

La calidad proteínica del maíz opaco-2 como ingrediente de dietas rurales de Guatemala^{1,2}

RICARDO BRESSANI³ y LUIZ G. ELIAS⁴

Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), Guatemala, C. A.

RESUMEN

Se llevó a cabo un estudio con el fin de evaluar la calidad de la proteína del maíz opaco-2, utilizando éste como parte de una dieta similar a la típica del medio rural de Guatemala. La evaluación se realizó en perros por medio de la técnica de balance de nitrógeno, comparando las respuestas obtenidas al administrarse opaco-2, con las que indujo el maíz común, ya fuese solo o suplementado con lisina y triptofano. Se emplearon tanto perros jóvenes como adultos, los que recibieron dos niveles de proteína en una dieta formada por 82.8% de maíz y 10.5% de harina de frijol.

En síntesis, los datos revelaron que el valor nutritivo de la proteína del opaco-2, utilizado como uno de los componentes de las dietas, es más alto y parecido al del maíz común suplementado con lisina y triptofano. Según pudo comprobarse en las pruebas de evaluación, las dietas del tipo que se empleó en este estudio, son muy voluminosas. Debido a ello, algunos perros la rechazaron, hecho indicativo de que la ingesta de proteína no puede aumentarse a través de un mayor consumo de alimento. Se comprobó, asimismo, que tanto el maíz común como el opaco-2 son deficientes

-
1. Trabajo presentado en la II Reunión Científica de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición y II Congreso de la Sociedad Chilena de Nutrición, Bromatología y Toxicología con la adhesión de la Sociedad Chilena de Tecnología de Alimentos, Viña del Mar, Chile, del 2 al 6 de diciembre de 1970, y en la XVII Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios (PCCMCA), Panamá, del 2 al 5 de marzo de 1971.
 2. Esta investigación se llevó a cabo con asistencia financiera de los Institutos Nacionales de Salud de los Estados Unidos de América (NIH), con sede en Bethesda, Maryland (Subvención Nº 5 R 22 HDO3552-03).
 3. Jefe de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá.
 4. Científico de la citada División.
Publicación INCAP E-643.
Recibido: 11-5-1972.

en nitrógeno total. El agregado de nitrógeno no esencial favorece la calidad relativa del maíz común, tanto libre de suplemento como con el agregado de aminoácidos, al igual que la del opaco-2. Este resultado, aunque no conclusivo por haberse obtenido con una ingesta mayor de nitrógeno total, sugiere una posible mejor utilización del nitrógeno esencial suministrado por la proteína del maíz. Se postula que el uso de maíces ricos en proteína puede favorecer la calidad proteínica de las dietas a base de maíz y frijol. Se concluye que las deficiencias del maíz son factibles de corregir al suplementarse con un concentrado proteínico rico en lisina y triptofano. Ello permite incrementar la cantidad de proteína de la dieta global y, a la vez, mejorar su calidad.

INTRODUCCION

La dieta típica rural de Guatemala contiene cantidades altas de maíz, cereal que se consume en forma de tortilla y que contribuye con 53% de la proteína y 65% de las calorías totales ingeridas, por persona y por día (1). El frijol constituye el otro alimento básico de dichas dietas y su aporte proteínico casi cubre el porcentaje restante en la ingesta de este nutriente (1). Debido a que la concentración proteínica del frijol casi duplica la del maíz, y ya que esta proteína también contiene cantidades relativamente altas de lisina (2) —que es el aminoácido más deficiente en la proteína del maíz (3)— el frijol representa el suplemento proteínico de la tortilla y, por lo tanto, induce un leve mejoramiento en la calidad nutritiva de la proteína de la dieta. Sin embargo, la calidad de esta dieta deja mucho que desear a causa de su deficiencia en los aminoácidos lisina y triptofano (4).

La dieta en referencia sería muy superior en cuanto a calidad si en vez de usarse el maíz de cultivo común en la región se utilizasen variedades que contienen el gene opaco-2, el cual aumenta el contenido de lisina y triptofano del grano (5). La mayor disponibilidad de estos dos aminoácidos mejora la calidad proteínica del maíz, siendo razonable suponer que también podrían hacerlo en el caso de una dieta mixta a base de maíz opaco-2 y frijol.

Excepto en el caso de animales de crianza (cerdos y aves) (6-10), en los que el opaco-2 ha sido estudiado como componente de dietas experimentales, la calidad de la proteína de dicha variedad de maíz no ha sido investigada cuando este cereal forma parte de dietas semejantes a las que acostumbran poblaciones que consumen maíz como alimento básico.

El propósito del presente estudio fue evaluar la calidad de la dieta del área rural de Guatemala, a base de maíz y frijol, usándose maíz con el gene opaco-2. Se investigó además, el efecto de un incremento en la ingesta de nitrógeno proveniente de dicha dieta, así como de nitrógeno no específico.

