

Enriquecimiento de harinas de trigo, blanca e integral, con suplementos de origen animal y vegetal¹

ROBERTO JARQUÍN², PEDRO NORIEGA³ Y RICARDO BRESSANI⁴
Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP),
Guatemala, C. A.

RESUMEN

Se da cuenta de un total de diez experimentos biológicos, efectuados en ratas, con el propósito de establecer las cantidades mínimas de varios concentrados proteicos necesarios para mejorar la calidad de la proteína de las harinas de trigo, blanca e integral. A partir del estudio de los resultados relativos al índice de eficiencia proteica, se llegó a la conclusión de que para mejorar el valor proteico de las harinas, blanca e integral, éstas deben ser enriquecidas con cualquiera de los siguientes suplementos en las cantidades señaladas: 12% y 10% de harina de torta de semilla de algodón; 6% y 4% de caseína; 10% y 6% de harina de frijol de soya; 10% y 6% de leche descremada, y 6% y 4% de levadura torula, respectivamente.

El efecto de estos complementos puede atribuirse a que todos ellos aportan lisina, aminoácido en que el trigo es deficiente, y mayores cantidades de proteína. Se constató un coeficiente de correlación positivo de 0.64, altamente significativo, entre el índice de utilización proteica y el contenido de lisina de los diferentes concentrados.

Las harinas integrales necesitaron el agregado del complemento en menor cantidad y produjeron mayores aumentos en peso y en el índice de

1. Este trabajo se llevó a cabo con asistencia financiera de la Fundación W. K. Kellogg, con sede en Battle Creek, Michigan, Estados Unidos de América.
2. Científico de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del INCAP.
3. Parte de los datos que se dan a conocer en esta publicación corresponden al trabajo de tesis presentado por el señor Noriega ante la Escuela Nacional de Agricultura de Guatemala, previo a optar al título de Perito Agrónomo. El señor Noriega llevó a cabo tales investigaciones en los laboratorios centrales del Instituto, como becario de la Institución.
4. Jefe de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del INCAP.
Publicación INCAP E-361.
Recibido 28-4-66.

utilización proteica que las harinas blancas. Es muy probable que ello se deba a la superioridad nutricional de la harina integral sobre la harina blanca, que sufre algunas pérdidas durante el proceso de elaboración.

El agregado de gluten de trigo a las harinas no se tradujo en ninguna mejora, debido a que, al igual que la harina de trigo, esta proteína también es deficiente en lisina.

Las investigaciones realizadas por el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP) sobre los hábitos dietéticos y el consumo de alimentos revelan que en las regiones rurales de Guatemala las tortillas preparadas a base de maíz tratado con hidróxido de calcio constituyen un alimento primordial y que en las zonas urbanas hay una tendencia pronunciada de substituir éstas por pan (1). Se ha observado, asimismo, que entre las familias del medio rural el consumo de alimentos a base de trigo, tales como pan y pastas, guarda relación directa con la situación económica de la familia. Este fenómeno es atribuible al hecho de que este tipo de alimentos es aún de alto costo en las áreas que no han sido urbanizadas, y por ello su acepción es mayor entre los grupos de nivel económico más elevado.

La mayoría de los cereales contienen proteínas de bajo valor biológico, ya que éstas carecen de uno o más de los aminoácidos esenciales (2-5). Esto explica por qué las poblaciones que utilizan esos productos como parte básica de su dieta, y siendo esta última deficiente en cuanto a alimentos de origen animal, no satisfacen adecuadamente sus requerimientos dietéticos de proteínas (1). Por consiguiente, tanto la tortilla como el pan deben ser complementados con los aminoácidos limitantes en estos cereales a fin de que constituyan fuentes proteicas de buena calidad y mejoren la dieta de la población en general.

El presente estudio tuvo por finalidad determinar los niveles óptimos de enriquecimiento de las harinas de trigo, blanca e integral, con concentrados de origen animal y vegetal de alta calidad proteica.

