

**DIGESTIBILIDAD Y CALIDAD PROTEINICA DE LA
QUINUA: ESTUDIO COMPARATIVO, EN NIÑOS, ENTRE
SEMILLA Y HARINA DE QUINUA^{1 2}**

*Guillermo López de Romaña,³ George G. Graham,³ Milagros
Rojas⁴ y William C. MacLean, Jr.³*

**Instituto de Investigación Nutricional, Lima Perú, y
Departamento de Salud Internacional, Escuela de Higiene y
Salud Pública, Universidad de Johns Hopkins, Baltimore,
Maryland, EUA**

RESUMEN

Basados en la hipótesis que la digestibilidad del grano de quinua puede ser el factor limitante en la utilización de los nutrientes de este alimento, se elaboraron dos dietas a base de quinua. En una de ellas se utilizó la quinua en granos y en la otra, harina de la misma. Estas dietas fueron ofrecidas a niños que estaban recuperándose de desnutrición, analizando la digestibilidad y calidad proteínica de la quinua comparada a una dieta control de caseína,

Manuscrito modificado recibido 12-6-81.

- 1 Estudio realizado bajo contrato de investigación TA/C-1286 con la Agencia para el Desarrollo Internacional (AID).
- 2 Se ruega dirigir la correspondencia relativa a este trabajo a: Guillermo López de Romaña, Instituto de Investigación Nutricional, Apartado 55, Miraflores, Lima, Perú.
- 3 Miembros del Instituto de Investigación Nutricional y del Departamento de Salud Internacional, Universidad de Johns Hopkins.
- 4 Médico Pediatra, Instituto de Investigación Nutricional.

por el método de balance metabólico. Los resultados revelaron que la digestibilidad del grano de quinua es el factor limitante en la utilización de su contenido de proteína y energía, y que su fraccionamiento mejora significativamente la digestibilidad de las grasas y los carbohidratos. Se confirmó también la buena calidad de la proteína de quinua para consumo humano.

INTRODUCCION

La quinua (*Chenopodium quinoa*) es un alimento oriundo de la región andina de América del Sur que tradicionalmente ha constituido, junto con la papa y el maíz, uno de los alimentos básicos de los pobladores de esta región.

Su cultivo se realiza en climas fríos y a altitudes que varían entre 2,500 y 4,000 m sobre el nivel del mar, por lo que representa poca competencia de cultivo con otros alimentos. La porción comestible es la semilla o grano, y contiene aproximadamente 58% de almidón, 5% de azúcar, 12 a 19% de proteína y 4 a 5% de grasa.

La mayor parte de los estudios llevados a cabo con este alimento se han orientado al análisis de calidad proteínica, y concluyen que, como fuente de proteína, la quinua puede ser superior a la mayor parte de los cereales verdaderos (1). Sin embargo, existe poca información en cuanto a su digestibilidad por parte del ser humano que, de acuerdo a estudios realizados con otros alimentos de origen vegetal, puede llegar a ser el factor limitante en la utilización de los nutrientes (2).

Creemos que éste puede ser el caso de la quinua, pues en una oportunidad anterior al estudiar la digestibilidad de una dieta preparada a base de quinua y avena, se pudo observar que el germen del grano de quinua se recuperaba en las heces sin haber sido fraccionado por el proceso digestivo. En esta misma dieta se encontró baja digestibilidad de proteína y grasas (3).

El presente estudio fue diseñado para analizar la digestibilidad y calidad proteínica del grano o semilla de quinua, en seres humanos, forma en que generalmente se consume este alimento, y comparar los resultados obtenidos al respecto utilizando harina de quinua. En esta última, tanto el germen como el endospermo fueron fraccionados por el proceso de molienda. Es nuestra opinión que, de ser cierta la hipótesis planteada anteriormente, la digestibilidad de este producto debe ser superior.

