidades de frijol de soya, leche, caseína, harina de algodón, harina de pescado y otros productos (32, 33). En el caso del arroz y del trigo, los resultados de esta práctica de suplementación han sido similares.

Como expusiera anteriormente, tanto la proteína del maíz como la del arroz son deficientes en el aminoácido lisina, en contraste con la proteína del frijol que sí es una fuente relativamente buena de este aminoácido. En cambio, los dos cereales, arroz y maíz, son mejores fuentes de metionina que el frijol. Es obvio, por consiguiente, que estos alimentos pueden complementarse el uno con el otro.

CUADRO N° 13

NIVELES DE CONCENTRADOS PROTEICOS PARA LA SUPPLANTACION OPTIMA DEL MAIZ

Suplemento	Cantidad óptima %	Índice de utilización proteica
Ninguno	—	1.00
Huevo	3.0	2.25
Caseína	4.0	2.21
Harina de carne	4.0	2.34
Harina de pescado	2.5	2.44
Proteína de soya	5.0	2.30
Harina de soya	8.0	2.25
Harina de algodón	8.0	1.83
Levadura torula	2.5	1.97
Harina de semilla de ayote (pepitoria)	5.5	1.73

La Fig. 2 muestra la complementación mediante diversas combinaciones de maíz y frijol (34, 35). Los resultados indican que la mejor combinación entre estos dos alimentos ocurre cuando cada uno de ellos aporta 50% de la proteína de la mezcla. En términos de peso de los alimentos totales, esta cifra equivale a 72 gramos de maíz y 28 gramos de frijol, que deben consumirse simultáneamente para la mejor utilización proteica de ambos alimentos. La gráfica también muestra que el valor nutritivo de esta mezcla es más alto que el de los ingredientes por sí solos, y que el maíz es nutricionalmente superior al frijol cuando éstos aportan la misma cantidad de proteína a la dieta en forma independiente.

Los resultados correspondientes a ciertas combinaciones entre frijol y arroz se dan a conocer en el Cuadro N° 14. En este caso es evidente que la mejor combinación es cuando el arroz aporta de 50 a 60% de la proteína de la dieta y el frijol el 40 a 50%. Estas cifras equivalen aproximadamente a 62.4 gramos de arroz y 8.9 gramos de frijol (80-20). De nuevo el valor nutritivo de la combinación supera a la de cada componente, siendo el arroz superior en este sentido al frijol, considerados ambos independientemente sobre las mismas bases proteicas (36).

CUADRO Nº 14

VALOR NUTRITIVO DE DIVERSAS COMBINACIONES DE PROTEINAS DEL ARROZ Y DEL FRIJOL

Arroz en dieta %	Frijol en dieta %	Aumento de peso de gramos/28 días	Indice de utilización proteico
89.0	0	40	2.3
71.2	5.9	51	2.7
62.4	8.9	52	2.7
53.4	11.9	53	2.6
44.5	14.9	51	2.6
35.6	17.8	38	2.3
17.8	23.8	18	1.3
0	29.7	-4	-

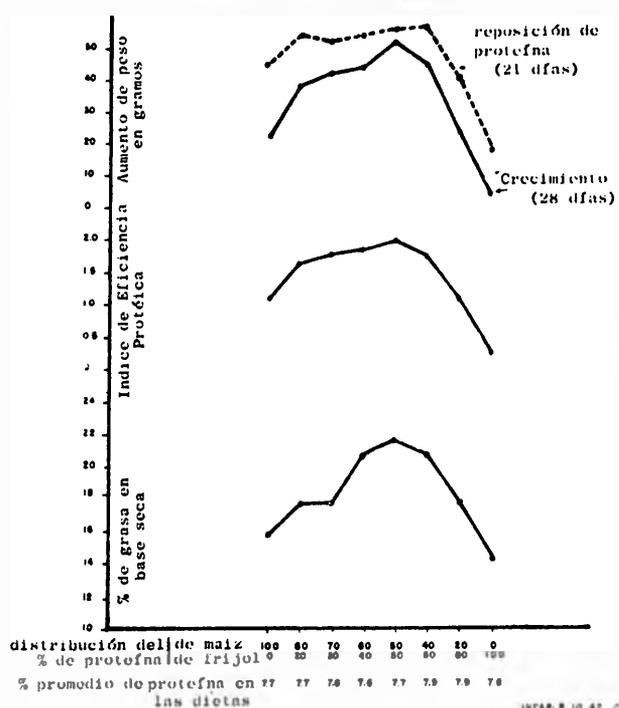


Fig. 2. Combinación óptima entre la proteína del maíz y la del frijol.

