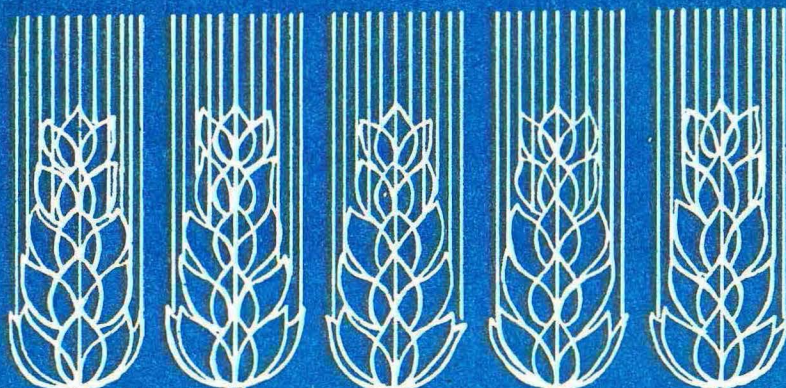


ARCHIVOS
LATINOAMERICANOS
DE
NUTRICION



CONTINUACION DE
ARCHIVOS VENEZOLANOS DE NUTRICION



ORGANO OFICIAL DE LA SOCIEDAD
LATINOAMERICANA DE NUTRICION

Archivos Latinoamericanos de Nutrición (ALAN) es editado como órgano oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición (SLAN), para la divulgación de conocimientos en el campo de la alimentación y de la nutrición, principalmente en el Hemisferio Americano. En sus páginas se acogerán manuscritos en español, inglés, portugués y francés, tanto de miembros como de aquéllos que no sean miembros de la Sociedad, y de cualquiera de las siguientes categorías: 1. Trabajos generales (revisiones científicas críticas); 2. Trabajos de investigación (originales); 3. Trabajos de nutrición aplicada (resultados analíticos de programas de intervención y discusión de recomendaciones de aplicación práctica); y 4. Cartas al Editor (comentarios cortos de interés general o relacionados con resultados o conceptos científicos publicados previamente en Archivos).

El precio de la suscripción es de US\$ 20.00 (4 números), incluyendo gastos de correo.

Archivos Latinoamericanos de Nutrición (ALAN) is the official publication of the Sociedad Latinoamericana de Nutrición (SLAN), for the dissemination of knowledge in the fields of food and nutrition, principally throughout the American Hemisphere. Articles in Spanish, English, Portuguese and French are accepted, both from the Society members and from nonmembers, in the following categories: 1. General articles (critical scientific reviews); 2. Research articles (originals). 3. Papers in Applied Nutrition (analytical results from intervention programs and discussion of recommendations of practical application); and 4. Letters to the Editor (short comments of general interest or about scientific facts and concepts previously published in Archivos).

The subscription is US \$ 20.00 per yearly volume (4 numbers), including mailing costs.

ENTIDADES PATROCINANTES

La Sociedad Latinoamericana de Nutrición y su órgano oficial de divulgación científica Archivos Latinoamericanos de Nutrición se complacen en reconocer el aporte financiero de las siguientes organizaciones al avance de la ciencia de la Nutrición y la Alimentación en el Hemisferio Americano:

Instituto Nacional de Nutrición de Venezuela (Caracas, Venezuela)

F. Hoffmann-La Roche Co. (Basilea, Suiza)

Espalsa, Especialidades Alimenticias, S. A. (Caracas, Venezuela)

Asociación Americana de Soya (México, D. F., México)

C. A. Venezolana de Alimentos (Gerber) (Caracas, Venezuela)

Envases Internacional, S. A. (Caracas, Venezuela)

Alimentos Kellogg, S. A. (Caracas, Venezuela)

Industrias Yukery, S. A. (Caracas, Venezuela)

Branca (Caracas, Venezuela)

Comercial de Alimentos, C.A. (Caracas, Venezuela)

Fundación Polar (Caracas, Venezuela)

Pralven (Nenerina, Crema Arroz Polly, Tyko) (Caracas, Venezuela)

Industrias Savoy, C. A. (Caracas, Venezuela)

Inversiones "La Isabélica" (Valencia, Venezuela)

Dirección: Archivos Latinoamericanos de Nutrición

INCAP

Apartado Postal 1188

Guatemala, Guatemala

Arch. Latinoamer. Nutr.

ALAN-VE ISSN 0004-0622

Se autoriza la reproducción del material publicado en esta revista a condición de que se cite su procedencia y se envíen ejemplares de las publicaciones que contengan textos reproducidos a la Oficina Editorial de Archivos Latinoamericanos de Nutrición.

ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

ORGANO OFICIAL DE LA
SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION

VOL. XXVIII

SEPTIEMBRE 1978

No.3

SUMARIO

| | |
|--|-----|
| EDITORIAL..... | 247 |
| TRABAJOS DE INVESTIGACION | |
| Evaluación química y biológica de la quinoa (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd). Influencia de la extracción de las saponinas por tratamiento térmico. — Mario L. Tellería Ríos, Valdemiro C. Sgarbieri y Jaime Amaya-F. | 253 |
| Cambios en la composición corporal durante la preñez en ratas con desnutrición calórico-proteica. I. Efecto sobre el crecimiento y la composición corporal fetal. — Julia Araya, Gloria Vera, Manuel Ruz y José Zamora .. | 264 |
| El factor nutricional en el crecimiento y desarrollo de niños de 0 a 6 años: metodología de un estudio longitudinal. — Lita Villalón y Michelle Brault-Dubuc. | 289 |
| El uso de pruebas basadas en el análisis del aire espirado, en estudios nutricionales. — Noel W. Solomons, Roberto E. Schneider, Roberto García Ibáñez, Oscar Pineda y Fernando E. Viteri, con la colaboración de Eduardo Lizarralde, Dale Schoeller, Peter Klein, Irwin H. Rosenberg y Doris Calloway | 301 |
| Comparación del índice de balance de nitrógeno de tres proteínas calculado de períodos de balance de nitrógeno diarios o de 4 días. — Ricardo Bressani, Luiz G. Elías, José Olivares y Delia A. Navarrete. | 318 |
| GRUPO PERMANENTE DE TRABAJO DE LA SLAN EN SISTEMAS DE VIGILANCIA ALIMENTARIA-NUTRICIONAL | 337 |
| BIBLIOGRAFIA LATINOAMERICANA | 343 |
| NUEVOS LIBROS | 349 |
| NOTAS | 351 |

ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

ORGANO OFICIAL DE LA
SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION

VOL. XXVIII

SEPTIEMBRE 1978

No.3

CONTENTS

| | |
|--|-----|
| EDITORIAL..... | 247 |
| RESEARCH ARTICLES | |
| Chemical and biological evaluation of quinoa (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd). Effect of extracting the saponins by heat treatment. — <i>Mario L. Tellería Ríos, Valdemiro C. Sgarbieri and Jaime Amaya-F.</i> | 253 |
| Changes in body composition during pregnancy in protein-calorie malnourished rats. I. Effect on fetal growth and body composition. — <i>Julia Araya, Gloria Vera, Manuel Ruz and José Zamora</i> | 264 |
| The nutritional factor in the growth and development of children from birth to 6 years of age: methodology of a longitudinal study. — <i>Lita Villalón and Michelle Brault-Dubuc.</i> | 289 |
| The use of tests based on breath analysis for nutritional studies. — <i>Noel W. Solomons, Roberto E. Schneider, Roberto García Ibáñez, Oscar Pineda and Fernando E. Viteri, with the collaboration of Eduardo Lizarralde, Dale Schoeller, Peter Klein, Irwin H. Rosenberg and Doris Calloway</i> | 301 |
| Compararison of the nitrogen balance index of three proteins, calculated from daily or 4-day nitrogen balance periods. — <i>Ricardo Bressani, Luiz G. Elías, José Olivares and Delia A. Navarrete.</i> | 318 |
| PERMANENT WORKING GROUP OF SLAN ON FOOD AND NUTRITIONAL SURVEILLANCE SYSTEMS | 337 |
| LATIN AMERICAN BIBLIOGRAPHY..... | 343 |
| NEW BOOKS | 349 |
| NOTES | 351 |