MATERIALES Y METODOS

En el presente estudio se utilizó maíz común amarillo molido finamente. El maíz con el que el gene opaco-2 se obtuvo de la Universidad de Purdue, Lafayette, Indiana, Estados Unidos. En los últimos experimentos de la serie se usó opaco-2 cultivado en la finca experimental del INCAP.

El otro ingrediente de las dietas fue una pasta de frijol negro con el agregado de aceite hidrogenado disponible en el mercado local, que primero fue deshidratada por liofilización, y luego molida. Esta harina contenía: humedad, 1.3%; grasa, 27.0%; fibra cruda, 4.4%, nitrógeno, 2.80% y ceniza, 5.5 por ciento.

Concretamente la dieta basal contenía: harina de maíz común o de opaco-2, 82.8%; harina de frijol negro, 10.5%; sales minerales, 4.0%; mezcla vitamínica, 0.1%,⁵ y azúcar, 2.6%. Su contenido proteínico fluctuaba entre 7.0 y 8.0%, y el de calorías era de alrededor de 377 por 100 gramos.

Se llevaron a cabo cinco experimentos: en el primero se utilizaron 4 perros adultos; en el segundo, tercero y cuarto ensayos, 6 perros jóvenes en cada uno, y en el último, 12. Cabe señalar que en el tercero y cuarto experimentos se emplearon los mismos perros. En el primer ensayo así como en el segundo, las dietas consumidas por los perros proporcionaban 2.5 g de proteína y 100 Kcal/kg de peso corporal/día; en el tercer estudio la ingesta fue de 4 g de proteína y 100 Kcal/kg/día, mientras que en el cuarto y quinto estudios las ingestas proteínicas fueron, en algunos períodos de 2 g, y en otros de 3 g/kg/día, y la calórica, de 80 cal kg/día. En el último estudio, cuando la ingesta proteínica fue de 3 gramos, la dieta basal aportaba 2 g, y el equivalente en glicina suministraba el gramo restante (% de N de glicina \times 6.25). La secuencia de los

5. Esta contiene, por kilogramo, las vitaminas siguientes: A, 5,000 000 U. I.; D, 1,000,000 U.I., E, 2,500 U.I.; K, 1,500 mg; B₁, 2,500 mg; ácido pantoténico, 3,500 mg; niacina, 10,000 mg; B₆, 300 mg, y B₁₂, 6 mg.

tratamientos dietéticos en los tres primeros experimentos fue: primero, la dieta basal elaborada con maíz común; segundo, la misma dieta basal pero con el maíz suplementado con 0.20% de L-lisina HCl y 0.10% de DL-triptofano, y tercero, la dieta a base de maíz opaco-2.

En el cuarto ensayo las dietas se administraron como sigue: la dieta basal de maíz común cuya ingesta suministraba 2 g de proteína/kg/día; luego la misma dieta a una ingesta de 2 g de proteína con 1 g del equivalente proteínico de glicina, y por último, la dieta a base de maíz opaco-2 al mismo nivel de ingesta, más glicina en una cantidad equivalente a 1 g de proteína. Finalmente, en el quinto ensayo la secuencia de dietas fue la siguiente: dieta basal de maíz común; luego la misma dieta suplementada con lisina y triptofano, estas dos a un nivel de ingesta proteínica de 2 g/kg/día. Después se administró la dieta basal al nivel de ingesta proteínica de 2 g/kg/ y 1 g del equivalente proteínico de glicina ($\% \text{ de N de glicina} \times 6.25$); el siguiente tratamiento consistió en la dieta basal suplementada con lisina y triptofano, más glicina, a los mismos niveles de ingesta que en el período anterior y, por último, la dieta basal a una ingesta de 2 g, más caseína que aportaba 1 g de proteína/kg/día.

Cada tratamiento fue aplicado durante 12 días en los tres primeros estudios, obteniéndose tres balances de nitrógeno de 4 días cada uno. En el cuarto y quinto experimentos las dietas se suministraron por 8 y 12 días, dependiendo del nivel de ingesta anterior. En otras palabras, si el nivel previo de ingesta fue de 3 g de proteína seguido de un tratamiento con 2 g de proteína/kg/día, este último fue aplicado durante 12 días, usándose para el análisis de resultados los datos correspondientes a 8 días, o sea a 2 balances nitrogenados de 4 días cada uno.

Los perros fueron alojados en jaulas metabólicas individuales, pesándoseles diariamente. La ingesta de alimento, ajustada cada 4 días, se ofreció juntamente con 600 cc de agua a la temperatura de 38°C. Tanto las dietas como las excreciones de cada cuatro días, previamente homogeneizadas, se analizaron por el método de Kjeldhal (11) para determinar su contenido de nitrógeno. Las cantidades de alimento no consumido fueron deshidratadas para obtener la ingesta real diaria.

