

TRABAJOS DE INVESTIGACION

Comparación de la retención de nitrógeno en niños alimentados con maíz común, maíz de gene opaco-2 y leche de vaca

I. Resultados con baja ingesta de proteína.

**HELBERTO LUNA-JASPE G., JOSÉ OBDULIO MORA PARRA,
CAMILO ROZO BERNAL Y SUSANA PÉREZ DE SERRANO**
Instituto Colombiano de Bienestar Familiar
Dirección de Nutrición

RESUMEN

Se informan los resultados de un estudio comparativo de la calidad de la proteína del maíz común, del maíz de Gene Opaco-2 y de la leche de vaca, mediante estudios de balance nitrogenado realizados en tres niños sanos, de edades comprendidas entre los 24 y los 29 meses, a quienes se les suministraron dietas que aportaban 1 gramo de proteína por kilogramo de peso en 24 horas.

En todos los niños las retenciones de nitrógeno fueron negativas durante los períodos de alimentación con maíz común y discretamente positivas en dos de ellos, en los de alimentación con maíz de Gene Opaco-2. Estos dos últimos presentaron retenciones de nitrógeno francamente positivas durante los períodos de alimentación con leche de vaca. Solamente uno de los niños estudiados, el de menores edad y peso, presentó retenciones de nitrógeno negativas para los tres alimentos estudiados.

En promedio, las retenciones de nitrógeno más intensamente negativas se encontraron durante los períodos de alimentación con maíz común y con menor intensidad durante los de alimentación con maíz de Gene Opaco-2. El promedio de las retenciones de nitrógeno durante los períodos de alimentación con leche de vaca fue positivo.

Se considera que el consumo de maíz de Gene Opaco-2, como sustituto

Este estudio forma parte del proyecto "Investigación sobre la utilización del maíz de Gene Opaco-2 en la alimentación humana" que la Dirección de Nutrición del Instituto Colombiano de Bienestar Familiar viene desarrollando con financiación parcial de la Rockefeller Foundation (GRANT 65071).

Recibido: 19-10-1970.

del maíz común, representa una mejoría importante en la dieta de aquellas comunidades en las cuales este tipo de alimento se encuentra ya firmemente integrado a la cultura alimentaria.

INTRODUCCION

La conveniencia de la incorporación de alimentos ricos en proteína a la dieta de aquellas comunidades en las cuales existe una elevada prevalencia de desnutrición ha determinado la iniciación de una serie de estudios sobre producción, procesamiento, consumo y utilización de alimentos de más elevado contenido proteico y mayor valor biológico.

Como consecuencia de la introducción del Gene Opaco-2 al maíz común, se logró aumentar significativamente su contenido de lisina y triptofano, aminoácidos limitantes de la proteína del maíz común (1-4). El aumento de estos aminoácidos, al mejorar la calidad de la proteína, permite esperar una mayor retención de nitrógeno y puede representar una importante contribución en el mejoramiento del valor nutricional de la dieta habitual de muchas poblaciones. El tradicional prestigio del maíz en la cultura alimentaria de nuestras comunidades ha estimulado el estudio sobre las posibilidades de utilización del maíz de Gene Opaco-2 en la alimentación humana, ampliamente favorecidas por no implicar cambios en los hábitos alimentarios (5-8).

Los estudios realizados últimamente han demostrado la viabilidad de la utilización de esta fuente de proteína en la alimentación, así como su efectividad en la recuperación nutricional de los niños (7-8). Sin embargo, es conveniente tener en cuenta el efecto que factores tales como la velocidad individual del crecimiento y la magnitud de la depleción de nutrientes pueden tener sobre la retención de nitrógeno. En el presente estudio, en el cual se ha tratado de controlar estos factores, se describen los resultados de la comparación de la calidad de la proteína del maíz de Gene Opaco-2 con la del maíz común y la de la leche de vaca, mediante estudios de balance nitrogenado.

MATERIAL Y METODOS

1.—*Material*

El material del presente estudio estuvo constituido por tres niños de edades entre 24 y 29 meses, recuperados de desnutri-

CUADRO N° 1

CONTENIDO DE AMINOACIDOS EN MILIGRAMOS POR CIENTO
GRAMOS DE MAIZ DE GENE OPACO-2 (ICA H-208)

AMINOACIDOS ESENCIALES	CONTENIDO (mgr/100 gr. alim.)	AMINOACIDOS NO ESENCIALES	CONTENIDO (mgr/100 gr. alim)
ISOLEUCINA	340	ARGININA	702
LEUCINA	980	HISTIDINA	426
LISINA	546	ALANINA	690
METIONINA	203	ACIDO ASPARTICO	810
CISTINA	382	ACIDO GLUTAMICO	2.054
FENILALANINA	506	GLICINA	710
TIROSINA	424	PROLINA	954
TREONINA	556	SERINA	562
TRIPTOFANO	54 *		
VALINA	592		

Nota: Factor Nitrógeno - Proteína: 6.25

Aminograma por cromatografía de Columna.