CONCLUSION

De la serie de resultados que me he permitido exponer podemos llegar a la conclusión de que sí es posible mejorar la calidad nutritiva de los tres alimentos básicos de la dieta habitual de los pobladores de Centroamérica y Panamá, ya sea por métodos puramente agronómicos, por medios genéticos o bien por la aplicación de ciertos sistemas de elaboración y suplementación.

El mejoramiento del valor nutritivo de estos productos es, no sólo sumamente deseable sino imperativo, puesto que al aumentar su eficiencia de utilización, se requiere menores cantidades del producto para alcanzar la misma finalidad. No menos importante, el estado nutricional de la población mejora y la misma cantidad de producto puede cubrir un mayor número de habitantes. Por estas razones, el INCAP considera que en los programas de mejoramiento de

estos alimentos deben tenerse muy en cuenta, no sólo los puntos de vista agronómicos sino la cooperación que debe existir entre agrónomos, bioquímicos y nutricionistas para el desarrollo de variedades que rindan más por unidad de área y que, a la vez, sean de un valor nutritivo superior para las poblaciones. Esto es factible ya que en la actualidad están funcionando en el mundo varias instituciones que, aun cuando las integran científicos con interés en diferentes campos, trabajan armoniosamente con la meta de lograr el desarrollo de variedades de alimentos básicos que satisfagan los requisitos mencionados.

Es, pues, urgente que los organismos con actividades agrícolas y nutricionales de los países del Istmo Centroamericano unan también sus esfuerzos, cooperando en la solución del problema sobre el cual ha versado esta presentación. Deseo así insistir en que ya es tiempo de que nuestros países se den cabal cuenta del problema y que fomenten esa cooperación indispensable entre técnicos, agrónomos, nutricionistas y bioquímicos con el fin de que en un futuro no lejano podamos situar al alcance de la población centroamericana y panameña, suficientes alimentos de calidad nutritiva superior.

Hoy, en 1965, el problema tiene ya caracteres serios que, de no aliviarse mediante esta política, seguirá agravándose en los años venideros.

BIBLIOGRAFIA

1. FLORES, M. Food patterns in Central America and Panama. En: *Tradition Science and Practice in Dietetics*. Proceedings of the 3rd International Congress of Dietetics. London, July 10-14, 1961. Yorkshire, Great Britain, Wm. Byles and Sons Ltd. of Bradford, 1961. p. 23-27.
2. FLORES, M. y REH, E. Estudios de hábitos dietéticos en poblaciones de Guatemala. I. Magdalena Milpas Altas. *Bol. Ofic. Sanit. Panamer.* (Supl. Nº 2), p. 90-128, 1955.
3. SOGANDARES L. GALINDO, A. P. de y Mejía, H. P. Estudios dietéticos de grupos urbanos y rurales de la República de El Salvador. *Bol. Ofic. Sanit. Panamer.* (Supl. Nº 1), p. 27-37, 1953.
4. CASTILLO, A. S. y FLORES, M. Estudios dietéticos en El Salvador. II. Cantón Platanillos, Municipio de Quezaltepeque, Departamento de La Libertad. *Bol. Ofic. Sanit. Panamer.* (Supl. Nº 2), p. 54-65, 1955.
5. REH, E. y FAJARDO, G. Condiciones de vida y de alimentación de algunos grupos de población urbana y rural de la zona central de Honduras. En: *Estudios Nutricionales en Honduras*. Honduras, Ministerio de Sanidad y Beneficencia, Dirección General de Sanidad Pública, Departamento de Nutrición, en colaboración con el Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá. Tegucigalpa, D. C., Talleres Tipográficos Nacionales, 1955. p. 7-48.
6. FLORES, M., CAPUTTI, T. H. y LEYTON, Z., con la colaboración de L. M. PINEDA, M. ROMERO y K. VEGA. Estudios dietéticos en Nicaragua. I. Municipio de San Isidro, Departamento de Metagalpa. *Boletín Sanitario* (Nicaragua). (Edición especial dedicada a labores del INCAP en Nicaragua). p. 2-21, julio de 1956.