RESULTADOS

Los resultados de los balances de nitrógeno obtenidos con los perros adultos se detallan en el Cuadro No. 1. Según se observa, la adición de lisina y triptofano al maíz común indujo un incremento significativo en la retención de nitrógeno, en comparación con la obtenida solo con la dieta a base de maíz común. Ello se debió a una menor excreción de nitrógeno por la orina, siendo el nitrógeno fecal semejante con las dos dietas. Cuando el maíz común de la dieta fue reemplazado por el opaco-2, éste produjo retenciones de nitrógeno similares a las que se obtuvieron con la dieta basal suplementada con lisina y triptofano. De nuevo, las menores excreciones de nitrógeno en la orina permitieron el aumento en retención nitrogenada.

En el Cuadro No. 2 se presentan los resultados obtenidos con los perros jóvenes que recibieron 2.5 g de proteína/kg/día. En este caso, los resultados fueron parecidos a los anteriores en lo que respecta al mejoramiento en retención nitrogenada cuando el maíz común se suplementó con lisina y triptofano, o bien cuando la dieta basal contenía opaco-2 en vez del grano de cultivo común. Sin embargo, el efecto de la suplementación con los aminoácidos citados no fue tan notorio como en el experimento anterior, obteniéndose valores ligeramente inferiores a los que rindió el maíz opaco-2. En este ensayo se notó que no todos los perros podían consumir en su totalidad la cantidad de dieta cuya ingesta equivalía a 2.5 g de proteína/kg de peso corporal/día.

La Gráfica 1 muestra los resultados obtenidos con un perro que consumió todo el alimento, y con otro que rehusó consumir el total de la dieta. A pesar de que el perro No. 161 no consumió todo el alimento, en los períodos en que recibió las tres últimas dietas las retenciones de nitrógeno fueron siempre más altas cuando el maíz había sido suplementado con los aminoácidos lisina y triptofano, o cuando la dieta basal era la de opaco-2.

Los resultados correspondientes a perros jóvenes que recibieron 4.0 g de proteína kg/día se dan a conocer en el Cuadro No. 3. En este caso la variabilidad en cuanto a los datos de balance para cada tratamiento fue alta, debido al gran peso y volumen de las dietas cuya ingesta equivalía a 4.0 g de proteína, lo que hizo que todos los perros, salvo uno, rehusaran consumirlas en su totalidad. Esto ocurrió principalmente en

CUADRO Nº 1
RETENCION DE NITROGENO DE PERROS ADULTOS ALIMENTADOS CON UNA DIETA A BASE DE MAIZ Y FRIJOL,
CON Y SIN SUPLEMENTOS*

Dieta basal	Balance de nitrógeno, mg/kg/día					Absorción % N ingerido	Retención % N ingerido
	Ingerido	Fecal	Urinario	Absorbido	Retenido		
Con maíz común	375	121	155	254	99	67.7	26.4
Con maíz común + lisina + triptofano	374	116	118	258	140	69.0	37.4
Con maíz común	356	117	151	239	88	67.1	24.7
Con maíz opaco-2	385	124	122	261	139	67.8	36.1

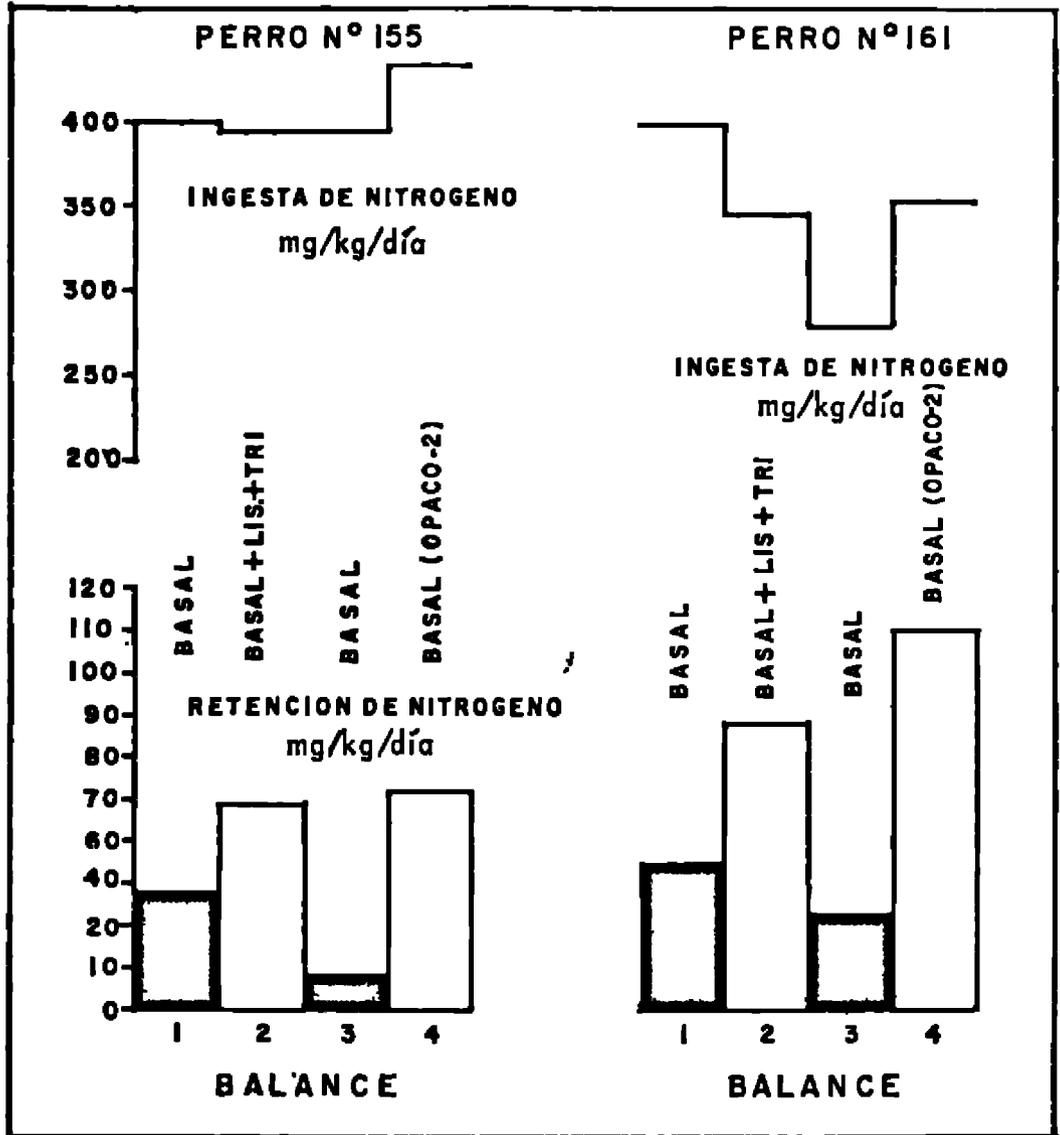
* Promedio de 4 perros: Nos. 147A, 147B, 150A, 150B, y de tres balances de nitrógeno de 4 días cada uno, por tratamiento.
 Ingesta de proteína: 2.5 g/kg/día.