* Método Colorimétrico: J. R. Spies y D. C. Chambers.

Anal. Chem., 21, 1249, 1949.

CUADRO N° 2

RELACION DE LOS NIÑOS ESTUDIADOS SEGUN LA EDAD Y LA
SITUACION DE SU PESO EN RELACION A SU TALLA
AL MOMENTO DE INICIAR EL ESTUDIO

Registro Clínico	Edad en meses	Peso (g.)	Talla (cm.)	Adecuación del peso para la talla (%)
539183	24	5.900	62.0	98.3
537067	27	10.100	76.5	100.3
537065	29	9.700	74.0	102.1

ción en la Sección de Estudios Clínicos de la Dirección de Nutrición del Instituto Colombiano de Bienestar Familiar. Durante el estudio se emplearon: maíz común, maíz de Gene Opaco-2 de la variedad ICA-H-208 (amarillo), suministrado por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) y leche completa en polvo. El maíz utilizado en el estudio no fue desgerminado (Cuadro N° 1).

2.—Métodos

Previamente a la iniciación de los estudios de balance nitrogenado, se llevaron a cabo pruebas de aceptabilidad y tolerancia con diferentes preparaciones de maíz de Gene Opaco-2 en un grupo de niños (9), seleccionándose aquellas que presentaron mayor aceptabilidad y óptima toerancia para ser utilizadas en los estudios de balance. Durante los dos meses anteriores a la iniciación de los balances nitrogenados, los niños recibieron una dieta normal a libre demanda y tratamiento médico estrictamente controlado para los procesos de tipo infeccioso o parasitario presentes a su ingreso. Al momento de iniciar los estudios, el peso de los niños era armónico para su talla, las materias fecales eran persistentemente negativas para parásitos y la proteinemia, la hemoglobina y el hematocrito se encontraban dentro de los límites aceptados como normales (10-13) (Cuadro N° 2).

Durante los períodos de estudio de balance nitrogenado, cada niño recibió una dieta que le aportaba aproximadamente 100 calorías y 1 gramo de proteína por kilogramo de peso cada 24 horas por 14 días, de los cuales los 10 primeros fueron de adaptación a las dietas experimentales y los cuatro últimos correspondieron a un período de balance nitrogenado limitado por marcadores de color. Se efectuaron, en cada uno de los niños, tres períodos de balance nitrogenado; con dieta a base de maíz común, de maíz de Gene Opaco-2 y de leche de vaca como única fuente de proteína, conservándose siempre esta secuencia de estudio. Entre uno y otro de los períodos de estudio para cada uno de estos alimentos, se les ofreció a los niños, durante 7 días, la dieta normal habitual en el Servicio, la cual les aportaba, aproximadamente, 120 calorías y 3 gramos de proteína por kilogramo de peso cada 24 horas; igualmente, recibieron durante todo el estudio complementación vitamínica y mineral (A, C, D y Fe).

Durante los períodos de estudio de balance nitrogenado, la orina se colectó en refrigeración en botellas que contenían 2.0% de ácido clorhídrico 1 N, las cuales se llevaron al congelador al terminar cada colección de 24 horas. Las materias fecales fueron congeladas inmediatamente después de su emisión.

La composición de las preparaciones dietéticas utilizadas en el estudio fue siempre la misma, variando solamente las cantidades ofrecidas a cada niño de acuerdo a su aceptabilidad y al peso corporal, a fin de mantener la ingesta proteica de 24 horas alrededor de un gramo por kilogramo de peso (Cuadro N° 3).

Cada vez que se preparó un alimento se determinó su contenido de nitrógeno por el método de Kjeldahl. Este mismo método se utilizó con las excretas. Se empleó un coeficiente de conversión de 6.25.