MATERIALES Y METODOS

Pacientes

Participaron en el estudio seis niños de sexo masculino cuya edad promedio era de 13.8 meses, mínima de 10 meses y máxima de 18 meses (Tabla 1). Todos ellos fueron hospitalizados en el Instituto de Investigación Nutricional por presentar cuadros severos de desnutrición (grado III, según clasificación de Gómez), para tratamiento de complicaciones agudas y su consiguiente recuperación nutricional.

TABLA 1
CARACTERISTICAS DE LOS PACIENTES QUE PARTICIPARON
EN EL ESTUDIO

Paciente No.	Sexo	Edad, meses	Edad/ talla, meses	Edad/ peso, meses	Concentración de albúmina sérica		Kcal/ kg/día
					Inicial g ^o /o	Final ^a g ^o /o	
575	M	12	4.4	4.5	4.47	3.77	140
576	M	11	2.5	1.1	4.06	3.95	140
579	M	18	11.2	9.8	3.71	3.78	100
583	M	10	7.8	4.8	4.41	4.14	125
589	M	18	12.5	10.5	3.78	3.74	125
599	M	14	7.3	4.8	3.69	3.53	150

^a Las diferencias no fueron significativas según la prueba de "t" para pares.

Al incorporarse al estudio, todos los niños se ajustaban a los siguientes criterios: habían superado la etapa aguda de su recuperación; se encontraban libres de infecciones y diarrea; ganaban peso de manera regular con dietas variadas y, en balances metabólicos realizados previamente, no acusaron problemas de malabsorción. Al inicio del estudio, el nivel de albúmina sérica excedía de 3.5 mg^o/o en todos los pacientes.

Dietas

En el estudio se evaluaron tres dietas, dos de ellas preparadas a base de quinua y, la tercera, que se utilizó como dieta control, con caseína (Tabla 2). Para la elaboración de las dietas de quinua se utilizaron dos productos comerciales: semilla de quinua ("quinua perlada") y harina de quinua. La variedad empleada fue "Sajama primera" que se obtuvo de la misma cosecha, habiendo sido procesada en lotes homogéneos para evitar variaciones mayores en su composición. La semilla fue clasificada de acuerdo al tamaño del grano, escarificada y luego pulida. Este producto se denomina "quinua perlada" y en la semilla se pueden reconocer dos estructuras: el endospermo, que forma la mayor parte del grano, y el germen en forma de semiluna. La harina de quinua se obtuvo sometiendo este producto a molienda.

Con estos productos se prepararon dos dietas isocalóricas e isonitrogenadas en las que el contenido proteínico fue ajustado de manera que 6.40/o de las calorías totales fuesen aportadas por proteína de quinua, como única fuente de nitrógeno. El contenido de grasa también se estandarizó para suplementar el 250/o de la energía total, utilizándose para ello una mezcla (50:50) de aceite de soya y aceite de semilla de algodón, respectivamente. El valor calórico de las dietas fue completado con sacarosa.

Para la elaboración de la dieta control se utilizó caseína como única fuente de nitrógeno, ajustando el contenido total de nitrógeno, grasa y energía a las dietas de quinua, empleando para este propósito el mismo aceite vegetal. Como fuentes de carbohidratos se emplearon sacarosa y dextrino-maltosa en proporciones iguales, a fin de disminuir así el sabor dulce de la dieta.

La quinua perlada fue lavada en agua fría tres veces y luego cocida en agua, a temperatura de ebullición, durante 60 minutos, tiempo de cocción que generalmente es el que se emplea y recomienda para la preparación de este alimento (4). La harina fue suspendida en agua y luego cocida durante 30 minutos, tiempo en el cual se obtuvo la gelatinización del almidón. Las dietas se suplementaron con vitaminas y minerales a modo de satisfacer los requerimientos diarios recomendados (5). El contenido de Na y K fue ajustado a 2 y 3 mEq/kg de peso/día, respectivamente, para evitar fluctuaciones en el peso corporal de los niños.