7. FLORES, M., con la colaboración de Z. Leytón y B. García. Estudios dietéticos en Nicaragua. II. Barrio de San Luis, Ciudad de Managua. *Boletín Sanitario* (Nicaragua), (Edición especial dedicada a labores del INCAP en Nicaragua), p. 31-51, julio de 1956.
8. FLORES, M., BRICEÑO E., FLORES, Z. Resultados de una encuesta nutricional en el cantón de Bagaces. Provincia de Guanacaste, Costa Rica. *Bol. Ofic. Sanit. Panamer.* 55: 405-415, 1963.
9. REH, E y FERNANDEZ, C. Condiciones de vida y de alimentación en cuatro grupos de población de la zona central de Costa Rica. *Bol. Ofic. Sanit. Panamer.* (Supl. Nº 2), p. 66-89, 1955.
10. SOGANDARES, L. y BARRIOS, G. DE. Estudios dietéticos en Panamá. I. La Mesa, Provincia de Veraguas. *Bol. Ofic. Sanit. Panamer.* (Supl. Nº 2), p. 38-46, 1955.
11. SOGANDARES, L., con la colaboración de G. de Barrios y E. Z. de Corcó. Estudios dietéticos en Panamá. II. Barrio El Chorrillo, Ciudad de Panamá. *Bol. Ofic. Sanit. Panamer.* (Supl. Nº 2), p. 47-53, 1955.
12. BRESSANI, R. Efecto del tratamiento con cal sobre ciertas características de las proteínas del maíz. *Bol. Ofic. Sanit. Panamer.* (Supl. Nº 3), p. 184, 1959.
13. BRESSANI, R., PAZ Y PAZ, R. y SCRIMSHAW, N. S. Cambios químicos en el maíz durante la preparación de las tortillas. Publicaciones Científicas del Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá, Recopilación Nº 4. Washington, D. C., Organización Panamericana de la Salud. p. 279-290, 1962. Publicaciones Científicas Nº 59.
14. BRESSANI, R. y SCRIMSHAW, N. S. Efectos del tratamiento alcalino sobre la disponibilidad, *in vitro*, de los aminoácidos esenciales y solubilidad de las fracciones proteicas del maíz. Publicaciones Científicas del Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá. Recopilación Nº 4. Washington, D. C., Organización Panamericana de la Salud. p. 309-318, 1962. Publicaciones Científicas Nº 59.
15. SQUIBB R. L., BRAHAM, J. E., ARROYAVE, G. y SCHIMSHAW, N. S. Dietas deficientes en niacina y de bajo contenido en triptofano suplementadas con frijol y maíz tratado con cal, en ratas. *Bol. Ofic. Sanit. Panamer.* (Supl. Nº 2), p. 194, 1955.
16. AGUIRRE, F., ROBLES, C. E. y SCRIMSHAW, N. S. El valor nutritivo de las variedades de maíz cultivadas en Centroamérica. II. Contenido de lisina y metionina en veintitrés variedades de Guatemala. *Bol. Ofic. Sanit. Panamer.* (Supl. Nº 1), p. 89-95, 1953.
17. AGUIRRE, F., BRESSANI, R. y SCHIMSHAW, N. S. El valor nutritivo de las variedades de maíz cultivadas en Centroamérica. III. Contenido de triptofano, niacina, tiamina y riboflavina en veintitrés variedades de Guatemala. *Bol. Ofic. Sanit. Panamer.* (Supl. Nº 1) p. 95-103, 1953.
18. BRESSANI, R., ELIAS, L. G., SANTOS, M., NAVARRETE, D. y SCHIMSHAW, N. S. El contenido de Nitrógeno y de aminoácidos esenciales de diversas selecciones de maíz. *Arch. Venezol. Nutric.* 10: 85-100, 1960.
19. BRESSANI, R., ELIAS, L. G. y SCRIMSHAW, N. S. y GUZMAN, M. A. Nutritive value of Central American corns. VI. Varietal and environmental influence on the Nitrogen, essential amino acid, and fat content of ten varieties. *Cereal Chem.* 39: 56-67, 1962.
20. HARPER, A. E. AND MUELENAERE, H. J. H. DE, The nutritive value of cereal proteins with special reference to the availability of amino acids. *Proc. 5th International Congress of Biochemistry* 8: 82-107, 1963.