EDITORIAL

El 1o. de septiembre de 1978 clausuró sus actividades el XI Congreso Internacional de Nutrición, teniendo como escenario la excepcional belleza de Río de Janeiro y como un valioso estímulo la cortesía innata de los brasileños. Es, pues, momento propicio para meditar un tanto sobre la significación de este evento.

La participación de científicos y técnicos en el área de la nutrición y la alimentación, representativos de todas las regiones del mundo, fue más que prolija. Por otro lado, el entusiasmo y la espontánea dedicación de los participantes compensaron en gran medida las dificultades de organización inherentes a un Congreso de esta magnitud.

En nuestro criterio, una de las revelaciones sobresalientes del evento fue que el reconocimiento de la naturaleza multidisciplinaria de los problemas que el mundo enfrenta en materia de alimentación y nutrición, y la necesidad de un enfoque multisectorial para su solución, están pasando rápidamente de su fase conceptual a la de una realidad. Como prueba de ello, pudo apreciarse la variedad de disciplinas técnicas y científicas que caracterizaron a los participantes.

En pocas palabras, ya dejó de ser un Congreso exclusivo de biólogos, convirtiéndose en uno en el que se cuenta con la participación directa de expertos en diversas disciplinas, tales como en las áreas sociales, económicas, políticas, etc.

Es indudable que la primera fase en el proceso de integración multidisciplinaria consiste en el aprendizaje del lenguaje común que permitirá la intensa comunicación e intercambio intelectual entre los representantes de las diversas disciplinas que requiere la

solución de los problemas alimentarios y nutricionales de la humanidad. Las múltiples sesiones plenarias, los simposios y grupos de trabajo organizados durante este XI Congreso Internacional de Nutrición, constituyeron un forum más que apropiado para la cristalización de ese aprendizaje. Tal vez los resultados de este empeño no puedan plasmar aún en conclusiones netamente concretas, pero este tipo de evento definitivamente es el aula donde todos estamos aprendiendo a integrarnos a través de un esfuerzo común.

Otra de las características positivas de este Congreso fue la intensa preocupación de los científicos y técnicos allí congregados para encontrarle validez y significación a sus investigaciones, vistas ya desde el ángulo de un mejor bienestar humano y de una calidad de vida más alta para nuestras poblaciones. Una rápida revisión del programa científico revela claramente que las investigaciones están siendo orientadas cada vez más hacia la solución de los problemas más prioritarios. La interrogante que tanto preocupa a los investigadores en nutrición, alimentación y ciencias afines, es cómo hacer para que los resultados de sus trabajos se traduzcan en programas o proyectos de beneficio directo para las comunidades. Dentro de un marco conceptual, esta inquietud no es sólo loable sino esencial. No obstante, debemos tener presente el riesgo de que los científicos y técnicos dediquen un porcentaje excesivo de su esfuerzo intelectual a esta "inquietud", reduciendo así su capacidad para dedicarse a lo que es realmente su responsabilidad primordial. Esta responsabilidad, prioritaria e ineludible, es la investigación que persigue producir las tecnologías apropiadas y, en general, ofrecer a nuestros Gobiernos y a los encargados de los programas de acción, formas prácticas y factibles para resolver los problemas más ingentes de salud y nutrición que afectan a grandes sectores de la humanidad. Esto significa que desde un punto de vista disciplinario, los científicos que laboran en el campo de la alimentación y la nutrición deben intensificar sus esfuerzos por alcanzar el más alto nivel de excelencia en sus respectivas disciplinas. Tampoco deben cesar en su celo por seleccionar aquellas investigaciones que tengan las mejores probabilidades de traducirse en soluciones prácticas.

Es un hecho muy común escuchar opiniones que ponen en tela de juicio la importancia de los Congresos Internacionales de Nutrición, sobre todo en términos de los esfuerzos financieros,

administrativos y técnicos que exige el montaje de eventos de esta categoría. Sin embargo, si citáramos tan solo un argumento en favor de su continuación, deberíamos hacer énfasis en su importancia única como foro de intercambio intelectual, de integración multidisciplinaria, y de acercamiento verdadero entre los miembros de la gran familia de profesionales que – uniendo esfuerzos – luchan por lograr las mejores condiciones de vida para las generaciones futuras.

GRACIAS, BRASIL, por habernos permitido vivir una vez más en esta hermosa y memorable oportunidad, la continuación de un diálogo cada vez mejor encaminado hacia los propósitos que animan estos Congresos.

*Guillermo Arroyave, Ph.D.
Editor Asociado*

TRABAJOS DE INVESTIGACION

**EVALUACION QUÍMICA Y BIOLÓGICA DE LA QUINOA
(*Chenopodium quinoa* Willd). INFLUENCIA DE LA
EXTRACCIÓN DE LAS SAPONINAS POR TRATAMIENTO
TÉRMICO**

*Mario L. Tellería Ríos,¹ Valdemiro C. Sgarbieri² y
Jaime Amaya-F.³*

**Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola,
Campinas, São Paulo, Brasil**

RESUMEN

Se comparan los efectos de la extracción de saponinas por lavado térmico, tanto en la composición química como en las propiedades nutritivas de cuatro variedades de quinoa boliviana. Los parámetros estudiados fueron: la composición centesimal, contenido de aminoácidos, e índice de eficiencia proteica (PER). Las concentraciones de los aminoácidos tendieron a aumentar en el grano lavado a 87°C en comparación con el grano crudo o integral. Con un lavado a la temperatura de 70°C se eliminó por completo la saponina detectable. El PER máximo obtenido en nuestros ensayos fue de 2.99 para la variedad blanca tratada a 87°C, seguido de 2.72 para la Sajama tratada

Recibido: 11-2-77

- 1 Estudiante de Posgrado, actualmente al servicio del Ministerio de Planeamiento y Coordinación de La Paz, Bolivia.
- 2 Profesor Colaborador del Departamento de Planejamento Alimentar e Nutrição, Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola, Caixa Postal 1170 – UNICAMP – 13100 Campinas, São Paulo, Brasil.
- 3 Profesor Asistente del citado Departamento.

también a 87°C, mientras que para la caseína utilizada como referencia se obtuvo 3.21.

INTRODUCCION

La quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd), planta cultivada en el altiplano sudamericano desde la época prehispánica es un tipo de quenopodiácea que produce una semilla comestible pequeña, rica en almidones y proteínas de buena calidad biológica. La planta crece y madura en un período de 5 a 6 meses en las condiciones climáticas propias de los Andes: 2,500 a 4,000 m de altitud, bajas temperaturas y escasa humedad. No obstante sus características agronómicas, el uso de la quinoa no está ampliamente difundido aún en las regiones andinas.