TABLA 2

COMPOSICION DE LAS DIETAS BAJO ESTUDIO Y DE LA DIETA CONTROL (a 100 Kcal)^{a, b}

		Quinua periada	Harina de quinua	Dieta control de caseína
Quinua	g	13.9	13.8	—
Nitrógeno	mg	256.0	256.0	—
Energía	Kcal	50.0	50.1	—
Caseína	g ^c	—	—	1.86
Nitrógeno	mg	—	—	256.00
Energía	Kcal	—	—	6.90
Sacarosa	g	8.0	7.9	8.6
Energía	Kcal	32.0	31.6	34.2
Dextrino-maltosa	g ^d	—	—	8.8
Energía	Kcal	—	—	34.3
Aceite vegetal	ml	2.3	2.3	3.1
Energía	Kcal	18.0	18.3	24.6
TOTALES				
Nitrógeno	mg	256.0	256.0	256.0
Energía	Kcal	100.0	100.0	100.0
Proteína				
(N x 6.25) o/o Energía		6.4	6.4	6.4

^a Todas las dietas fueron suplementadas con minerales a modo de proporcionar una ingesta de 2 y 3 mEq/kg de peso/día de Na y K, respectivamente, utilizando una mezcla mineral de la composición siguiente (o/o peso/peso): NaCl, 30,701; MgSO₄·7H₂O, 22,804; CaHPO₄, 41,615; FeC₆H₅O₇·3H₂O, 3,549; CuSO₄·5H₂O, 0.625; ZnSO₄·7H₂O, 0.355; MnSO₄·H₂O, 0.277; KI, 0.025; y NaF, 0.05. La cantidad de K fue ajustada utilizando una solución 1 M KCl.

^b La suplementación de vitaminas se efectuó utilizando una dosis diaria de 0.6 – 1.2 ml de Polyvisol, Mead-Johnson, Indiana, EUA. La composición (por ml) de esta preparación es: palmitato de retinil, 1,500 UI; ergocalciferol, 400 UI; vitamina E, 5 UI; ácido ascórbico, 35 mg; tiamina, 0.5 mg; riboflavina, 0.6 mg; niacina, 8 mg; vit. B₆, 0.4 mg; vit. B₁₂, 2 µg. Los pacientes recibieron también una dosis diaria de cloruro de colina, 191 mg, Inositol 180 mg, ácido fólico, 200 µg y PABA, 500 mg.

^c Casec de Mead-Johnson, Evansville, Indiana. 1.88 g de Casec aportan 1.6 g de caseína.

^d Dextro-Malto Mead-Johnson, Evansville, Indiana: azúcares reductoras (como maltosa), 56% o/o, dextrina, 41% o/o y humedad, 3% o/o.

Diseños y Análisis

El estudio comprendió cuatro períodos dietéticos de 9 días cada uno. Durante el 1o y 4o períodos los niños recibieron la dieta control de caseína. En los períodos intermedios las dietas de quinua fueron alternadas de acuerdo a una secuencia predeterminada. La ingesta calórica se calculó antes de iniciar el estudio, en base a las calorías que cada paciente necesitaba para mantener una ganancia regular de peso de 3 a 5 g/kg/día. Una vez iniciado el estudio la ingesta no se varió. Los tres primeros días de cada período dietético fueron considerados de adaptación a la dieta, y en los seis últimos días se efectuaron dos colecciones metabólicas, por separado, en las que se obtuvo el volumen total de heces y orina. Los niños eran pesados diariamente (8:00 am) en ayunas para observar las fluctuaciones en el peso y así poder determinar posteriormente la ganancia de peso obtenida en cada período dietético. Al inicio de cada uno de estos períodos se obtuvo una muestra de sangre en ayunas con el fin de determinar el contenido de proteínas totales (Biuret) y de albúmina (electroforesis en acetato). Semanalmente se analizó el contenido de N, Na y K de las dietas para verificar que las ingestas fuesen las calculadas, determinándose en las muestras de heces el peso total (húmedo) y el peso seco. El contenido total de nitrógeno en heces, orina y muestras de dieta fue analizado por el método de micro-Kjeldahl (6) y para el análisis de grasa en heces se empleó el procedimiento de Van de Kamer, Huimink y Weyers (7). La energía total fue determinada en heces utilizando-se una bomba calorimétrica y a partir de este valor se calculó su contenido de carbohidratos utilizando la fórmula siguiente:

$$\text{CHO g} = \frac{E - (N/g \times 6.25 \times 5.65) - (g/g \times 9.4)}{4.15}$$