MATERIAL Y METODOS

Valiéndose de un diseño dietético fijo en todos los experimentos, se elaboraron dietas de 3.500 gramos cada una, en

las que las harinas de trigo formaban 76% del total, y el complemento proteico adicionado oscilaba entre 2 y 14%. Todas las dietas fueron suplementadas adecuadamente con los otros nutrientes esenciales y contenían 5% de aceite de semilla de algodón, 1% de aceite de hígado de bacalao y 4% de sales minerales (6) y almidón, hasta completar 100 g. de ración, cuya proporción disminuyó en orden inverso a la cantidad de suplemento proteico adicionado. La solución de vitaminas (7) se agregó a las dietas a razón de 4 ml. por cada 100 g. de ración. Las harinas de trigo utilizadas en el estudio, todas ellas procesadas en el país, se obtuvieron por las vías comerciales; tanto los concentrados proteicos como la levadura torula, la caseína, la harina de torta de semilla de algodón, la leche descremada y la harina de frijol de soya, eran todos productos importados.

Los ingredientes y las raciones empleadas en los experimentos se analizaron en duplicado para determinar su contenido de nitrógeno, usando para el caso el método Kjeldahl, con destilación según Hamilton y Simpson (8).

Los ensayos biológicos se llevaron a cabo en ratas Wistar recién destetadas de 25 días de edad, de la colonia animal del INCAP. En todos los experimentos los animales se distribuyeron de acuerdo a su sexo y peso, en 10 grupos de tres machos y tres hembras cada uno, obteniendo un peso promedio igual para cada grupo. Las ratas se alojaron en jaulas individuales de tela metálica, con fondos levantados, y en todos los ensayos se les suministró alimento y agua *ad libitum* por espacio de cuatro semanas.

Se mantuvo un registro semanal de aumento de peso, así como de ingesta del alimento, con el objeto de establecer el incremento de peso en gramos y la tasa de eficiencia de utilización de la proteína.

En todas las pruebas se usó como testigo una ración básica que contenía 76% de harina de trigo, blanca o integral, según el caso, sin ningún suplemento, y dos raciones enriquecidas con gluten de trigo a los niveles de 5% y de 8.75%, respectivamente, para comparar las respuestas de los animales a la ración basal suplementada con sus propias proteínas, con la producida por las harinas complementadas con los concen-

trados proteicos bajo estudio. Estas dos últimas dietas también fueron preparadas con el propósito de que sirvieran como control del nivel proteico, ya que, según se sabe, el índice de eficiencia de la proteína aumenta hasta cierto punto en función del nivel proteico de la dieta.

RESULTADOS

Como lo revela el Cuadro N° 1, la proteína del trigo es deficiente en lisina, en comparación con los suplementos proteicos utilizados en este estudio, todos los cuales contienen de dos a cuatro veces más de este aminoácido.

CUADRO N° 1

CONTENIDO DE NITROGENO Y DE LISINA DE LOS DIFERENTES SUPLEMENTOS ALIMENTICIOS UTILIZADOS EN EL ESTUDIO

SUPLEMENTO	Nitrógeno g./100 g.	Lisina mg./g. N
Harina de torta de semilla de algodón	7.83	225
Harina de frijol de soya	7.55	395
Levadura torula	6.66	493
Caseína	12.42	504
Leche descremada	5.11	496
Harina blanca de trigo	1.64	130
Harina integral de trigo	2.26	160
Gluten de trigo	12.44	109

Los valores promedio de lisina fueron obtenidos por medio de análisis microbiológicos efectuados en estos laboratorios.

CUADRO Nº 2

EFFECTO DE LA SUPLEMENTACION DE LAS HARINAS DE TRIGO, BLANCA E INTEGRAL,
CON HARINA DE TORTA DE SEMILLA DE ALGODON *

Ración Nº	TRATAMIENTO	HARINA BLANCA			HARINA INTEGRAL		
		% de proteína de las dietas g.	Aumento de peso g.	Eficiencia proteica g.	% de proteína de las dietas g.	Aumento de peso g.	Eficiencia proteica g.
1	0% de harina de algodón	9.03	21	0.92	9.57	60	1.85
2	2% de harina de algodón	9.44	33	1.40	10.97	65	1.72
3	4% de harina de algodón	10.63	34	1.28	11.53	93	1.94
4	6% de harina de algodón	11.75	50	1.54	11.68	89	2.01
5	8% de harina de algodón	12.62	64	1.62	13.36	131	2.02
6	10% de harina de algodón	13.41	89	1.85	13.94	144	2.10
7	12% de harina de algodón	14.03	114	1.96	14.65	138	2.04
8	14% de harina de algodón	14.05	114	1.99	16.17	152	1.90
9	5% de gluten de trigo	11.97	31	1.07	13.06	80	1.63
10	8.75% de gluten de trigo	14.25	46	1.12	15.25	90	1.54