CUADRO N° 2
RETENCION DE NITROGENO DE PERROS JOVENES ALIMENTADOS CON UNA DIETA A BASE DE MAIZ Y FRIJOL,
CON Y SIN SUPLEMENTOS*

Dieta basal	Balance de nitrógeno mg/kg/día					Absorción % N ingerido	Retención % N ingerido
	Ingerido	Fecal	Urinario	Absorbido	Retenido		
Con maíz común	399	152	206	247	41	61.9	10.3
Con maíz común + lisina + triptofano	374	156	143	218	75	58.3	20.0
Con maíz común	357	157	165	200	35	56.0	9.8
Con maíz opaco-2	407	165	127	242	115	59.4	28.2

* Promedio de 6 perros y de tres balances de nitrógeno de 4 días cada uno, por tratamiento.
 Ingesta de proteína: 2.5 g/kg/día.

los ensayos precedentes al de la primera dieta basal. Aún con esta variabilidad, los datos revelan que con las dietas que contenían maíz común suplementado con lisina y triptofano, o maíz opaco-2, las retenciones fueron similares y superiores a las que se obtuvieron con la dieta basal sola. La Gráfica 2 corresponde al balance nitrogenado del perro que consumió toda la dieta, y al de uno de los animales que rehusó consumir-la toda.