El grano de quinoa tiene la limitación de que antes de ser usado para consumo humano, es preciso extraer cierta cantidad de compuestos glucosídicos llamados saponinas, los cuales se encuentran en el pericarpio de la mayoría de especies de quinoa conocidas. Aunque hasta ahora no se ha demostrado que tengan ninguna importancia antinutricional, tales compuestos confieren un sabor amargo a la harina, e *in vitro*, causan la ruptura de los hematíes (hemólisis).

La quinoa ha despertado últimamente mucho interés científico, debido a su contenido de minerales y vitaminas (1), así como por el balance de sus aminoácidos (2), especialmente en países como el Perú y Bolivia donde su importancia económica es mayor. Los datos para el año 1974 indican que las producciones de quinoa fueron de 17,460 y 10,000 toneladas métricas para el Perú y Bolivia, respectivamente.

Pocos son los estudios relativos al valor biológico y la composición en aminoácidos de la quinoa. Entre ellos se encuentra el realizado por White y colaboradores en 1955 (3), quienes en raciones con 6 y 9% de proteína de quinoa, obtuvieron valores de eficiencia de nitrógeno de 10.38 y 9.77, comparados con 9.12 y 10.02 para idénticos valores de proteína de leche. Mahoney, López y Hendricks (1), usando raciones con 10% de proteína, obtuvieron valores de PER de 2.09 para la quinoa lavada, 1.48 para la mezcla de 20% de harina de quinoa lavada y 80% de harina de trigo comercial, 1.20 para el pan procesado con la mezcla anterior y 2.71 para quinoa cocida, comparados con 2.67 para

la caseína. En los dos trabajos anteriores se postuló que la quinoa tiene un valor biológico igual o mayor que la caseína, debido al buen balance de sus aminoácidos. La extracción de saponinas se ha venido efectuando mediante lavados alcalinos o en sacos sumergidos en corrientes naturales de agua, lo cual no deja de ser la primera dificultad en la industrialización del producto. Una forma de extracción propuesta en el Perú (4) consiste en lavar el grano con agua caliente, pero tal método no ha sido aún evaluado en cuanto a su efecto sobre las características nutricionales de la semilla.

En el presente trabajo se hizo una extracción térmica de las saponinas usando tres temperaturas (50, 70 y 87°C) y se evaluó su efecto en la composición porcentual, la composición de aminoácidos y el valor biológico de las harinas de cuatro variedades de quinoa bolivianas.

MATERIAL Y METODOS

Material Utilizado y Método de Preparación

Se trabajó con cuatro variedades de semillas procedentes del altiplano boliviano (Amarilla, Blanca, Colorada y Sajama). El lavado se realizó en la siguiente forma: la semilla en grano entero se remojó por 30 min en 2.5 volúmenes de agua a 22°C. Seguidamente se adicionaron 2.5 volúmenes de agua previamente calentada para elevar la temperatura de la masa total a la altura deseada. Las semillas se mantuvieron entonces en turbulencia con un agitador, a la temperatura indicada en cada caso y por espacio de veinte minutos. El material fue filtrado en un tamiz de nylon de aproximadamente 20 mallas y luego se enjuagó en cantidades iguales de agua, a temperatura ambiente y filtrado nuevamente hasta dejar el agua relativamente libre de material en suspensión. Finalmente, las semillas así lavadas se secaron en un secador de bandejas a 56–60°C.

Métodos Analíticos

El extracto etéreo y las cenizas fueron determinadas por los métodos oficiales de la AOAC (5). La humedad se determinó colocando las muestras en una estufa a 110°C hasta obtener un

peso constante. La fibra total fue determinada por el método de Van de Kamer y Van Ginkel (6), en el cual se usó una mezcla de ácidos tricloroacético, acético glacial y nítrico (reactivo de Scharrer-Kürschner). Para la proteína bruta se usó el método semi-micro-Kjeldahl (0/o N x 6.25).

El contenido de saponinas se determinó por el índice afrosimétrico, método en el que se mide la altura de la espuma producida por la agitación de una determinada cantidad de harina en relación con una curva patrón de digitonina (4).

La composición de aminoácidos fue determinada en un analizador Beckman 120C, usando muestras con aproximadamente 25 mg de proteína bruta. El procedimiento empleado en la hidrólisis fue el mismo recomendado en el manual del fabricante. El contenido de triptofano se determinó en muestras sin hidrólisis previa usando ácido sulfúrico 25.8N y solución de $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ en ácido acético glacial, de acuerdo al procedimiento de Concon (7).

El índice de eficiencia proteica (PER) se determinó por el método de Derse (8), empleándose caseína como proteína de referencia. Se usaron ratas albinas, raza Wistar, divididas en 15 grupos de 6 animales cada uno, con edades comprendidas entre 21 y 25 días, y pesos promedio iniciales de 34 g. Durante un período de 28 días se les proporcionó *ad libitum*, tanto el agua como la ración. La composición de esta última se presenta en la Tabla 1.

TABLA 1

COMPOSICION DE LAS DIETAS UTILIZADAS EN LOS
ENSAYOS BIOLOGICOS

| Componentes | Porcentaje |
|------------------------|------------|
| Proteína (0/oN x 6.25) | 10 |
| Aceite de soya | 10 |
| Mezcla vitamínica* | 1 |
| Mezcla salina** | 4 |
| Sacarosa | 26 |
| Almidón de maíz | 100 |

* Preparación de la Nutritional Biochemicals Corporation, con el nombre comercial de "Vitamin Diet Fortificacion Mixture".

** Según Rogers y Harper (9).

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla 2 se presenta la composición porcentual de las harinas analizadas. El porcentaje de nitrógeno total aparentemente sufrió algunas alteraciones con la temperatura del lavado. Con excepción de la variedad Sajama, el grano lavado a 50°C registró un descenso en la proporción de proteína bruta, en tanto que el lavado a 70°C aumentó la proporción en las variedades Amarilla, Colorada y Sajama, pero no en la Blanca. Con el tratamiento a 87°C el porcentaje de nitrógeno total aparentemente disminuyó en las variedades más pigmentadas (Amarilla y Colorada) mientras que pareció aumentar en las menos pigmentadas (Blanca y Sajama). Aun cuando estas variaciones permanecen sin explicación, es posible que se trate del efecto conjunto de la temperatura y la humedad sobre la solubilidad de ciertos compuestos aminados y la hidratación de los carbohidratos del grano. Con las diversas temperaturas de lavado hubo también un aparente descenso del nivel de fibra cruda, tal vez debido a la fragmentación y pérdida del anillo embrionario. Los contenidos de ceniza y extracto etéreo en general, no sufrieron alteraciones considerables. El contenido de grasa de la variedad Blanca registró algunas alteraciones atípicas probablemente debidas a un error experimental, lo cual no pudo ser confirmado por falta de muestra.

En su forma integral, las variedades Sajama y Blanca presentaron el menor contenido de saponinas con 1.7 y 1.90/o (Tabla 3), mientras que la Amarilla y la Colorada registraron valores de 2.3 y 2.8, respectivamente. Esta gradación de las variedades se mantuvo después del lavado a 50°C, el cual ocasionó la remoción de 75–800/o de las saponinas. Con los lavados a 70 y 87°C ya no fue posible detectar las saponinas afrosimétricamente.