* Elaborada por Borgonovo Hnos., El Salvador, C. A.

Peso inicial de las ratas alimentadas con las dietas de harina blanca: 46 g.

Peso inicial de las ratas alimentadas con las dietas de harina integral: 50 g.

Suplementación con harina de torta de semilla de algodón

Los resultados del enriquecimiento de las harinas de trigo, blanca e integral, con diferentes cantidades de harina de torta de semilla de algodón se dan a conocer en el Cuadro N° 2. En el caso de la harina blanca, la complementación con 12% de harina de algodón produjo un aumento en peso y un índice de utilización proteica similares a los obtenidos con mayores adiciones. El agregado de gluten de trigo a cualquiera de los dos niveles, y a pesar de que contenía cantidades de proteína semejantes a las de las dietas con 8 y 14% de harina de algodón, respectivamente, no indujo el crecimiento ni el índice proteico producidos por la harina de torta de semilla de algodón.

Con respecto a la harina integral, puede observarse que el agregado de 10% de harina de semilla de algodón tuvo como resultado un crecimiento e índice de utilización proteica más o menos iguales que los obtenidos con mayores cantidades de ésta. Asimismo, en contraste con los animales testigo, la adición de gluten de trigo aumentó ligeramente su crecimiento, pero no mejoró su índice de utilización de la proteína.

Suplementación con caseína

En el Cuadro N° 3 se presentan los resultados del enriquecimiento de las harinas, blanca e integral, con diferentes niveles de caseína. Los datos indican que 6% de caseína es la cantidad óptima a incorporar en la harina blanca, mientras que en el caso de harina integral, 4% de caseína es, al parecer, la cantidad óptima. El agregado de niveles mayores de caseína, a la harina blanca, produjo mejor crecimiento, pero esto no fue así en lo que respecta a la harina integral. Como en el experimento anterior, la adición de gluten de trigo, a pesar de su mayor aporte de proteína, no indujo mejoras significativas en la eficiencia proteica.

Suplementación con harina de frijol de soya

El enriquecimiento, con varios niveles de harina de frijol de soya, de las dietas elaboradas con harinas de trigo, blanca e integral, produjo los efectos que se dan a conocer en el Cuadro N° 4. Estos señalan que 10 y 6% de harina de frijol de soya indujeron mejoras significativas en la utilización pro-

CUADRO N° 3

EFFECTO DE LA SUPLEMENTACION DE LAS HARINAS DE TRIGO, BLANCA E INTEGRAL,
CON CASEINA

Ración N°	TRATAMIENTO	HARINA BLANCA			HARINA INTEGRAL		
		% de proteína de las dietas g.	Aumento de peso g.	Eficiencia proteica g.	% de proteína de las dietas g.	Aumento de peso g.	Eficiencia proteica g.
1	0% de caseína	9.07	17	0.86	10.09	47	1.58
2	2% de caseína	10.85	61	1.91	11.38	112	2.34
3	4% de caseína	11.97	102	2.39	12.51	145	2.54
4	6% de caseína	13.53	145	2.62	13.55	158	2.44
5	8% de caseína	15.06	156	2.59	15.22	150	2.21
6	10% de caseína	18.00	161	2.20	16.51	157	2.12
7	12% de caseína	19.44	170	2.11	17.49	148	1.98
8	14% de caseína	20.00	172	2.16	18.87	161	1.83
9	5% de gluten de trigo	13.54	33	0.95	12.48	78	1.68
10	8.75% de gluten de trigo	13.74	38	1.16	14.44	94	1.62

Peso inicial de las ratas alimentadas con las dietas de harina blanca: 42 g.