RESULTADOS

Los promedios de ingestión, excreción fecal, absorción, excreción urinaria y retención de nitrógeno en miligramos por kilogramo de peso en 24 horas, se encuentran en el Cuadro N° 4 y en la Gráfica N° 1. El promedio de la ingesta de nitrógeno por kilogramo de peso en 24 horas fue bastante similar para los tres alimentos, encontrándose valores de 160.7 mg para el maíz común, de 152.3 mg para el maíz de Gene Opaco-2 y de 152.0 mg para la leche de vaca. Los promedios indivi-

CUADRO N° 3

COMPOSICION PORCENTUAL DE LAS PREPARACIONES UTILIZADAS EN EL ESTUDIO

TIPO DE PREPARACION	Cantidad de Ingrediente básico (g.%)	CONTENIDO EN 100 GRAMOS DE LA PREPARACION		
		Proteína (g.)	Grasa (g.)	H. de Carbono (g.)
Colada de maíz	10.0	0.98	0.38	17.12
Sopa de maíz	5.0	0.49	0.19	3.63
Papilla de maíz	33.0	3.28	1.26	57.00
Leche entera de vaca, en polvo	17.0	4.24	4.76	11.36

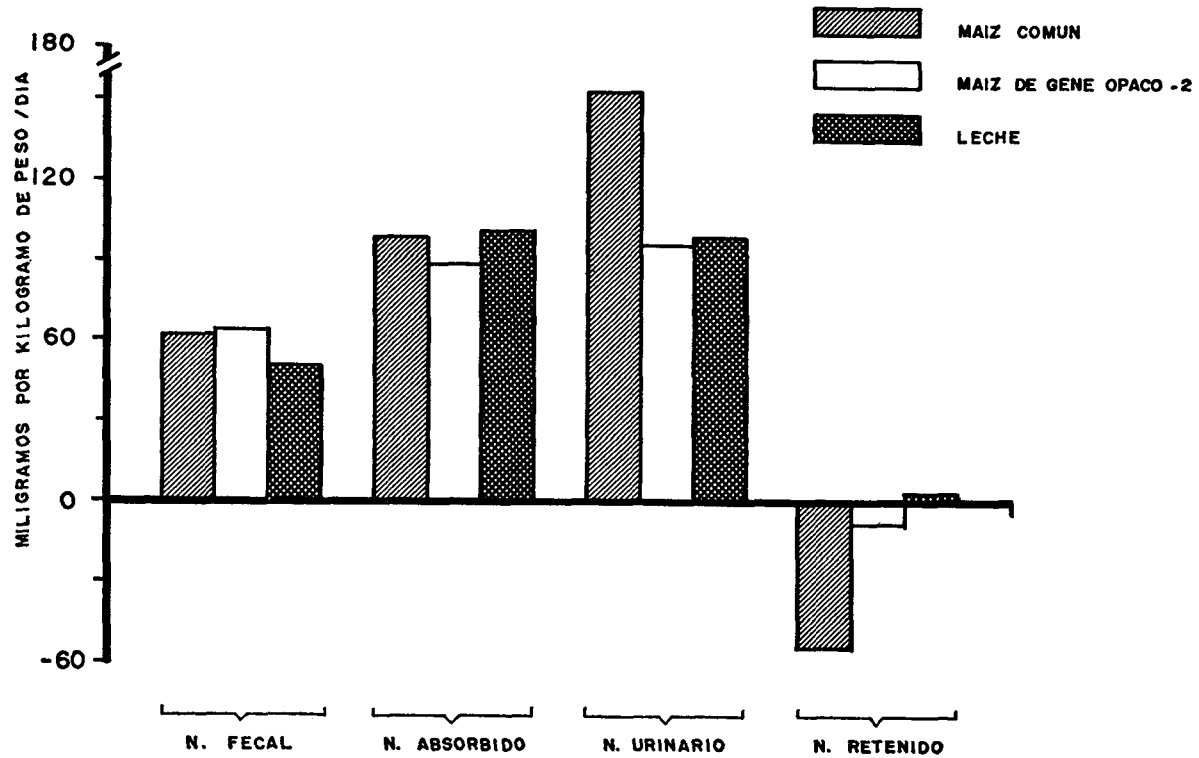
CUADRO Nº 4

RESULTADO DE LOS BALANCES NITROGENADOS EN NIÑOS ALIMENTADOS CON MAIZ COMUN, MAIZ DE GENE OPACO-2 Y LECHE DE VACA, CON INGESTA DE 100 CALORIAS Y UN GRAMO DE PROTEINA POR KILOGRAMO DE PESO EN 24 HORAS