21. BRESSANI, R., MARCUCCI, E., ROBLES, C. E. y SCRIMSHAW, N. S. Valor nutritivo de los frijoles centroamericanos. I. Variación en el contenido de Nitrógeno, triptofano y niacina en diez variedades de frijol negro (*Phaseolus vulgaris*, L.) cultivadas en Guatemala y su retención de la niacina después del cocimiento. *Bol. Ofic. Sanit. Panamer.* (Supl. Nº 2), p. 201-206, 1955.
22. TANDON, O. B., BRESSANI, R., SCRIMSHAW, N. S. y LEBEAU, F. El valor nutritivo de los frijoles. Contenido de nutrientes de variedades de frijoles cultivadas en Centroamérica. *Bol. Ofic. Sanit. Panamer.* (Supl. Nº 3) p. 185-196, 1959.
23. BRESSANI, R., MENDEZ, J. y SCRIMSHAW, N. N. Valor nutritivo de los frijoles centroamericanos. III. Variaciones en el contenido de proteínas, metionina, triptofano, tiamina, riboflavina y niacina de muestras de *Phaseolus vulgaris* cultivadas en Costa Rica, El Salvador y Honduras. *Arch. Venezol. Nutric.* 10: 71-84, 1960.
24. BRESSANI, R., ELIAS, L. G. y VALIENTE, A. T. Effect of cooking and of amino acid supplementation on the nutritive value of black beans (*Phaseolus vulgaris*, L.) *Brit. J. Nutrition* 17: 69-78, 1963.
25. BRESSANI, R., BEHAR, M., SCRIMSHAW, N. S. y VITERI, F. Suplementación de la masa de maíz con aminoácidos. Publicaciones Científicas del Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá. Recopilación Nº 4. Washington, D. C., Organización Panamericana de la Salud. p. 307-308, 1962. Publicaciones Científicas Nº 59.
26. BRESSANI, R., SCRIMSHAW, N. S., BEHAR, M. y VITERI, F. Suplementación con aminoácidos de las proteínas de los cereales. II. Efecto de la suplementación con aminoácidos de la masa de maíz, a niveles intermedios de ingesta proteica, sobre la retención de Nitrógeno de niños pequeños. Publicaciones Científicas del Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá, Recopilación Nº 4. Washington, D. C., Organización Panamericana de la Salud. p. 259-269, 1962. Publicaciones Científicas Nº 59.
27. BRESSANI, R. y MERTZ, E. T. Studies on corn proteins. IV. Protein and amino acid content of different corn varieties. *Cereal Chem.* 35: 227-235, 1958.
28. BRESSANI, R. y CONDE, R. Changes in the chemical composition and in the distribution of nitrogen of maize at different stages of development. *Cereal Chem.* 38: 76-84, 1961.
29. ARAGON, R. y BRESSANI, R. Efecto de la fertilización con elementos menores sobre el valor proteico del maíz y del maicillo. (Manuscrito en preparación).
30. MERTZ, E. T., BATES, L. S. y NELSON, O. E. Mutant gene that changes protein composition and increases lysine content of maize endosperm. *Science* 145: 279-280, 1964.
31. INSTITUTO DE NUTRICION DE CENTROAMERICA Y PANAMA. Datos no publicados.
32. BRESSANI, R., AGUIRRE, A. y SCRIMSHAW, N. S. All-vegetable protein mixtures for human feeding. II. The nutritive value of corn, sorghum, rice and buckwheat substituted for limetreated corn in INCAP Vegetable Mixture Eight. *J. Nutrition* 69: 351-355, 1959.
33. BRESSANI, R. y MARENCO, E. The enrichment of lime-treated corn flour with proteins, lysine and tryptophan, and vitamins. *J. Agr. Food Chem.* 11: 517-522, 1963.
34. SQUIBB, R. L., BRAHAM, J. E., ARROYAVE, G. y SCRIMSHAW, N. S. Comparación del efecto de la suplementación del maíz crudo y de las tortillas (maíz tratado con cal) con niacina, triptofano o frijoles, sobre el crecimiento y contenido de nia-