Peso inicial de las ratas alimentadas con las dietas de harina integral: 45 g.

CUADRO N° 4

EFFECTO DE LA SUPLEMENTACION DE LAS HARINAS DE TRIGO, BLANCA E INTEGRAL,
CON HARINA DE FRIJOL DE SOYA

Ración N°	TRATAMIENTO	HARINA BLANCA			HARINA INTEGRAL		
		% de proteína de las dietas g.	Aumento de peso g.	Eficiencia proteica g.	% de proteína de las dietas g.	Aumento de peso g.	Eficiencia proteica g.
1	0% de harina de frijol de soya	9.53	19	0.70	11.21	59	1.32
2	2% de harina de frijol de soya	10.18	33	1.10	12.53	93	1.65
3	4% de harina de frijol de soya	11.42	58	1.43	12.66	100	1.79
4	6% de harina de frijol de soya	12.32	79	1.66	13.32	125	1.89
5	8% de harina de frijol de soya	13.66	95	1.75	14.00	119	1.91
6	10% de harina de frijol de soya	14.07	127	2.01	14.80	139	1.95
7	12% de harina de frijol de soya	14.64	134	2.00	15.68	140	1.88
8	14% de harina de frijol de soya	15.32	141	2.05	16.56	141	1.80
9	5% de gluten de trigo	12.95	32	0.92	13.84	76	1.42
10	8.75% de gluten de trigo	15.59	43	0.94	16.61	93	1.35

Peso inicial de las ratas alimentadas con las dietas de harina blanca: 52 g.

Peso inicial de las ratas alimentadas con las dietas de harina integral: 50 g.

teica de la harina blanca y de la harina integral, respectivamente. El uso de mayores cantidades no mejoró el índice proteico, aunque sí se constató un ligero aumento en el peso de los animales. De nuevo el gluten de trigo que se incorporó para estudiar el efecto de la adición de mayores niveles proteicos no tuvo ningún resultado significativo en cuanto al aumento de la utilización de la proteína.

Suplementación con leche descremada

Los resultados de los experimentos con leche descremada se detallan en el Cuadro Nº 5. Puede observarse que el enriquecimiento, con 10 y 6% de ésta, respectivamente, mejoró la calidad de la proteína de ambas harinas (blanca e integral). Como en los casos anteriores, su incorporación a mayores niveles incrementó ligeramente el crecimiento de los animales, pero no tuvo ningún efecto sobre la utilización de la proteína. En este caso, el gluten de trigo tampoco se tradujo en mejoras significativas, a pesar de su mayor aporte en proteína.

Suplementación con levadura torula

En el Cuadro Nº 6 se detallan los resultados de estos estudios. Los datos revelan que el agregado de 6% de levadura torula mejoró la utilización de la proteína de la harina blanca, si bien 4% de ésta parece ser la cantidad más adecuada de incorporar en el caso de la harina integral. La adición de mayores niveles de torula a las raciones indujo leves aumentos de peso en los animales. Como ocurrió en los ensayos precedentes, el gluten de trigo no dio como resultado una mejora significativa de la utilización proteica.

DISCUSION

Los resultados demuestran claramente que la adición de concentrados proteicos, tanto de origen vegetal como de origen animal, a una ración basal compuesta en su mayor parte de harina de trigo, blanca o integral, mejora su calidad proteica, lo cual confirma los hallazgos obtenidos por distintos investigadores (9, 10).

Por otra parte, estudios efectuados tanto en ratas (11) como en humanos (12) indican que la proteína de las harinas de trigo, blanca (13) e integral (14), son deficientes en el