Registro Clínico	Edad en meses	Alimento	NITROGENO (mg/kilo/día)					PORCENTAJE DE LO INGERIDO	
			Ingerido	Fecal	Absorbido	Urinario	Retenido	Absorbido	Retenido
539183	24	Maíz común	140	63	77	138	-61	55.0	-43.6
		Maíz opaco	155	78	77	103	-26	49.7	-16.8
		Leche	149	43	109	127	-18	73.1	-12.1
537067	27	Maíz común	176	60	116	165	-49	65.9	-27.8
		Maíz opaco	154	55	99	96	3	64.3	1.9
		Leche	154	48	106	89	17	68.8	11.0
537065	29	Maíz común	166	63	103	156	-53	62.0	-31.9
		Maíz opaco	148	58	90	88	2	60.8	1.4
		Leche	153	62	91	80	11	59.4	7.2

GRAFICA Nº 1

VALORES PROMEDIO DE EXCRECION FECAL, ABSORCION, EXCRECION URINARIA Y RETENCION DE NITROGENO EN NIÑOS ALIMENTADOS CON MAIZ COMUN, MAIZ DE GENE OPACO-2 Y LECHE (1)



(1) INGESTA DE 1 GRAMO DE PROTEINA POR KILOGRAMO DE PESO EN 24 HORAS.

Elaboró: Ma. Victoria de Barrido

duales de cada cuatro días de balance tuvieron baja variabilidad, oscilando entre 140 y 176 mg por kilogramo de peso y por día. La mayoría de los promedios individuales se situaron entre 148 y 155 mg.

La menor excreción fecal de nitrógeno se encontró durante la alimentación con leche de vaca, siendo muy parecidas las de maíz común y maíz de Gene Opaco-2. La absorción de nitrógeno en las dietas a base de maíz común y leche fue similar, siendo inferior la absorción de nitrógeno en la de maíz de Gene-Opaco-2. Los promedios individuales de excreción fecal fueron, en general, más altos con el maíz común, un poco menores con el maíz de Gene Opaco-2 y bastante más bajos con la leche.

En general, la mayor excreción urinaria de nitrógeno correspondió a los períodos de alimentación con maíz común, siendo bastante menores las de maíz de Gene Opaco-2 y leche. En todos los niños la excreción urinaria de nitrógeno presentó los mayores valores durante los períodos de alimentación con proteína de maíz común; en cambio, fue menor en los períodos de dieta con proteína de maíz de Gene Opaco-2 y aún más baja en los de alimentación con proteína de leche.

Las retenciones de nitrógeno más intensamente negativas se encontraron durante los períodos de dieta con maíz común y, en menor intensidad, en los de alimentación con maíz de Gene Opaco-2. La retención de nitrógeno durante la alimentación con leche fue positiva. Uno de los niños presentó retenciones negativas de nitrógeno para los tres alimentos estudiados y los otros dos solamente durante los períodos de alimentación con maíz común.

COMENTARIOS

La ingestión diaria de cada uno de los tres alimentos estudiados, expresada en miligramos de nitrógeno por kilogramo de peso, fue sensiblemente igual, lo cual da mayor validez al análisis comparativo de las evaluaciones posteriores (excreción, absorción y retención).

La digestibilidad aparente de las dos variedades de maíz estudiadas (expresada como el porcentaje del nitrógeno ingerido que es absorbido) fue similar (61.5% en el maíz común

y 57.9% en el maíz de Gene Opaco-2). Como era de esperarse, la digestibilidad aparente de la leche fue mayor (66.4%).

Los resultados del presente estudio corroboran el mayor valor nutricional de la proteína del maíz de Gene Opaco-2 en relación con la del maíz común y su menor valor en relación a la de la leche, por lo menos cuando la ingesta proteica es extremadamente baja. La comparación de diferentes tipos de proteína a niveles sub-óptimos de ingesta constituye un fiel indicador de su valor biológico.

Las retenciones negativas de nitrógeno encontradas en el niño de menor edad y peso durante los períodos de observación con los tres alimentos estudiados son sugestivas de que la dosis de proteína utilizada es menor que sus requerimientos proteicos reales, situación debida, muy probablemente, a su mayor velocidad de crecimiento; igualmente indican que ninguna de las tres fuentes nitrogenadas alcanzará a mantener un equilibrio nitrogenado constante con el presente nivel de ingesta en niños de corta edad y rápida velocidad de crecimiento.