Se determinó la composición de aminoácidos para cada variedad, tanto en forma integral como después de lavada a la temperatura más alta (Tabla 4). Con excepción de la variedad Sajama, las concentraciones de la mayoría de los aminoácidos por 16 g de N total aumentaron después del lavado a 87°C. Este aumento, sin embargo, no concentró ni eliminó en forma significativa ningún aminoácido en particular. Por tanto, los datos sugieren que las propiedades biológicas de la proteína no deberían sufrir cambios significativos. La relación que guardó el aumento de cada aminoácido con el aumento de la proteína hidrolizable (total de cada columna en la Tabla 4) no guardaron los aminoácidos de

TABLA 2

COMPOSICION CENTESIMAL DE LAS HARINAS DE QUINOA
ANALIZADAS (Porcentaje en base seca)

| Determinaciones | Integral | Temperatura de extracción, °C | | |
|--------------------------|----------|-------------------------------|-------|-------|
| | | 50 | 70 | 87 |
| Variedad Amarilla | | | | |
| Proteína (N x 6.25) | 14.22 | 10.64 | 16.22 | 11.45 |
| Fibra total | 4.77 | 4.47 | 3.30 | 2.59 |
| Cenizas | 2.85 | 2.92 | 2.47 | 2.69 |
| Extracto etéreo | 6.84 | 7.13 | 6.97 | 6.75 |
| Variedad Blanca | | | | |
| Proteína | 14.41 | 12.57 | 14.06 | 15.92 |
| Fibra total | 4.90 | 2.85 | 4.45 | 3.80 |
| Cenizas | 3.83 | 2.49 | 2.51 | 3.75 |
| Extracto etéreo | 6.53 | 10.68 | 5.48 | 9.56 |
| Variedad Colorada | | | | |
| Proteína | 12.00 | 10.12 | 14.75 | 11.04 |
| Fibra total | 7.05 | 6.11 | 4.56 | 3.33 |
| Cenizas | 3.02 | 2.64 | 3.08 | 2.92 |
| Extracto etéreo | 7.12 | 6.23 | 6.57 | 7.26 |
| Variedad Sajama | | | | |
| Proteína | 13.11 | 14.79 | 16.27 | 14.86 |
| Fibra total | 3.43 | 2.20 | 2.70 | 2.74 |
| Cenizas | 2.72 | 2.34 | 1.92 | 2.38 |
| Extracto etéreo | 6.18 | 5.91 | 6.19 | 7.84 |

baja concentración tales como los sulfurados y el triptofano; por otro lado, la recuperación de la cisteína y la metionina no pasó del 60% con el método de análisis usado. Fue de notar también que los niveles del ion amonio permanecieron relativamente constantes para todas las variedades.

TABLA 3

**PORCENTAJE DE SAPONINAS EN CUATRO VARIEDADES DE
QUINOA EN FORMA INTEGRAL Y EXTRAIDA A DIFERENTES
TEMPERATURAS (Base seca)**

| Variedades | Integral | Temperatura de extracción, °C 50 |
|------------|----------|-------------------------------------|
| Amarilla | 2.3 | 0.48 |
| Blanca | 1.9 | 0.46 |
| Colorada | 2.8 | 0.66 |
| Sajama | 1.7 | 0.33 |

Las recuperaciones totales de aminoácidos y del ion amonio de las tres primeras variedades en la Tabla 4, dan una indicación de la cantidad de nitrógeno no aminoacídico que podría ser eliminada con los lavados. La variedad Sajama, sin embargo, no pareció ajustarse a esta teoría.

Los ensayos biológicos (Tabla 5) mostraron que las variedades Blanca y Sajama lavadas a 87°C tenían los mayores valores de PER (2.99 y 2.72, respectivamente) mientras que la Colorada tuvo el menor valor (2.00) contra un PER de 3.21 para la caseína. Las curvas de crecimiento (que no se incluyen en este trabajo) mostraron también una estrecha correlación entre los valores de PER y el crecimiento de los animales, indicando así que la variedad Blanca lavada a 87°C tuvo un PER y una velocidad de crecimiento similares a los de la caseína. Mohoney, López y Hendricks (1) informaron un PER de 2.71 para la proteína de Sajama lavada en agua fría y posteriormente cocida, en tanto que los PER de la misma harina cruda y el de la caseína fueron de 2.09 y 2.67, respectivamente.

En general, los valores máximos de PER se obtuvieron mediante el lavado a 87°C, hecho que podría ser atribuido no solo a la remoción de las saponinas sino también a la mayor digestibilidad de los carbohidratos y proteínas. Aun cuando el lavado a 50°C pareció mejorar la calidad biológica de las variedades Blanca y Colorada, el lavado a 70°C solo desmejoró el valor del PER de las quinoas, a excepción de la Blanca. En el caso de la variedad

TABLA 4

COMPOSICION DE AMINOACIDOS DE CUATRO VARIETADES DE
QUINOA ANALIZADAS (g de aminoácido/16 g N)

| Aminoácido | Variedades | | | | | | | |
|------------------------------------|---------------|--------|---------------|--------|---------------|--------|---------------|-------|
| | Amarilla | | Blanca | | Colorada | | Sajama | |
| | Inte- gral | 87°C | Inte- gral | 87°C | Inte- gral | 87°C | Inte- gral | 87°C |
| Cisteína* | 0.07 | — | 0.82 | 1.00 | — | 0.81 | 0.76 | 1.00 |
| Fenilalanina | 2.93 | 4.67 | 3.88 | 5.12 | 3.76 | 4.87 | 3.64 | 3.51 |
| Histidina | 2.13 | 3.10 | 2.75 | 3.30 | 2.37 | 2.64 | 2.52 | 2.13 |
| Isoleucina | 2.46 | 4.33 | 3.77 | 4.72 | 3.31 | 4.17 | 3.24 | 2.95 |
| Leucina | 5.90 | 9.15 | 7.22 | 10.10 | 7.41 | 8.23 | 6.92 | 6.36 |
| Lisina | 5.15 | 8.00 | 6.76 | 8.77 | 6.36 | 8.26 | 5.96 | 5.13 |
| Metionina* | 1.05 | 1.53 | 1.19 | 1.75 | 1.42 | 1.57 | 1.34 | 1.34 |
| Tirosina | 1.90 | 2.81 | 2.31 | 3.17 | 2.50 | 3.44 | 2.54 | 2.31 |
| Treonina | 2.92 | 4.59 | 3.72 | 5.21 | 4.11 | 4.23 | 3.57 | 3.31 |
| Triptofano** | 0.84 | 0.91 | 0.88 | 1.20 | 0.82 | 0.78 | 1.00 | 1.04 |
| Valina | 3.46 | 5.45 | 4.80 | 5.86 | 4.54 | 4.36 | 3.72 | 4.10 |
| Acido aspártico | 7.75 | 12.65 | 10.35 | 13.94 | 10.22 | 10.82 | 10.22 | 8.25 |
| Acido glutámico | 15.27 | 24.54 | 20.49 | 27.26 | 19.53 | 20.23 | 20.75 | 18.94 |
| Alanina | 3.83 | 5.84 | 4.88 | 6.57 | 5.32 | 5.30 | 4.59 | 4.63 |
| Amoniaco | 1.07 | 1.59 | 1.55 | 1.86 | 1.30 | 1.45 | 1.45 | 1.12 |
| Arginina | 5.01 | 8.61 | 7.32 | 9.27 | 5.99 | 7.03 | 7.29 | 5.74 |
| Glicina | 4.97 | 7.34 | 6.23 | 8.28 | 6.61 | 7.38 | 6.04 | 5.59 |
| Prolina | 2.97 | 4.20 | 3.74 | 4.66 | 2.43 | 3.77 | 3.54 | 2.79 |
| Serina | 3.73 | 5.86 | 4.73 | 6.88 | 5.23 | 4.97 | 4.68 | 4.41 |
| Total (proteína hidrolizada)*** | 73.51 | 115.16 | 97.39 | 128.92 | 93.23 | 104.31 | 93.77 | 84.65 |

* La recuperación de cisteína y metionina es variable, fluctuando en alrededor de 60%.