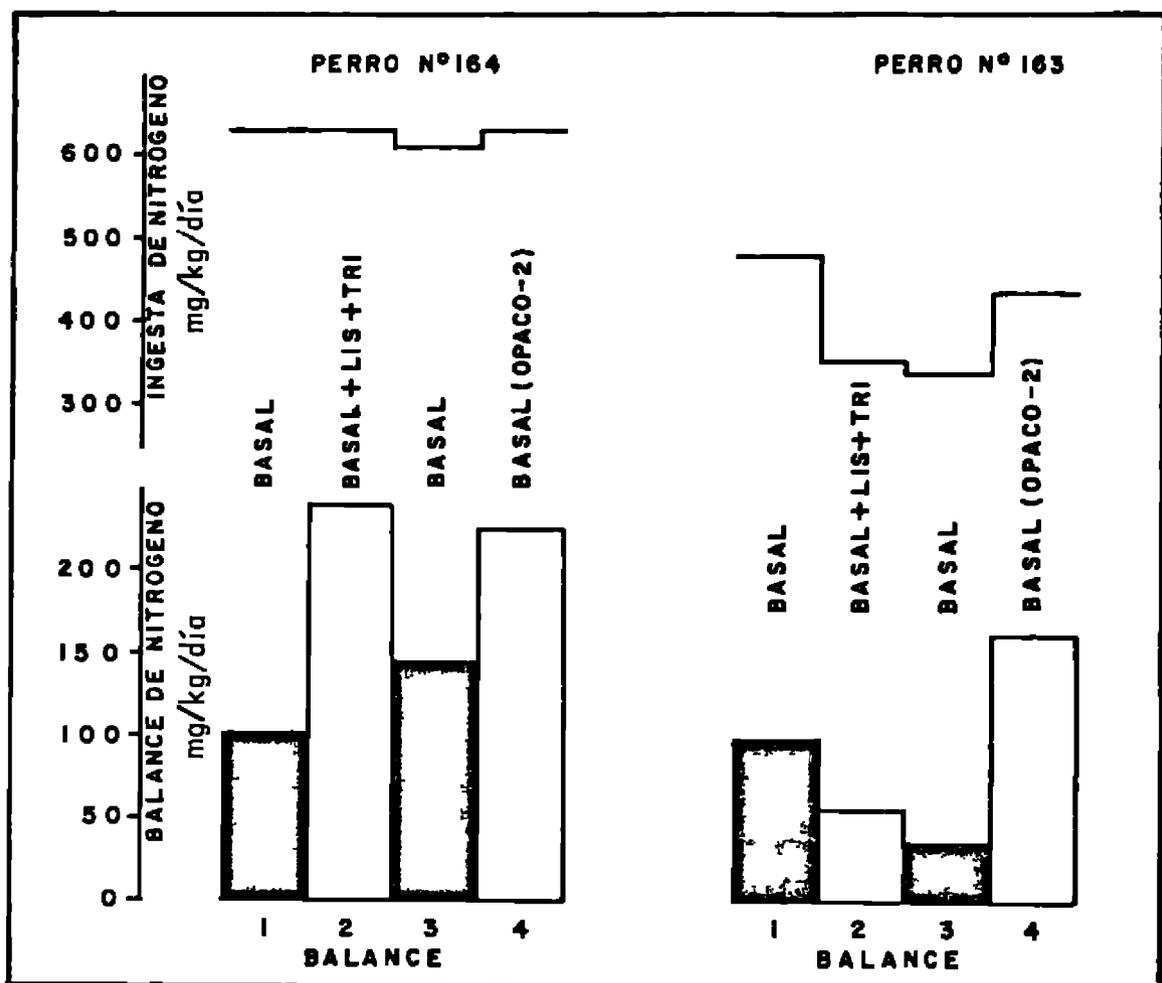
Incap 71-1097

GRAFICA 1.—Balance de nitrógeno de dos perros jóvenes alimentados con una dieta a base de maíz y frijol, con y sin suplementos (ingesta de proteína, 2.5 g/kg/día).

CUADRO N° 3
BALANCE DE NITROGENO DE PERROS JOVENES ALIMENTADOS CON UNA DIETA A BASE DE MAIZ Y FRIJOL, CON Y SIN SUPLEMENTOS*

Dieta basal	<u>Balance de nitrógeno, mg/kg/día</u>					Absorción % N ingerido	Retención % N ingerido
	Ingerido	Fecal	Urinario	Absorbido	Retenido		
Con maíz común	582	219	253	363	110	62.4	18.9
Con maíz común + lisina + triptofano	528	201	153	327	174	61.9	32.9
Con maíz común	451	182	179	269	90	59.6	18.9
Con maíz opaco-2	498	201	126	297	171	59.6	34.3

* Promedio de 5 perros que recibieron una ingesta de 4.0 g de proteína/kg de peso corporal/día.



Incap 71-1098

GRAFICA 2.—Balance de nitrógeno de dos perros jóvenes alimentados con una dieta a base de maíz y frijol, con y sin suplementos (ingesta de proteína, 4 g/kg/día).

Los resultados obtenidos con el perro No. 164 —que consumió la dieta en su totalidad— no requieren explicación. Salta a la vista que el agregado de los aminoácidos lisina y triptófano mejoró el valor nutritivo de la dieta basal; el reemplazo del maíz común por el opaco-2 produjo iguales resultados.

En el caso del perro No. 163 que desde el inicio rehusó consumir la dieta con un equivalente a 4.0 g de proteína, la retención obtenida con la ración basal de maíz común suplementado con lisina y triptófano fue menor, y más baja aún cuando de nuevo se le administró la dieta basal. No obstante, la retención nitrogenada aumentó significativamente al consu-

mir la dieta basal de maíz opaco-2. Estos efectos se atribuyen no sólo a los cambios en ingesta sino también a la calidad de la proteína en la dieta.

Los datos obtenidos en el cuarto experimento se resumen en el Cuadro No. 4. Según se aprecia, la adición de nitrógeno no específico, tanto a la dieta basal de maíz como a la de opaco-2, aumentaron las retenciones nitrogenadas absolutas, sobre todo en el segundo caso. Al expresar la retención de nitrógeno en base al nitrógeno ingerido, se observa que los valores no difieren mayormente de los obtenidos al administrarse las mismas dietas pero sin el nitrógeno no esencial.