CHO g = Carbohidratos, en gramos.
 E = Energía fecal total determinada por bomba de calorimetría.
 N/g = Nitrógeno fecal, en gramos.
 G/g = Grasa fecal, en gramos.
 5.65 - 9.4 - 4.15 = Factores de conversión de energía aceptadas para proteína, grasa y carbohidratos, respectivamente (8).

Para evaluar la calidad de la proteína se analizó la retención aparente de nitrógeno obtenida durante los períodos de alimenta-

ción a base de quinua, en comparación a la obtenida durante los períodos en que se administró la dieta control. El período final de caseína se utilizó para observar si después del consumo de las dietas de quinua se producía una retención exagerada de nitrógeno (fenómeno de rebote) y compensar, con proteína de alta calidad, cualquier deficiencia proteínica que hubiese ocurrido durante los períodos de alimentación con quinua. Los resultados de retención aparente de nitrógeno obtenidos con las dietas de quinua fueron comparados entre sí, con los períodos de control, y también los períodos de control entre sí, utilizando para ello la prueba de "t" para pares.

En el análisis de digestibilidad se emplearon seis parámetros: absorción aparente de nitrógeno, peso total de heces, peso seco de heces y las cantidades totales de energía, grasas y carbohidratos en heces. Ya que en la preparación de la dieta control se utilizaron componentes de alta digestibilidad como son la caseína, aceites vegetales y la mezcla de carbohidratos, la digestibilidad de esta dieta es casi completa y permanece constante a lo largo del estudio. Este hecho, ya notificado anteriormente (9, 10), nos permite atribuir a las dietas de quinua las diferencias de digestibilidad encontradas. El análisis estadístico de los resultados se realizó comparando los períodos de alimentación con quinua entre sí, con cada uno de los períodos de control, y los períodos de control entre sí, para cada uno de los parámetros de digestibilidad, aplicando la prueba de "t" para pares.

RESULTADOS

Las dietas fueron bien aceptadas y toleradas pudiéndose suministrar la ingesta calórica planeada en todos los casos.

Los resultados de retención aparente de nitrógeno se presentan en la Tabla 3. Según se observa, el promedio de retención aparente de nitrógeno obtenido durante el consumo de la dieta elaborada con quinua perlada fue menor que los obtenidos con la dieta a base de harina de quinua y con las dietas control, pero las diferencias no fueron estadísticamente significativas. La mayor retención de nitrógeno que se obtuvo en el período final de caseína parece indicar una retención compensatoria, pero cuando se compara con el período inicial la diferencia no resulta significativa.

Las variaciones en los niveles de albúmina sérica observadas durante los períodos dietéticos, no tuvieron relación demostrable con la dieta ingerida.

TABLA 3

RETENCION APARENTE DE NITROGENO COMO PORCENTAJE DE LA INGESTA

Paciente No.	Dietas			
	Caseína No. 1	Quinua perlada	Harina de quinua	Caseína No. 2
575	46.5	33.0	43.0*	51.0
576	23.5	23.5	27.0*	52.0
579	35.0	15.0*	26.5	32.5
583	33.0	30.5*	33.5	35.5
589	42.5	27.0*	43.0	38.0
599	21.0	44.5	39.5*	45.0
\bar{x} a	33.6	28.9	35.4	42.3
DE	± 10.1	± 9.9	± 7.6	± 8.2

a Diferencias no significativas según la prueba de "t" para pares, $P < 0.05$.