** Determinado según el método de Concon (7).

*** Suma total de las cantidades de aminoácidos y del ion amonio calculada en base a los pesos moleculares de las especies libres.

Colorada, el lavado a 70°C ocasionó una pérdida de PER mayor del 50% con respecto al grano integral.

Es posible que la falta de un tratamiento térmico patrón, tal

TABLA 5
INDICE DE EFICIENCIA PROTEICA (PER) DE LAS
HARINAS ANALIZADAS

| Muestra | Temperatura de lavado °C | PER \pm D.E. | PER corregido (caseína 2.5) |
|-------------------|--------------------------------|-----------------|--------------------------------|
| Amarilla | 50 | 2.05 \pm 0.37 | 1.59 |
| | 70 | 1.64 \pm 0.35 | 1.27 |
| | 87 | 2.36 \pm 0.33 | 1.83 |
| Blanca integral | | 1.42 \pm 0.39 | 1.10 |
| | 50 | 2.16 \pm 0.17 | 1.68 |
| | 70 | 2.47 \pm 0.28 | 1.92 |
| | 87 | 2.99 \pm 0.22 | 2.32 |
| Colorada integral | | 1.52 \pm 0.19 | 1.18 |
| | 50 | 1.75 \pm 0.30 | 1.36 |
| | 70 | 0.75 \pm 0.32 | 0.58 |
| | 87 | 2.00 \pm 0.32 | 1.55 |
| Sajama | 50 | 2.39 \pm 0.45 | 1.86 |
| | 70 | 2.04 \pm 0.30 | 1.58 |
| | 87 | 2.72 \pm 0.33 | 2.11 |
| Patrón de caseína | | 3.21 \pm 0.38 | 2.50 |

D.E. Desviación Estándar.

como la cocción final del producto, haya causado variaciones y hasta resultados biológicos inesperados. Por esta razón sería deseable que en futuros estudios se tome en cuenta el efecto de la preparación final de la harina. Se observó también que, no obstante que el tratamiento a 87°C resultó ser el que produjo mejor respuesta biológica en las condiciones en que se realizó el ensayo, este proceso de lavado arrojó pérdidas de material de cerca del 35%, quizás debido a que la malla era de retículo grande.

Las saponinas de la quinoa, aunque no hayan sido clasificadas claramente como antinutrientes, podrían eventualmente causar disturbios fisiológicos. Gestetner, Birk y Tencer (10) informaron que el efecto hemolítico de las saponinas sólo es observado *in vitro*, ya que tales compuestos no son absorbidos en el intestino delgado, sino que permanecen en el intestino grueso hasta ser degradados por la microflora. Al final de nuestro ensayo biológico, sin embargo, encontramos que los animales alimentados con quinoa sin lavar desarrollaron cierto grado de enteritis con una coloración rojo oscuro en la mucosa.

Según pudimos determinar, el contenido de saponinas del grano de quinoa puede ser reducido hasta un 20–25% de su nivel inicial con un lavado a 50°C, seguido de un paso de filtración en malla de nylon. Después de un lavado similar a 70 u 87°C, las saponinas ya no son detectables. Durante los lavados puede llegarse a perder una cantidad de fibra y, tal vez, algunos compuestos aminados no aminoacídicos, sin detrimento aparente del valor biológico de la proteína.

SUMMARY

CHEMICAL AND BIOLOGICAL EVALUATION OF QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd). EFFECT OF EXTRACTING THE SAPONINS BY HEAT TREATMENT

The changes in proximate composition, amino acid content and protein efficiency ratio (PER) caused by hot-water extraction of the saponins were studied in four Bolivian varieties of quinoa (*Chenopodium quinoa*, Willd). Detectable saponin was eliminated with an extraction at 70°C. Extraction at 87°C also eliminated the saponins but, in addition, had the tendency of slightly increasing the protein amino acid content. The maximum PER obtained was 2.99 for the Blanca variety, followed by 2.72 for the Sajama variety, also extracted at 87°C (casein gave a PER value of 3.21).

BIBLIOGRAFIA

1. Mahoney, A. W., J. G. López & D. G. Hendricks. An evaluation of the protein quality of quinoa. *J. Agr. Food Chem.*, 23:190-193, 1975.

- 2 de Bruin, A. Investigation of the food value of quinoa and cañihua seed. *J. Food Sci.*, 29:872-876, 1964.
3. White, P. L., E. Alvistur, C. Díaz, E. Viñas, H. S. White & C. Collazos. Nutrient content and protein quality of quinoa and cañihua edible seed products of the Andes mountains. *J. Agr. Food Chem.*, 3:531-534, 1955.
4. Molina, A. V. **Desarrollo de un Método de Lavado por Agitación y Turbulencia del Grano de la Quinoa.** Tesis de Graduación de Ingeniero de Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Agraria "La Molina", Lima, Perú, 1970.
5. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC.** 11th. ed. Washington, D. C., The Association, 1970.
6. Van de Kamer, J. H. & L. Van Ginkel. Rapid determination of crude fiber in cereals. *Cereal Chem.*, 29:239-241, 1952.
7. Concon, J. M. Rapid and simple method for the determination of tryptophan in cereal grains. *Anal. Biochem.*, 67:206-219, 1975.
8. Derse, P. H. Evaluation of protein quality (biological method). *JAOAC*, 48:847-850, 1965.
9. Rogers, Q. R. & A. E. Harper. Amino acid diets and maximal growth in the rat. *J. Nutr.*, 87:267-273, 1965.
10. Gestetner, B., Y. Birk & Y. Tencer. Soybean saponins. Fate of ingested soybean saponins and the physiological aspect of their hemolytic activity. *J. Agr. Food Chem.*, 16:1031-1035, 1968.

CAMBIOS EN LA COMPOSICION CORPORAL DURANTE LA PREÑEZ EN RATAS CON DESNUTRICION CALORICO-PROTEICA

I. EFECTO SOBRE EL CRECIMIENTO Y LA COMPOSICION CORPORAL FETAL¹

Julia Araya², Gloria Vera³, Manuel Ruz⁴ y José Zamora⁴

Facultad de Medicina Santiago Norte, Universidad de Chile

RESUMEN

Se estudió el efecto de la desnutrición calórico-proteica precoz y mantenida en la composición corporal materna y fetal en ratas. Para el efecto, ratas hembras recién nacidas fueron sometidas a lactancia insuficiente y se destetaron a una dieta con un valor proteico de 4 NDpCal⁰/o, comparándose luego con ratas controles cuya lactancia fue adecuada y que se destetaron a una dieta con un valor proteico de 12 NDpCal⁰/o. Cuando ambos grupos alcanzaron un peso promedio de 152 g (60 días las ratas control y 160 días las desnutridas), fueron apareadas con machos control y sacrificadas a los 20 días de preñez.