Los hallazgos del último experimento figuran en el Cuadro No. 5. Como en los casos anteriores, aquí también se observa que la adición de lisina y triptofano a la dieta ofrecida al mismo nivel de ingesta, aumentó dos veces y media la retención nitrogenada, tanto en bases absolutas como en relación a la ingesta. Puede apreciarse, asimismo, que la oferta de la dieta a un nivel de 2 g de proteína y el equivalente en glicina a 1 g de proteína, resultó en una retención absoluta similar a la obtenida con la dieta suplementada con los dos aminoácidos; sin embargo, esa retención fue menor al expresarse en bases relativas a la ingesta. Particular interés asumen los resultados del siguiente tratamiento, es decir, el de la dieta basal suplementada con lisina y triptofano, ofrecida a una ingesta de 2 g de proteína más 1 g proveniente de glicina. En comparación con el grupo de referencia este tratamiento casi duplicó la retención de nitrógeno (76 versus 138) y también aumentó la retención relativa (23.7 versus 29.0). No cabe ninguna duda de que el último tratamiento fue el mejor, esto es, cuando el gramo de proteína adicional kg de peso corporal/día se derivaba de una proteína completa (caseína) y de alta calidad nutritiva.

En este caso puede notarse que las retenciones absolutas de nitrógeno para la dieta de maíz común con nitrógeno no específico o con el agregado de los aminoácidos lisina y triptofano, son esencialmente iguales. A pesar de ello, en relación con la ingesta de nitrógeno las retenciones favorecen a la dieta basal preparada con maíz común, y suplementada con lisina y triptofano.

Evidencia más concreta en cuanto a la necesidad de suministrar una mayor cantidad de nitrógeno en el maíz co-

CUADRO Nº 4

RETENCION DE NITROGENO DE PERROS ALIMENTADOS CON UNA DIETA A BASE DE MAIZ Y FRIJOL, CON Y SIN NITROGENO NO ESPECIFICO*

Dieta basal	Balance de nitrógeno, mg/kg/dfa				Absorción % N ingerido	Retención % N ingerido	
	Ingerido	Fecal	Urinario	Absorbido Retenido			
Con maíz común	284	130	94	154	60	54.2	21.1
Con maíz común + glicina	436	150	215	286	71	65.6	16.3
Con maíz opaco-2	333	138	117	195	78	58.5	23.4
Con maíz opaco-2 + glicina	492	130	224	362	138	73.6	28.0

* Promedio de 6 perros y dos balances de nitrógeno por tratamiento.

CUADRO Nº 5
BALANCE DE NITROGENO DE PERROS JOVENES ALIMENTADOS CON UNA DIETA A BASE DE MAIZ Y FRIJOL, CON
Y SIN SUPLEMENTOS*

Dieta basal	Ingesta proteínica	Balance de nitrógeno, mg/kg/día			Absorción		Retención	
		Ingerido	Fecal	Urinario	Absorbido	Retenido	% N ingerido	% N ingerido
Con maíz común	2	311	137	146	174	28	55.9	9.0
+ lisina + triptofano	2	321	138	107	183	76	57.0	23.7
+ glicina	2+1	472	147	244	325	81	68.8	17.2
+ lisina + triptofano + glicina	2+1	475	141	196	334	138	70.3	29.0
+ proteínas	2+1	457	142	141	315	174	68.9	38.1

* Promedio de 12 animales. Tres balances nitrogenados por dieta.

mún, se aprecia en el balance nitrogenado en el que la dieta basal fue suplementada con los aminoácidos y con nitrógeno no específico, o con aquella en que el nitrógeno se adicionó en forma de proteína.

DISCUSION

Los resultados del presente estudio indican que la calidad nutritiva de la proteína de una dieta compuesta de 82% de maíz y 10.5% de frijol puede mejorar mediante la adición de los aminoácidos que limitan la calidad de la proteína del maíz, esto es, lisina y triptofano (3). Los datos aquí expuestos señalan también que la calidad proteínica de la dieta a base de maíz y frijol puede ser mejorada utilizándose maíz opaco-2 en vez de maíz común. Estos hallazgos confirman que la proteína del opaco-2 es de alta calidad, como ya se había demostrado anteriormente (12). Un hecho de particular interés, sin embargo, fue determinar que en los perros adultos las respuestas fueron mejores que en los animales jóvenes, independientemente del uso de aminoácidos o del opaco-2, en vez de maíz común. Tanto en uno como en otro caso, el uso del opaco-2 dió mejores respuestas que las que se obtuvieron con la adición de los aminoácidos.

En el primer caso los efectos pueden explicarse a partir de diferencias entre perros adultos y jóvenes en lo referente a necesidades orgánicas, siendo los primeros menos sensibles a la calidad proteínica debido posiblemente a su menor requerimiento de aminoácidos. En el segundo caso, los hallazgos podrían explicarse en base a que por la calidad de su proteína—reflejo de su balance de aminoácidos esenciales— el maíz opaco-2 aportó más aminoácidos y se combinó más favorablemente con los del frijol, mientras que al adicionar solamente lisina y triptofano, la proteína absorbida por el animal aún adolecía de cierta deficiencia de algún otro aminoácido, posiblemente metionina. Existe también otra posibilidad—quizás menos probable— que podría explicar los hallazgos de este estudio; ésta es la secuencia en que se ofrecieron las dietas, siendo la del opaco-2 siempre la última. Pero según se dijo, ello es menos probable porque el tratamiento dietético siempre se administró después de la dieta basal.