- cina de los músculos de las ratas. Publicaciones Científicas del Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá. Recopilación N° 4. Washington, D. C., Organización Panamericana de la Salud, p. 319-327, 1962. Publicaciones Científicas N° 59.
35. **BRESSANI, R., VALIENTE, A. T. y TEJEDA, C.** 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.
36. **BRESSANI, R. y VALIENTE, A. T.** All-vegetable protein mixtures for human feeding. VII. Protein complementation between polished rice and cooked black beans. **J. Food Sci.** 27: 401-406. 1962.

COORDINACION DE LA INVESTIGACION AGROPECUARIA EN EL ISTMO CENTROAMERICANO

Mario Gutiérrez G.

2340

INTRODUCCION

El Subcomité Centroamericano de Desarrollo Económico Agropecuario en su primera reunión celebrada en San José, Costa Rica, del 28 de octubre al 4 de noviembre de 1964, resolvió:

"4 Solicitar del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas:

- a) que, en consulta y con la cooperación de la SIECA para los aspectos relacionados con la integración económica, se haga cargo de las actividades regionales tendientes a la coordinación de los programas nacionales de investigación agropecuaria en sus aspectos técnicos;
- b) que, para ello, organice el proyecto respectivo dentro del programa de la Zona Norte, asignándole, a través de su Junta Directiva, los recursos requeridos para su mejor realización; y
- c) que mantenga informado al Subcomité acerca de la marcha de estas tareas, a fin de facilitar el gradual establecimiento de nexos adecuados con las demás actividades de la integración económica en el sector agropecuario.

5. Recomendar que, en cada país se designe una institución pública especializada en la investigación agropecuaria para establecer, por lo que hace a las actividades señaladas en los numerales anteriores, el enlace necesario entre los organismos nacionales y el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas; y que los acuerdos centroamericanos de coordinación a que se llegue en esta materia se incorporen en los programas de desarrollo agropecuario para asegurar su inclusión en los presupuestos nacionales correspondientes".

El propósito de esta intervención es discutir la importancia y características generales del sector agropecuario en la economía del Istmo Centroamericano; la necesidad de su mejoramiento; las posibilidades de una acción coordinada en los programas de investigación agropecuaria; los requisitos para que la misma acción sea efectiva y que se presente a los concurrentes los objetivos generales y modus operandi que se pretende dar al programa de coordinación de la investigación agropecuaria en el Istmo Centroameri-

cano que desarrollará la Dirección Regional para la Zona Norte del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, a pedido del Subcomité Centroamericano de Desarrollo Económico Agropecuario. Dado el interés de los asistentes a esta reunión, las discusiones se limitarán a maíz, frijol y arroz, sin que ello implique en forma alguna que estos son los únicos productos de importancia en el desarrollo agropecuario del área. El enfoque de la discusión sobre producción, tendencias y necesidades de granos básicos, que forman el marco de referencia del programa, serán presentados en escala regional como consecuencia de la naturaleza de éste.

Importancia y características de la producción agropecuaria en el Istmo Centroamericano

Los países del Istmo Centroamericano que tienen un área combinada de 515,540 km²*, contaban a mediados de 1964 con una población estimada de 13.2 millones de habitantes y una tasa anual de crecimiento de población de 3.1%**.

La agricultura es la actividad de mayor importancia económica en la región, tanto desde el punto de vista del área ocupada por las explotaciones agrícolas (23% del territorio), de su contribución al producto nacional bruto (34% en 1964)***, como desde el punto de vista del porcentaje de la población dedicado a actividades agropecuarias (cerca de dos tercios en 1962)***. Se ha estimado** que el número de familias que en 1962 dependía de la actividad agropecuaria era superior a 1.300,000 (aproximadamente 7.500,000 de personas); y, calculado que, en ese mismo año, había alrededor de un millón de desempleados en las áreas rurales y que su número llegaría a 1.400,000 a fines de 1969. Dada la importancia eco-

* SIECA. Tercer Compendio Estadístico Centroamericano. Guatemala, 1963.

** U.S.D.A. Economic Research Service. The 1965 Western Hemisphere Agricultural Situation. E.R.S. Foreign 113. Washington, D. C. February 1965.

*** MISION CONJUNTA DE PROGRAMACION PARA CENTROAMERICA. Lineamientos de un programa de desarrollo agropecuario para Centroamérica 1965-69. Octubre de 1964.