Recibido: 13-5-77.

1. Comunicación preliminar presentada en el IV Congreso Latinoamericano de Nutrición, celebrado en Caracas, Venezuela, 1976.
2. Profesor Asociado, Departamento de Nutrición de la Facultad de Medicina Santiago Norte, Independencia 1027, Santiago, Chile.
3. Profesor Auxiliar del citado Departamento.
4. Estudiantes de 4o. año de Tecnología Médica, Universidad de Chile.

El análisis de la composición corporal de las ratas desnutridas al iniciar la preñez, demostró un contenido significativamente superior al de los controles en lo referente a grasa, y en energía del carcás total que las de los control. Al final de la preñez un porcentaje importante de esta grasa fue utilizada para proporcionar energía, evitando así el catabolismo de la proteína tisular. En las preñadas controles se observó al final de la preñez una retención importante de grasa y nitrógeno.

El estado nutricional deficitario con que la rata enfrentó la preñez provocó alteraciones en el tamaño de la camada y una caída dramática del peso individual, contenido de nitrógeno, y grasa corporal fetal.

El tamaño del cerebro, corazón e hígado se vio afectado en forma importante (50%) comparado con fetos controles, pero en menor proporción que el peso corporal. Se atribuye a la restricción calórica-proteica materna mantenida, una importancia fundamental en el crecimiento y desarrollo intrauterino.

INTRODUCCION

Numerosas investigaciones (1-8) han demostrado claramente la evidente relación que existe entre la dieta materna y el crecimiento y desarrollo fetal, en animales de experimentación.

Cuando las condiciones nutricionales son satisfactorias, la mayor capacidad anabólica de las hembras gestantes les permite beneficiarse a ellas mismas con el aumento de peso logrado durante la gravidez. No sucede lo mismo si la hembra grávida se somete a una ingesta baja en calorías y/o proteínas.

En general, los estudios experimentales practicados en diferentes mamíferos para conocer el efecto de la nutrición materna sobre el producto, se limitan a carenciar a la madre en uno o más nutrientes (9-13) sólo durante el período gestacional y eventualmente algunos días antes de la concepción, a través de manipulaciones dietarias.

Ya que los efectos de la dieta durante la preñez no deben interpretarse separadamente del estado nutricional de la hembra previo a la gestación, nos pareció interesante estudiar, en ratas, el efecto de una desnutrición precoz y mantenida durante toda la vida, incluyendo el período de gestación, con el objeto de conocer los cambios en la composición corporal materna y su efecto en el crecimiento y la composición corporal fetal.

MATERIAL Y METODOS

Dietas

- A. Se usó caseína,⁵ 4 NDpCal⁰/o (en gramos): caseína, 65; maicena, 435; vitaminas liposolubles,⁶ 20; vitaminas hidrosolubles,⁷ 30; mezcla mineral,⁸ 50; chuño, 75; glucosa, 125; alfamel, 50; aceite, 50, y manteca vegetal, 100.
- B. Caseína, 12 NDpCal⁰/o: caseína, 500; vitaminas liposolubles, 20; vitaminas hidrosolubles, 30; mezcla mineral, 50; chuño, 75; glucosa, 125; alfamel, 50; aceite, 50, y manteca vegetal, 100, cantidad expresada en gramos.

El contenido de nitrógeno de la caseína utilizada es de 13.9 g⁰/o y el valor calórico de las dietas experimentales, de 4.15 cal/gramo.

Animales

Se emplearon 60 ratas hembras recién nacidas, hijas de madres controles (cepa Wistar) con un peso promedio al nacer de 5 g (peso habitual en nuestra colonia de ratas), las que se dividieron en dos grupos. Un grupo se sometió a lactancia insuficiente desde el primer día de edad, colocando 16 crías por rata nodriza (grupo desnutrido); el segundo grupo, control, fue amamantado en la forma habitual de nuestro vivero (una nodriza alimenta solo 6 crías).

-
- 5 Obtenida de Nutritional Biochemical Corporation, Cleveland, Ohio, E.U.A.
- 6 Vitaminas liposolubles: retinol 45,000 microgramos; vitamina D₂, 750 microgramos; alfa tocoferol, 5,000 miligramos y vitamina K (II), 5,000 miligramos; homogenizado con 100 g de maicena.
- 7 Vitaminas hidrosolubles (en gramos): cloruro de colina, 10; ácido p aminobenzoico, 5.0; inositol, 1.0; ácido nicotínico, 0.5; pantotenato de calcio, 0.25; riboflavina, 0.25; tiamina-HCl, 0.200; piridoxina HCl, 0.05; ácido fólico, 0.050; biotina, 0.010; vitamina B₁₂, 0.005, y maicena, 300 g.
- 8 Mezcla mineral (en gramos): CaCO₃, 600; K₂HPO₄, 645; CaHPO₄ 2H₂O, 150; NaCl, 335; MgSO₄·7H₂O, 204; MnSO₄, 10; Fe citrato, 20; ZnCl₂, 1.5; CuSO₄·5H₂O, 1.0; KI, 0.2; CoCl₂, 0.05; KAl (SO₄)₂, 0.1; Na₂SeO₃, 0.01 y NaF, 0.2.

A los 21 días de edad el grupo desnutrido había alcanzado un peso promedio de 22.0 g y el grupo control, 48.5 g. Las hembras sometidas a lactancia insuficiente fueron destetadas para recibir una dieta con caseína cuyo valor proteico era de 4 NDpCal⁰/o (6.5⁰/o de caseína) hasta los 160 días de edad en que su peso alcanzó un valor promedio de 152.1 g. El grupo control fue destetado a una dieta con caseína con 12 NDpCal⁰/o (58⁰/o de caseína) hasta que el peso promedio fue similar al del grupo anterior, 152.8 g. Esto sucedió a los 60 días de edad.

Cuando las ratas de ambos grupos alcanzaron pesos promedio similares cada grupo se dividió en 3 subgrupos: el primer grupo en A, B, C; y el segundo grupo, en D, E y F. Las ratas fueron alojadas en jaulas individuales, con libre acceso a la dieta experimental y al agua de bebida. Se controlaron la temperatura (28°C) y humedad del vivero (70⁰/o).

Ratas hembras desnutridas (160 días de edad)

- A. Grupo inicial: 8 ratas fueron sacrificadas al iniciar el experimento.
- B. Grupo de ratas no preñadas: 8 ratas vírgenes fueron alimentadas con caseína con 4 NDpCal⁰/o por 20 días, hasta los 180 días de edad.
- C. Grupo de ratas preñadas: 8 ratas fueron apareadas con machos controles y alimentadas con caseína con 4 NDpCal⁰/o durante la gestación hasta los 180 días de edad.

Ratas hembras controles (60 días de edad)

- D. Grupo inicial: 8 ratas fueron sacrificadas al iniciar el ensayo.
- E. Grupo de ratas no preñadas: 8 ratas vírgenes fueron alimentadas durante 20 días con la dieta de 12 NDpCal⁰/o hasta los 80 días de edad.
- F. Grupo de ratas preñadas: 8 ratas fueron apareadas y se les proporcionó la dieta de caseína con 12 NDpCal⁰/o durante la gestación hasta los 80 días de edad.