CUADRO N° 5

EFFECTO DE LA SUPLEMENTACION DE LAS HARINAS DE TRIGO, BLANCA E INTEGRAL,
CON LECHE DESCREMADA

Ración N°	TRATAMIENTO	HARINA BLANCA			HARINA INTEGRAL		
		% de proteína de las dietas g.	Aumento de peso g.	Eficiencia proteica g.	% de proteína de las dietas g.	Aumento de peso g.	Eficiencia proteica g.
1	0% de leche descremada	9.61	26	0.98	9.92	53	1.54
2	2% de leche descremada	10.24	41	1.32	11.44	77	1.78
3	4% de leche descremada	11.01	55	1.60	12.61	104	1.82
4	6% de leche descremada	11.56	89	1.92	13.30	126	1.98
5	8% de leche descremada	12.20	110	2.06	13.51	133	2.00
6	10% de leche descremada	12.78	127	2.19	14.06	140	2.08
7	12% de leche descremada	13.45	128	2.18	14.25	152	2.13
8	14% de leche descremada	14.24	143	2.18	15.50	149	1.99
9	5% de gluten de trigo	13.52	48	1.14	13.81	84	1.53
10	8.75% de gluten de trigo	16.40	52	1.05	16.45	97	1.41

Peso inicial de las ratas alimentadas con las dietas de harina blanca: 50 g.

Peso inicial de las ratas alimentadas con las dietas de harina integral: 49 g.

CUADRO Nº 6

EFFECTO DE LA SUPLEMENTACION DE LAS HARINAS DE TRIGO, BLANCA E INTEGRAL,
CON LEVADURA TORULA

Ración Nº	TRATAMIENTO	HARINA BLANCA			HARINA INTEGRAL		
		% de proteína de las dietas g.	Aumento de peso g.	Eficiencia proteica g.	% de proteína de las dietas g.	Aumento de peso g.	Eficiencia proteica g.
1	0% de levadura torula	9.2	18	0.82	9.19	60	1.81
2	2% de levadura torula	9.2	32	1.29	10.58	97	2.06
3	4% de levadura torula	10.5	56	1.72	11.72	121	2.17
4	6% de levadura torula	11.3	94	2.18	12.73	139	2.13
5	8% de levadura torula	12.8	114	2.18	13.13	158	2.29
6	10% de levadura torula	13.3	132	2.31	13.95	160	2.15
7	12% de levadura torula	14.3	146	2.25	14.53	149	2.14
8	14% de levadura torula	14.3	141	2.28	16.53	145	1.89
9	5% de gluten de trigo	12.5	38	1.02	12.71	81	1.61
10	8.75% de gluten de trigo	14.4	42	1.10	15.34	94	1.55

Peso inicial de las ratas alimentadas con las dietas de harina blanca: 46 g.

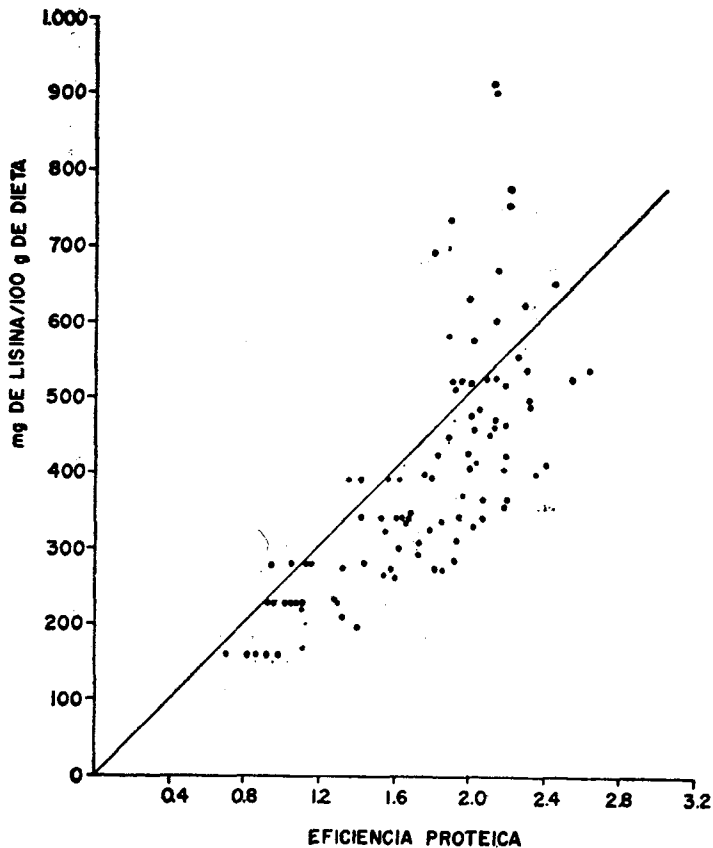
Peso inicial de las ratas alimentadas con las dietas de harina integral: 48 g.