Los resultados que se lograron con los perros jóvenes al aumentar su ingesta proteínica de 2.5 a 4.0 g/kg/día, indican

que una de las mayores limitaciones de que adolecen las dietas de la naturaleza descrita es su bajo contenido de proteína y el exceso de volumen, factor este último que dificulta un mayor consumo de la misma. El rechazo de la dieta ocurrió aún al nivel proteínico bajo, acentuándose con el nivel alto de ingesta de proteína.

Podría argüirse que el rechazo del alimento se debió a la baja calidad proteínica de la dieta dado que existe una relación estrecha entre el valor proteínico y el consumo de alimento. Sin embargo, en el presente estudio este argumento no es válido, ya que ese rechazo se observó también al usarse maíz opaco-2, o bien maíz común suplementado con lisina.

En vista de lo expuesto, se realizaron otros experimentos en los que parte de la ingesta de nitrógeno provenía de la dieta, y la otra parte, del nitrógeno de glicina. En dos de estos ensayos se encontró que al incrementar la ingesta de nitrógeno en la forma descrita, ésta se traducía también en una mayor retención nitrogenada. El incremento en retención fue mayor al mejorarse la calidad proteínica de la dieta, ya fuese por el agregado de los aminoácidos lisina y triptofano, o bien mediante el uso del maíz opaco-2. Por consiguiente, puede considerarse como un verdadero incremento. No obstante, se reconoce que existe una relación directa entre la ingesta de nitrógeno y la retención nitrogenada, la cual ha sido descrita en diversas oportunidades (13). Esto podría, pues, explicar los resultados que se alcanzaron en estos ensayos, aun cuando los datos parecen sugerir que en realidad hubo una mejor utilización del nitrógeno proteínico de la dieta, indicado por el nitrógeno retenido, el cual se expresa como porcentaje de la ingesta. Los valores de nitrógeno fecal, con o sin el agregado de glicina, con y sin opaco-2, o maíz suplementado con lisina y triptofano, son muy similares entre un tratamiento y otro, hecho indicativo de que el efecto de la glicina en cuanto a incrementar la retención de nitrógeno, ocurrió en el nitrógeno absorbido. Los valores de nitrógeno en la orina ascendieron con la administración de glicina, en contraste con los niveles obtenidos con las dietas libres de nitrógeno de esa fuente. Sin embargo, el incremento de nitrógeno urinario es menor que el de nitrógeno de glicina ingerido, cuando en realidad esos valores deberían ser iguales en caso de que la glicina no fuese utilizada.

La eficiencia de utilización del nitrógeno de glicina no fue alta según indican los valores de nitrógeno retenido en base al nitrógeno ingerido; este hallazgo era de esperar, ya que el balance de aminoácidos es el primer factor determinante de la eficiencia de utilización de la proteína.

Los resultados fueron interpretados en el sentido de que la dieta basal de maíz y frijol que se utilizó en este estudio, es deficiente tanto en los aminoácidos esenciales lisina y triptofano, como en nitrógeno total. En estudios con humanos alimentados con maíz (14, 15), se ha indicado ya que este cereal es deficiente en nitrógeno y en los aminoácidos citados. En trabajos realizados con cerdos se ha llegado también a conclusiones similares (16). Asimismo, se ha subrayado que en los seres humanos la primera limitación en el arroz es el nitrógeno total (17).

En vista de lo expuesto y ya en términos prácticos, deben hacerse esfuerzos para producir cereales con un mayor contenido proteínico del que actualmente tienen. Esto podría lograrse ya sea a través de la selección genética de variedades de mayor contenido proteínico (18, 19) o bien a través del uso de cantidades altas de fertilizantes nitrogenados, los cuales aumentan el nitrógeno en el grano así como su capacidad de rendimiento.

El mayor contenido de proteína significaría en realidad sólo un aumento en cantidad, ya que según se ha demostrado, dicha proteína seguiría siendo de la misma calidad (18). Sin embargo, tratándose de una dieta como la que se usó en el presente estudio, el frijol podría ser un mejor complemento proteínico. Por otro lado, la dieta tendría un contenido proteínico más alto que —en base a los resultados de la investigación aquí descrita— daría mayores retenciones nitrogenadas. Finalmente, el factor peso/volumen de la dieta sería más favorable también, permitiendo así una mayor ingesta.

Aun cuando los conceptos precedentes parecen ser muy especulativos, los estudios en ratas han demostrado que son verdaderos (4, 18, 19), habiéndose constatado una utilización proteínica mayor cuando el maíz de la dieta contenía más proteína. Estos aspectos están siendo también estudiados actualmente en perros, y oportunamente se darán a conocer los resultados que de ellos se deriven.