Las ratas del grupo A (desnutrido) y D (control) se sacrificaron por decapitación al iniciar el experimento y en ellas se estudió

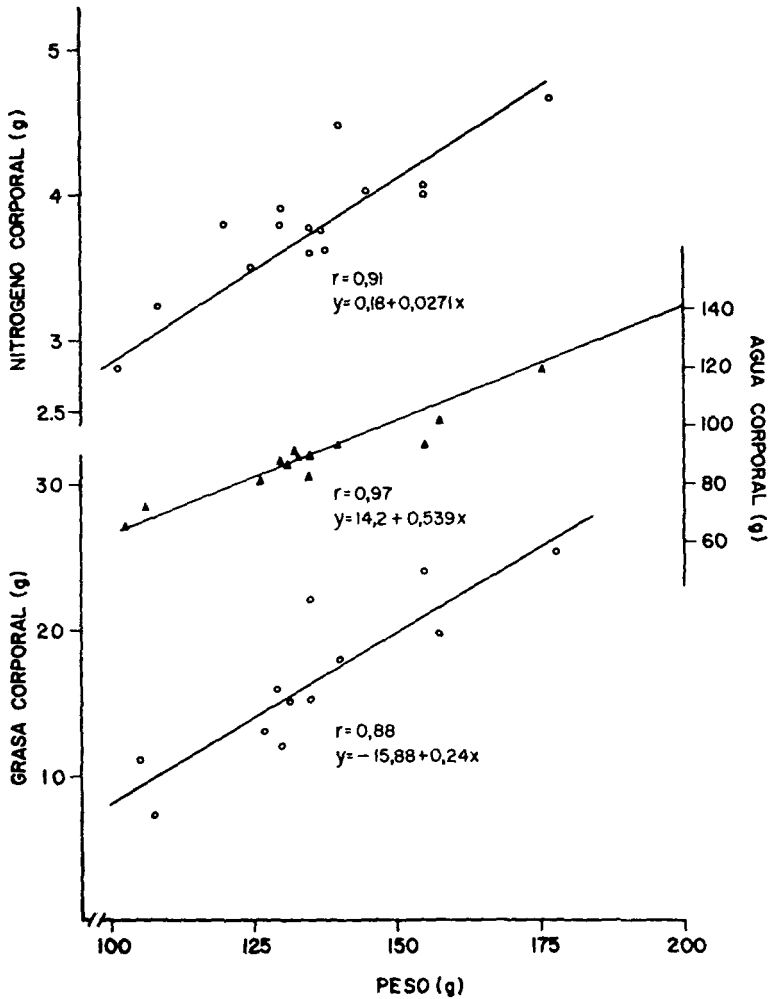


FIGURA 1

Relación entre el contenido de nitrógeno, grasa y agua corporal versus el peso (g) en ratas hembras desnutridas, alimentadas con una dieta a base de caseína con 4 NDpCal⁰/o, desde el destete hasta los 160 días de edad.

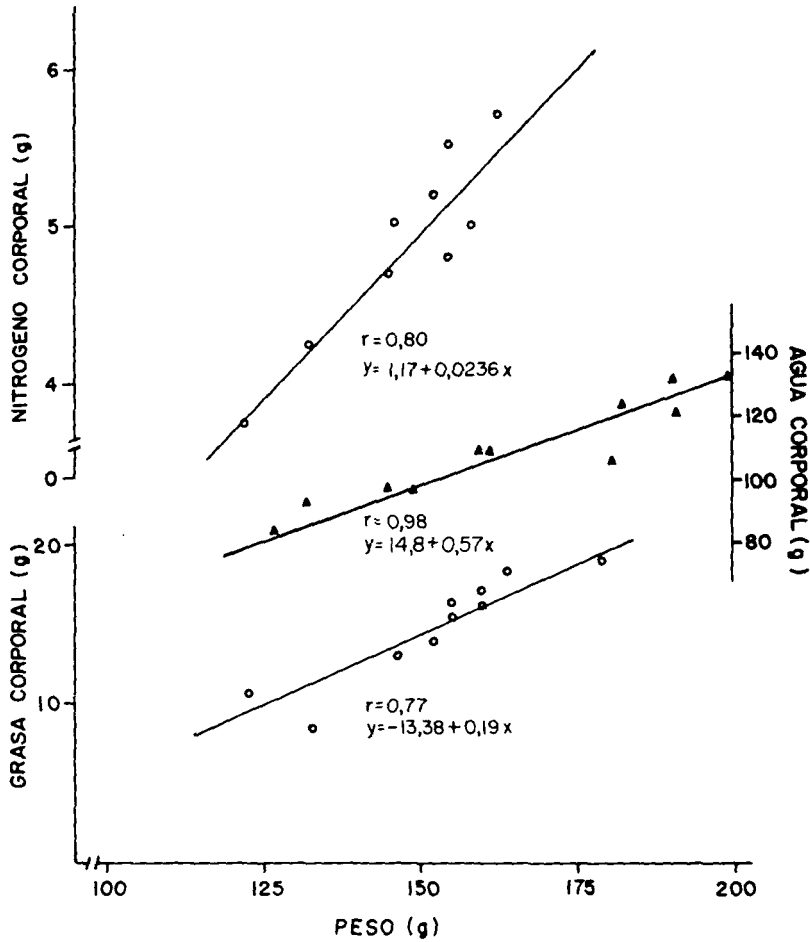


FIGURA 2

Relación entre el contenido de nitrógeno, grasa y agua corporal versus el peso (g) en ratas hembras controles, alimentadas con una dieta a base de caseína con 12NDpCal⁰/o, desde el destete hasta los 60 días de edad.

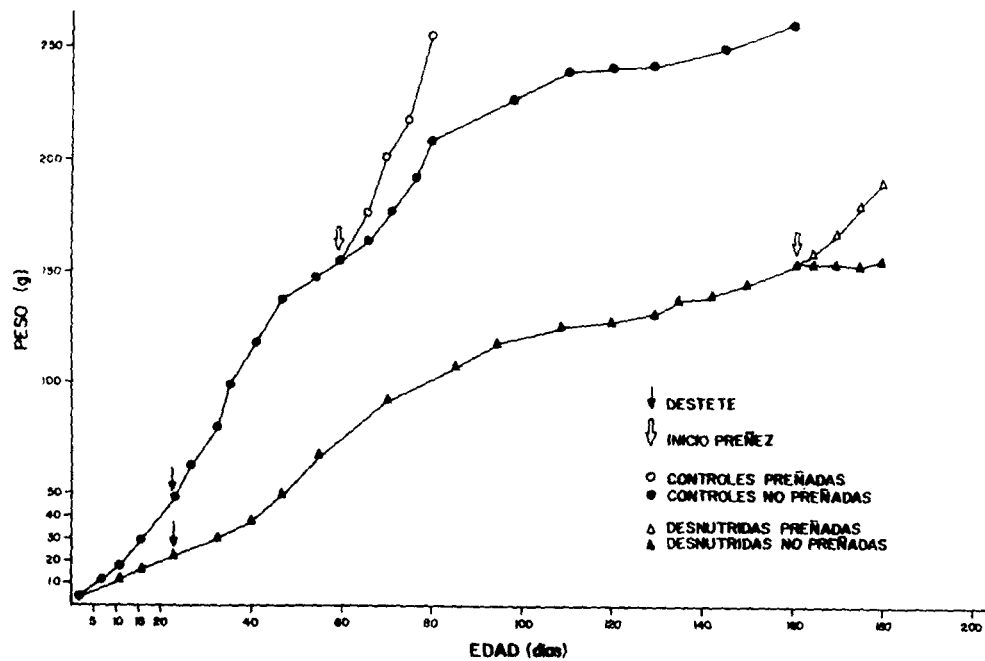


FIGURA 3

Evolución ponderal en ratas con desnutrición calórico-proteica alimentadas con una dieta a base de caseína con 4 NDpCal⁰/o, no preñadas (▲) y preñadas (△), y en ratas controles alimentadas con una dieta a base de caseína con 12 NDpCal⁰/o, no preñadas (●) y preñadas (○).

la composición corporal, midiendo el contenido de grasa total por el método de la AOAC (14), nitrógeno total por el método de Kjeldahl usando el destilador de Markham (15) y agua total en estufa a 105°C hasta obtener un peso constante.