aminoácido lisina. Ya que los concentrados proteicos que se utilizaron en esta investigación son fuente relativamente buena de lisina, se puede llegar a la conclusión ya señalada por otros investigadores (15, 16) de que el efecto benéfico de los diferentes concentrados, en cuanto al mejoramiento del valor nutritivo de la proteína del trigo, se debe a que éstos aportan lisina. Una prueba más en favor de esta hipótesis la ofrecen los datos en la Fig. 1, donde se observa un coeficiente de co-

FIGURA 1
CORRELACION ENTRE LA EFICIENCIA PROTEICA
Y EL NIVEL DE LISINA EN LA DIETA

$$r=0.64$$

$$y=-71.088+281.98x$$



relación significativo de 0.64, entre el índice de utilización proteica de la dieta enriquecida con las cantidades óptimas de los concentrados y el contenido de lisina de éstos. Además de suministrar lisina, los concentrados proteicos empleados contribuyen también con otros aminoácidos limitantes en la proteína del trigo, entre ellos treonina (11), y con mayores cantidades de proteína total.

El gluten de trigo, a pesar de su alto contenido de proteína, no fue un suplemento tan eficiente como cualquiera de los otros concentrados proteicos utilizados en este estudio. Ello se debe a que la proteína del gluten de trigo, a semejanza de la proteína de la harina de este cereal, es deficiente en el aminoácido lisina.

En general, el agregado de dichos concentrados produjo siempre un mayor peso final que las raciones usadas como testigo; a la vez, las dietas suplementadas acusaron una pronunciada tendencia a mejorar los índices de eficiencia de conversión del alimento y de utilización proteica. Estos hallazgos se explican fácilmente, ya que al incrementarse la cantidad de suplemento, la proteína total y la lisina de la ración aumentan también. Sin embargo, el crecimiento observado en los grupos de ratas alimentadas con las cantidades más altas de suplemento no guardó correlación con las mejoras en cuanto a eficiencia proteica, hecho indicativo de la relación inversa entre el nivel proteico de la dieta sobre el coeficiente de eficiencia de la proteína, documentado ampliamente por varios investigadores (17-19).

Según revelan los resultados, las harinas integrales de trigo superaron siempre en valor nutritivo a las harinas blancas, y requirieron menores cantidades de suplemento para rendir coeficientes de eficiencia proteica similares a los que se obtuvieron con la harina blanca. Estas diferencias pueden atribuirse a las pérdidas, tanto en proteína como en otros nutrientes, que las harinas blancas sufren durante su proceso de refinamiento (16) y que corrobora la superioridad nutritiva de las harinas integrales.

SUMMARY

Several protein concentrates were studied in biological trials with rats to determine the minimum quantities that are necessary to improve the protein quality of white and whole wheat flours. Results indicated that

12 and 10% of cotton-seed flour, 6 and 4% casein, 10 and 6% soybean flour, 10 and 6% of skim milk flour, and 6 and 4% torula yeast added to white or whole wheat flour, respectively, resulted in higher weight gains and protein efficiency ratios. This effect is ascribed to the amounts of lysine afforded by the supplements as shown by a highly significant correlation coefficient of 0.64 between protein efficiency ratios and lysine content of the different supplements. In all cases whole wheat flour required lesser amounts of the supplements and produced better weight gains and protein efficiency ratios than white wheat flour, probable due to nutritional loss during processing of the latter. The addition of wheat gluten to the wheat flours had no effect on the variables studied.