* Período inicial de quinua.

Los resultados en cuanto a ganancia de peso y parámetros de digestibilidad se dan a conocer en la Tabla 4. Los resultados de las dietas control se presentan como valores promedio del período inicial y final, al no haberse encontrado diferencias significativas en ninguno de los parámetros.

La ganancia de peso obtenida con las tres dietas fue la prevista, no siendo significativas las diferencias entre ellas. Al comparar los resultados de digestibilidad entre las dietas de quinua y la dieta control se encuentran diferencias significativas en todos los casos. La absorción aparente de nitrógeno durante los períodos de quinua fue menor y los promedios de peso húmedo, peso seco, calorías y carbohidratos, mayores. El valor promedio de grasas en heces, obtenido con la dieta a base de harina de quinua, fue significativamente menor que el obtenido con la dieta control. Por el contrario, con la dieta de quinua perlada la excreción de grasas fue significativamente mayor.

Cuando se comparan las dietas de quinua entre sí, se aprecia que de los seis parámetros utilizados, solamente las diferencias en

TABLA 4

GANANCIA DE PESO Y PARAMETROS DE DIGESTIBILIDAD UTILIZADOS PARA LA EVALUACION DE LAS DIETAS EN ESTUDIO

	Δ Peso g/kg/día	Nitrógeno Absorción o/o de ingesta	Heces						
			Peso total g/día	Peso seco g/día	Calorías		Grasas		CHO g/día
					Kcal/día	o/o de ingesta	g/día	o/o de ingesta	
Caseína* (n = 6)	5.4 ±2.4	83.0 ±3.0	87.8 ±25.9	11.1 ±0.9	51.1 ± 9.3	5.5 ±1.6	3.0 ± 0.8	11.6 ±3.3	1.9 ±0.9
Harina de quinua (n = 6)	3.5 ±1.6	69.8 ⁽¹⁾ ±7.3	108.5 ⁽²⁾ ±25.5	18.2 ⁽³⁾ ±2.6	83.8 ⁽³⁾ ±13.7	8.8 ⁽³⁾ ±1.6	2.3 ⁽¹⁾ ± 0.8	8.7 ⁽¹⁾ ±2.3	8.8 ⁽³⁾ ±1.7
Quinua perlada (n = 6)	3.7 ±2.3	66.6 ⁽³⁾ ±6.1	152.4 ^{(1)(a)} ±28.7	31.1 ^{(3)(a)} ±4.2	152.4 ^{(1)(b)} ±23.6	16.4 ^{(1)(b)} ±2.8	5.6 ^{(1)(a)} ± 0.9	21.2 ^{(1)(b)} ±4.0	17.3 ^{(3)(c)} ±3.1

- (1) Difiere significativamente del período de caseína según la prueba de "t" para pares, P < 0.01.
 (2) Difiere significativamente del período de caseína según la prueba de "t" para pares, P < 0.05.
 (3) Difiere significativamente del período de caseína según la prueba de "t" para pares, P < 0.001.
 (a) Difiere significativamente del período de harina de quinua según la prueba de "t" para pares, P < 0.001.
 (b) Difiere significativamente del período de harina de quinua según la prueba de "t" para pares, P < 0.05.
 (c) Difiere significativamente del período de harina de quinua según la prueba de "t" para pares, P < 0.01.

* Valores promedio de los dos períodos control con la dieta de caseína.

cuanto a absorción aparente de nitrógeno no son significativas. En cambio, los promedios de peso total, peso seco, calorías, grasas y carbohidratos en heces fueron significativamente más elevados durante el período metabólico con quinua perlada.

DISCUSION

Los hallazgos del presente estudio muestran que el grano de quinua es de difícil digestibilidad para el ser humano, lo que determina que parte considerable de su valor nutritivo se pierda en las heces. El proceso de molienda mejora su digestibilidad significativamente.