Las diferencias encontradas en el valor nutricional de las dos variedades de maíz estudiadas ponen de relieve la importancia del maíz Opaco-2 como sustituto del maíz común en aquellas comunidades en las cuales el consumo de este alimento está firmemente integrado a la cultura alimentaria. No obstante, su empleo en niños de corta edad y rápida velocidad de crecimiento debe ser cuidadoso, no pareciendo conveniente su utilización como fuente principal de la ingesta proteica. Si bien la retención de nitrógeno de la proteína del maíz de Gene Opaco-2 puede mejorar con la ingesta de mayores cantidades del alimento (8), debe tenerse en cuenta que cada gramo de proteína de este tipo de maíz es vehiculizado por 10 gramos aproximadamente del cereal crudo y que en cantidades mayores su uso podría limitar, en niños lactantes, la ingesta de otras fuentes de proteína de mayor valor biológico.

SUMMARY

Comparison of nitrogen-retention in children fed common corn, opaque 11 corn and cow's milk

The results of a comparative study on the biological value of protein in common corn, opaque 2 corn and cow milk, utilizing nitrogen retention

in metabolic balances studies, are presented. Three healthy children between the ages of 24 and 29 months were fed diets affording per day one gram of protein per kg body weight. All three children exhibited negative nitrogen balances while receiving common corn as the only source of protein. Two of the three children showed slightly positive nitrogen balances while receiving the opaque 2 corn diet. These two subjects exhibited clearly positive nitrogen balance while receiving cow milk. The third child who was the youngest and the lightest did not show positive nitrogen balance while being fed any of the three diets. On the average nitrogen balance was clearly negative on the common corn diet, negative but much less so on the opaque 2 corn diet and deffinitely positive on the milk diet. These data suggest that opaque 2 corn protein is of higher biological value than that of common corn but still inferior to that of milk. Substitution of common corn for opaque 2 corn in the diet of populations that consume constantly significant amounts of this cereal may be beneficial.

BIBLIOGRAFIA

- (1) Mertz, E., L. Bates & O. Nelson.—Mutant gene that changes protein composition and increases lysine content of maize endosperm. *Science*, 145: 279-280, 1964.
- (2) Mertz, E., O. Veron & L. Bates.—Growth of rats food on Opaque-2 maize. *Science*, 148: 1741-1742, 1965.
- (3) Graham, W.—Cereals grains. *Proceedings Western Hemisphere Nutrition Congress*. Chicago, Ill. pp. 84-86, 1965.
- (4) Bressani, R.—Improvement of Nutritional Status in Developing Countries by improved Food Production. *Cereals. Proceedings of the Seventh International Congress of Nutrition*. Hamburg. 3: 54-60, 1966.
- (5) Clark, H.—Nitrogen retention of adult human subjects who consumed Opaque-2 Maize. *Proceedings of the Sevently International Congress of Nutrition*. Hamburg. 5: 241-246, 1966.
- (6) Flodin, N.—Amino acid balance and efficiency of protein utilization. *Metabolism*. 6: 350-355, 1957.
- (7) Bressani, R., J. Alvarado & F. Viteri.—Evaluación en niños de la calidad de la proteína del maíz Opaco-2. *Arch. Latonamer. Nutr.*, 19: 129-140, 1969.
- (8) Pradilla, A., D. Harpstead, F. Linares, D. Sarria & K. Tripathy.—Ensayos analíticos y biológicos de la proteína del maíz modificada por el Gene Opaco-2. *Antioquia Médica*, 19: 201-211, 1969.
- (9) Sánchez, L., H. Luna-Jaspe, O. Ornescu, E. Medina & S. Pérez.—Aceptabilidad y tolerancia de preparaciones con maíz de Gene Opaco 2 utilizables en estudios de balance metabólico en niños. *Pub. Inst. Nal. Nutr., T.R.I.-44*, Col. 1969.
- (10) Mora, J., F. Pardo & H. Luna-Jaspe.—Método simplificativo para la evaluación del crecimiento en niños menores de 6 años. *Inst. Col. Bien. Fam., Dir. Nutr., INV-70-05*. TRP-97.

- (11) Stoll, N.—Recuento de huevos de anquilostomos, ascárides, trichuris y otros helmintos por el método de dilución de heces. *O.M.S. Ser. Inf. Tec.*, 255: 23-29, 1963.
- (12) Kolmer, J. & F. Boermer.—Método Faust de concentración. *Métodos de Laboratorio Clínico*. IV Ed. - Ed. Interamericana, 1948.
- (13) Gómez Orozco, L.—Manual de procedimientos de la Consulta Externa. I ed. *Ed. Med. Hosp. Inf. (Méx.)*, 1962.