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. York-shire, Great Britain, Wm. Byles and Sons Ltd. of Bradford, 1961, p. 23-27.
2. Bressani, R.; Scrimshaw, N. S.; Béhar, 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 Centro América y Panamá, Recopilación N° 4*, Washington, D. C., Oficina Sanitaria Panamericana, 1962, p. 259-269. (Publicaciones Científicas N° 59.)
3. Scrimshaw, N. S.; Bressani, R.; Béhar, M., y Viteri, F.—Suplementación con aminoácidos de las proteínas de los cereales. I. Efecto de la suplementación con aminoácidos de la masa de maíz, a altos niveles de ingesta proteica, sobre la retención de nitrógeno de niños pequeños. *Publicaciones Científicas del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, Recopilación N° 4*, Washington, D. C., Oficina Sanitaria Panamericana, 1962, p. 247-258. (Publicaciones Científicas N° 59.)
4. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. *El maíz en la alimentación. Estudio sobre su valor nutritivo*. Roma, Italia, 1954. FAO-Estudios sobre Nutrición N° 9.
5. Bressani, R.; Béhar, M.; Scrimshaw, N. S., y Wilson, D.—Suplementación de la harina de trigo con aminoácidos. *Publicaciones Científicas del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, Recopilación N° 4*, Washington, D. C., Oficina Sanitaria Panamericana, 1962, p. 328. (Publicaciones Científicas N° 59.)
6. Hegsted, D. M.; Mills, R. C.; Elvehjem, C. A., y Hart, E. B.—Choline in the nutrition of chicks. *J. Biol. Chem.*, 138: 459-466, 1941.
7. Manna, L., y Hauge, S. M.—A possible relationship of vitamin B₁₃ to orotic acid. *J. Biol. Chem.*, 202: 91-96, 1953.
8. Hamilton, L. F., and Simpson, S. G.—*Talbot's Quantitative Chemical Analysis*, 9th ed., New York, The McMillan Co., 1946.

9. Westerman, B. D.; Oliver, B., and May, E.—Improving the nutritive value of flour. VI A comparison of the use of soya flour and wheat germ. *J. Nutrition*, 54: 225-236, 1954.
10. Mauron, J., and Mottu, F.—Sweetened condensed vs. evaporated milk in improving the protein efficiency of wheat flour. *J. Agr. Food Chem.*, 10: 512-515, 1962.
11. Rosenberg, H. R.; Rohdenburg, E. L., and Eckert, R. E.—Supplemental, J., and Vital, F.—Lysine fortification of wheat bread fed to Haitian school children. *Am. J. Clin. Nutrition*, 12: 36-48, 1963.
12. King, K. W.; Sebrell, W. H.; Severinghaus, E. L.; Storvick, W. O., with the cooperation of Bernadotte, J.; Delva, H; Fougere, W.; Foucauld, J., and Vital, F.—Lysine fortification of wheat bread fed to Haitian school children. *Am. J. Clin. Nutrition*, 12: 36-48, 1963.
13. Light, R. F., and Frey, C. N.—The nutritive value of white and whole wheat breads. *Cereal Chem.*, 20: 645-660, 1943.
14. Sure, B.—Influence of lysine, valine and threonine additions on the efficiency of the proteins of whole wheat. *Arch. Biochem. Biophys.*, 39: 463-464, 1952.
15. Hutchison, J. B.; Moran, T., and Pace, J.—The nutritive value of bread protein as influenced by the level of protein intake, the level of supplementation with L-lysine and L-threonine, and the addition of egg and milk proteins. *Brit. J. Nutrition*, 13: 151-163, 1953.
16. Moran, T.—Nutritional significance of recent work on wheat, flour and bread. *Nutrition Abstr. & Rev.*, 29: 1-16, 1959.
17. Block, R. J., and Mitchell, H. H.—The correlation of the aminoacid composition of proteins with their nutritive value. *Nutrition Abstr. & Rev.*, 16: 249-278, 1946-47.
18. Morrison, A. B., and Campbell, J. A.—Evaluation of protein in foods. V. Factors influencing the protein efficiency ratio of foods. *J. Nutrition*, 70: 112-118, 1960.
19. Campbell, J. A.—*Methodology of Protein Evaluation. A Critical appraisal of Methods for Evaluation of Protein in Foods.* Pub. No. 21, Div. Food Tech. and Nutr., Faculty of Agricultural Sciences. American University of Beirut. Beirut, Lebanon, 1963.