Las absorciones aparentes de nitrógeno obtenidas con las dietas a base de quinua indican que, probablemente, la digestibilidad de la proteína de este grano es el factor limitante en la retención de nitrógeno de tales dietas. Cuando la absorción de nitrógeno se expresa como porcentaje de la dieta control de caseína, se observa que los resultados de digestibilidad proteínica encontrados con la dieta de quinua perlada (80.20/o) y con la dieta de harina de quinua (84.10/o), son inferiores a los informados anteriormente con dietas similares preparadas a base de papa (92.40/o) (10) y trigo en forma de fideos (95.50/o) (9). La digestibilidad proteínica encontrada es comparable a la notificada para dietas a base de arroz (780/o) (2), alimento en el que la mayor parte de la proteína está contenida en forma de cuerpos proteínicos (11), los cuales permanecen intactos durante la cocción y son de difícil digestibilidad (12). Los resultados muestran que el fraccionamiento del grano de quinua mejora la digestibilidad de su proteína, pero no de una manera significativa.

La calidad proteínica de la quinua probablemente sea adecuada para consumo humano, pues posee una relación adecuada entre aminoácidos esenciales y no esenciales (13), y en estudios realizados anteriormente no se encontraron aminoácidos que limiten su utilización (14). Las diferencias observadas en cuanto a retención aparente de nitrógeno entre las tres dietas sometidas a estudio, aunque no significativas, en su mayor parte se deben a diferencias en absorción de nitrógeno. Al expresar la retención como porcentaje de la absorción (valor biológico) los resultados obtenidos con la dieta de harina de quinua (50.70/o), quinua perlada (43.40/o) y caseína (45.80/o) son similares, lo que confirma la buena calidad de la proteína de quinua para consumo humano.

Los balances metabólicos muestran que, durante el consumo de harina de quinua, la pérdida de grasas en heces fue menor a la observada con la dieta control, mientras que durante el consumo de la dieta de quinua perlada, la excreción de grasa fue 87% mayor que la resultante con la dieta de caseína. Esta diferencia en digestibilidad de grasas —determinada por el fraccionamiento del grano de quinua— es importante en términos de pérdida de energía.

Las mayores diferencias encontradas en el análisis de digestibilidad de las dietas bajo estudio, guardan relación con la digestibilidad de carbohidratos. En el período metabólico con la dieta de harina de quinua, la pérdida de carbohidratos en heces fue 463% mayor que con la dieta control, y el porcentaje ascendió a 910% durante el consumo de la dieta de quinua perlada. La pérdida exagerada de carbohidratos en heces que se produce con las dietas de quinua, no solamente representa una pérdida importante del contenido calórico de las dietas, sino que, debido al efecto osmótico de los carbohidratos no absorbidos, se produce también una pérdida de agua y electrolitos que en los niños pequeños puede ser fisiológicamente importante. Este fenómeno explica también las diferencias en el peso húmedo de las heces encontradas entre las tres dietas sometidas a prueba.

En el estudio realizado con la dieta de quinua-avena, al que nos referimos anteriormente, la baja digestibilidad de proteína y grasa obtenida la atribuimos a la falta de digestión del germen de la quinua; sugerimos, sin embargo, la conveniencia de realizar nuevos estudios incrementando el tiempo de cocción de la quinua y analizar el posible efecto del contenido de saponinas de la quinua sobre los procesos de digestión. En el presente estudio el tiempo de cocción empleado con la dieta de harina de quinua fue menor al utilizado en la quinua perlada, siendo probable que el contenido de saponinas de la dieta de harina de quinua haya sido mayor que el de la quinua perlada, al no haberse lavado el producto antes de la cocción. A pesar de ello, los resultados de digestibilidad obtenidos con la dieta preparada con harina de quinua fueron significativamente mejores. Con base en estos resultados, creemos que es posible que el germen del grano de quinua, de manera similar a los cuerpos proteínicos de arroz, sea poco afectado por la cocción y de muy difícil digestibilidad.