SUMMARY**The protein quality of Opaque-2 corns as Ingredient of rural Guatemalan diets**

A study was carried out to evaluate the protein quality of opaque-2 when used as a component of a corn-bean diet similar to that consumed in the rural areas of Guatemala. Its evaluation was performed in young and adult dogs by means of the nitrogen balance technique, when the experimental animals were fed two levels of protein. The response obtained with the opaque-2 corn diet was compared to that derived from common corn used alone or supplemented with lysine and tryptophan.

According to the results, the nutritive value of the protein from opaque-2 corn is as high as or higher than that of common corn supplemented with lysine and tryptophan. It was observed that diets as the one used in the study are bulky, and on account of this, they do not permit higher nitrogen intakes through and increased intake of the diet. These findings led to further studies in which the intake of nitrogen was increased by the addition of glycine nitrogen. Under these experimental conditions increased nitrogen retention values were obtained from opaque-2 corn diets and from common corn supplemented with lysine and tryptophan. These results suggest that, as actually consumed, cereal-bean diets are limiting in total nitrogen. They further suggest that corn varieties should be selected considering their higher nitrogen concentration so that, when combined with beans, they may supply better-quality diets. These, in turn, would be superior if with higher protein concentration better quality were also obtained, either from corn itself, or added as free amino acids or in the form of complete protein.

BIBLIOGRAFIA

- (1) Evaluación Nutricional de la Población de Centro América y Panamá. Guatemala. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP); Oficina de Investigaciones Internacionales de los Institutos Nacionales de Salud (EE.UU.); Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social de Guatemala. Guatemala, Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, 1969, 136 p. más Apéndices A-E.
- (2) Bressani, R., L. G. Elías & D. A. Navarrete. Nutritive value of Central American beans. IV. The essential amino acid content of samples of black beans, red beans, rice beans and cowpeas of Guatemala. *J. Food Sci.*, 26: 525-528, 1961.
- (3) Bressani, R., L. G. Elías & J. E. Braham. Suplementación, con aminoácidos, del maíz y de la tortilla. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 18: 123-134, 1968.
- (4) Bressani, R. Datos inéditos.
- (5) Mertz, E. T., L. S. Bates & O. E. Nelson. Mutant gene that changes protein composition and increases lysine content of maize endosperm. *Science*, 145: 279-280, 1964.
- (6) Cromwell, G. L., R. A. Pickett & W. M. Beeson. Nutritional value of opaque-2 corn for swine. *J. Animal Sci.*, 26: 1325-1331, 1967.

- (7) Cromwell, G. L., J. C. Rogler, W. R. Featherston & R. A. Pickett. Nutritional value of opaque-2 corn for the chick. *Poultry. Sci.*, 46: 705-712, 1967.
- (8) Cromwell, G. L., J. C. Rogler, W. R. Featherston & T. R. Cline. A comparison of the nutritive value of opaque-2, flourey-2 and normal corn for the chick. *Poultry. Sci.*, 47: 840-847, 1968.
- (9) Adams, R. L. & J. C. Rogler. A comparison of opaque-2 corn and normal corn in a finishing ration for turkeys. *Poultry Sci.*, 49: 1114-1116, 1970.
- (10) Mahan, D. C., D. E. Becker & A. H. Jensen. Effect of protein levels and opaque-2 corn on sow and litter performance during the first and second lactation period. *J. Animal Sci.*, 32: 470-475, 1971.
- (11) Association of Official Agricultural Chemists. *Official Methods of Analysis of the AOAC*. 9th ed. Washington, D. C., The Association, 1960, 832 p.
- (12) Bressani, R., J. Alvarado & F. Viteri. Evaluación, en niños, de la calidad de la proteína del maíz opaco-2. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 19: 129-140, 1969.
- (13) Allison, J. B. Biological evaluation of proteins. *Physiol. Revs.*, 35: 664-700, 1955.
- (14) Kies, C., E. Williams & H. M. Fox. Determination of the first limiting nitrogenous factor in corn protein for nitrogen retention in human adults. *J. Nutrition*, 86: 350-356, 1965.
- (15) Kies, C., H. M. Fox & E. R. Williams. Effect of nonspecific nitrogen supplementation on minimum corn protein requirement and first-limiting amino acid for adult men. *J. Nutrition*, 92: 377-383, 1967.
- (16) Allee, G. L. & D. H. Baker. Limiting nitrogenous factors in corn protein for adult female swine. *J. Animal Sci.*, 30: 748-752, 1970.
- (17) Hundley, J. M., H. R. Sandstead, A. G. Sampson & G. D. Whedon. Lysine, threonine and other amino acids as supplements to rice diets in man: amino acid imbalance. *Am J. Clin. Nutr.*, 5: 316-326, 1957.
- (18) Sauberlich, H. E., W. Y. Chang & W. D. Salmon. The comparative nutritive value of corn of high and low protein content for growth in the rat and chick. *J. Nutrition*, 51: 623-635, 1953.
- (19) Mitchell, H. H., T. S. Hamilton & J. R. Beadles. The relationship between the protein content of corn and the nutritional value of the protein. *J. Nutrition*, 48: 461-476, 1952.