A pesar de que la molienda del grano mejora la digestibilidad de la quinua, al comparar los resultados obtenidos con la dieta de harina de quinua con los observados con dietas similares a base de

papa, trigo y arroz, la digestibilidad en general de la quinua es aún ligeramente inferior.

SUMMARY

DIGESTIBILITY AND PROTEIN QUALITY OF QUINUA. COMPARATIVE STUDY, IN CHILDREN, BETWEEN QUINUA SEEDS AND FLOUR

Based on the hypothesis that the digestibility of quinua seed is the limiting factor in the utilization of nutrients from this staple, two quinua-based diets were prepared using quinua seeds and quinua flour. These diets were offered to children recovering from malnutrition. The digestibility and protein quality of the quinua diets were compared to those of a casein control diet by analyzing the children's metabolic balance. Results showed that digestibility of the quinua seed is the limiting factor in the protein and energy utilization, and that milling improves significantly the digestibility of fat and carbohydrates. Findings also confirmed that the protein quality of quinua seeds is adequate for human consumption.

AGRADECIMIENTO

Los autores expresan su reconocimiento a Industrias Alimenticias Cusco S. A., entidad que tuvo a bien proporcionar el material de quinua utilizado en el presente estudio.

BIBLIOGRAFIA

1. White, P. L., E. Alvistur, C. Díaz, E. Viñas, H. S. White & C. Collazos. Nutrient content and protein quality of quinua and cañihua, edible seed products of the Andes mountains. *J. Agr. Food Chem.*, 3: 351-355, 1955.
2. MacLean, W. C., Jr., G. L. Klein, G. López de Romaña, E. Massa & G. G. Graham. Protein quality of conventional and high-protein rice and digestibility of glutinous and non-glutinous rice by pre-school children. *J. Nutr.*, 108: 1740-1746, 1978.
3. López de Romaña, G., H. Creed & G. G. Graham. Alimentos comunes peruanos, tolerancia y digestibilidad en infantes desnutridos. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 28: 419-433, 1978.

4. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. II. Convención Internacional de Quenopodiáceas: Quinua-Cañihua, Potosí, Bolivia, 1946.
5. **Recommended Dietary Allowances.** A Report of the Food and Nutrition Board. 8th. ed. Washington, D. C., National Research Council-National Academy of Sciences, 1974. (NRC Publication 1146).
6. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC.** 12th. ed. Washington D. C., The Association, 1975.
7. Van de Kamer, S., H. Huimink & A. Weyers. Estimation of fat in feces, food, and other biological materials. *J. Biol. Chem.*, **177**: 347-355, 1949.
8. Raymond, W. F., R. J. Canaway & C. E. Harris. An automatic adiabatic bomb calorimeter. *J. Sci. Inst.*, **34**: 501-503, 1957.
9. MacLean, W. C., Jr., G. López de Romaña, G. L. Klein, E. Massa, E. D. Mellits, & G. G. Graham. Digestibility and utilization of the energy and protein of wheat by infants. *J. Nutr.*, **109**: 1290-1298, 1979.
10. López de Romaña, G., G. G. Graham, D. E. Mellits and W. C. MacLean, Jr. Utilization of the protein and energy of the white potato by human infants. Submitted to *J. Nutr.*, 1980.
11. Harris, N. & B. O. Juliano. Ultrastructure of endosperm protein bodies in developing rice grain differing in protein content. *Ann. Bot.*, **41**: 1-5, 1977.
12. The International Rice Research Institute. **Annual Report for 1976.** Los Baños, The Philippines, 1977.
13. Viñas, E. *et al.* El contenido de aminoácidos esenciales de la quinua. *Salud y Bienestar Social*, p. 61-64.
14. Graham, G. G. The significance of the first limiting amino acid in human diets. En: **Amino Acid Metabolism and Genetic Variation.** W. L. Nyhan (Ed.). New York, N. Y., MacGraw-Hill Co., 1967, p. 403-412.