El contenido de nitrógeno, grasa y agua corporal total obtenidos experimentalmente en los grupos iniciales A y D se relacionaron con el peso que tenía cada rata al momento de sacrificarlas, y se calcularon las rectas de regresión.

El contenido de nitrógeno, grasa y agua corporal inicial de los subgrupos B y C (desnutridos) y E y F (controles) fueron calculados aplicando las ecuaciones obtenidas para cada parámetro en los grupos A (inicial desnutridos) y D (inicial controles). En las Figuras 1 y 2 se muestra gráficamente la relación entre cada parámetro y el peso (g), tanto en las ratas desnutridas como en las controles.

Después de alimentarlos durante 20 días con las dietas con 4 y 12 NDpCal⁰/o, los grupos B (desnutridos) y E (control) se sacrificaron, y en ellos se determinó experimentalmente nitrógeno, grasa y agua corporal. Se controló el peso corporal y la ingesta de calorías y proteínas (expresada como N). A las ratas preñadas del grupo C (desnutridas) y F (control) se les extrajeron los fetos por cesárea a los 20 días de edad gestacional; luego se sacrificaron las madres para determinar experimentalmente en ellas los mismos parámetros de los subgrupos anteriores. Se controló también el peso corporal y la ingesta dietaria.

Los fetos de las madres desnutridas y controles fueron sacrificados; se les extrajo hígado, corazón y cerebro y luego se analizó el contenido de agua, grasa y nitrógeno de su carcás. Se cuantificaron los niveles de glicógeno hepático por el método de Montgomery (16) y glucosa en sangre por el método de Nelson-Somogyi (17).

RESULTADOS Y DISCUSION

La Figura 3 muestra la evolución de peso de las ratas hembras desnutridas (▲) y de las controles (●). Puede observarse que el grupo de ratas sometidas a desnutrición precoz y mantenidas durante 180 días muestran una velocidad de crecimiento muy disminuida en relación al crecimiento que presentan las ratas controles durante todo el lapso experimental.

Se presenta, además, la evolución ponderal de las ratas desnutridas preñadas (Δ) y no preñadas (\blacktriangle); de las controles preñadas (\circ) y de las no preñadas (\bullet). Las ratas de ambos grupos fueron fecundadas cuando su peso promedio era de 152 g, que en las controles correspondió a los 60 días de edad y 160 días en las desnutridas. El aumento de peso que durante la preñez acusaron las ratas controles y las desnutridas, comparado con sus respectivos grupos de no preñadas, no puede explicarse por una mayor ingesta de calorías ni de nitrógeno, como se observa en la Tabla 1.

Las ingestas promedio, por día, de calorías, nitrógeno, calorías proteicas utilizables (NDpCal) y la ganancia de peso para los grupos desnutridos y controles se detallan en la Tabla 1. Dado que la evolución ponderal fue diferente entre los distintos grupos y para plantear una comparación valedera, las ingestas se expresaron por unidad metabólica (18,19).

Según se aprecia, las ratas preñadas, crónicamente desnutridas, ganaron significativamente ($P < 0.001$) más peso por día que las no preñadas con ingestas similares de calorías, nitrógeno y NDpCal expresados por kg 0.73/día. Algo similar aconteció entre las preñadas y no preñadas usadas como controles.

Debemos hacer notar la gran eficiencia de la ingesta calórica en la ganancia de peso en las preñadas de ambos grupos (Tabla 1). Bourdel *et al.* (20) han propuesto una interrelación endocrino-lógica-nutricional durante la preñez en que las funciones anabólicas aumentadas, en este período estarían regidas por influencias hormonales materno-placentarias, atribuyéndole una importancia fundamental al aumento de la hormona de crecimiento durante ese mismo lapso. Sin embargo, la mayor eficiencia de estos factores exige simultáneamente un mayor aporte de energía y nutrientes.

Al no encontrar información bibliográfica que explicara termodinámicamente la mayor eficiencia energética detectada durante la preñez, nos atrevemos a sugerir que la rata preñada utilizaría la energía disponible para actividad física en procesos de síntesis. En los animales de nuestro vivero hemos observado que durante la tercera semana de preñez, que corresponde a la mayor ganancia de peso, la rata permanece quieta, casi inmóvil en su jaula, movilizándose sólo para obtener su alimento.

Está bien establecido (21, 22) que la rata preñada es altamente eficiente en la utilización de la proteína dietaria; así podríamos explicar que frente al mismo aporte de nitrógeno, las preñadas retengan más que las no preñadas. Este hecho queda de manifiesto al calcular, en forma individual, la utilización proteica neta (NPU)

TABLA 1

PESO CORPORAL, INGESTA DE CALORIAS, PROTEINAS Y NITROGENO DE RATAS CON DESNUTRICION CRONICA (4 NDpCal⁰/o) Y CONTROLES (12 NDpCal⁰/o), NO PREÑADAS Y CON 20 DIAS DE PREÑEZ

| Grupo | No. de ratas | Peso, g | | | Ingesta/día | | | Ingesta/día/kg ^{0.73} | | |
|--|--------------|-----------|------------|------------|-------------|-------------|-----------|--------------------------------|-------------|-------------|
| | | Inicial | Final | Δ Peso/día | Calorías | NDpCal* | Nitrógeno | Calorías | NDpCal** | Nitrógeno |
| Desnutridas: (4 NDpCal ⁰ /o) | | | | | | | | | | |
| No preñadas (B) | 8 | 145.0±4.3 | 154.4± 3.9 | 0.47±0.09 | ▲ 30.9±2.4 | 1.069±0.22 | 72.0± 5.2 | ▲ 132.0±8.52 | 4.573±1.00 | ▲ 307±24.7 |
| Preñadas (C) | 8 | 152.1±9.5 | 187.9±13.2 | 1.74±0.16 | ● 34.0±2.6 | 1.079±0.41 | 70.0± 1.8 | ● 124.4±8.30 | 3.956±0.75 | ● 269±18.4 |
| | | | | P<<0.001 | N.S. | N.S. | N.S. | N.S. | N.S. | N.S. |
| Controles: (12 NDpCal ⁰ /o) | | | | | | | | | | |
| No preñadas (E) | 8 | 157.1±1.9 | 208.1±14.1 | 2.55±0.67 | ▲ 60.3±2.4 | 6.219±14.90 | 848±34.7 | ▲ 212.5±9.68 | 20.065±1.47 | ▲ 2817±13.1 |
| Preñadas (F) | 8 | 152.8±5.1 | 276.2± 5.9 | 6.17±0.25 | ● 64.9±1.6 | 5.781±18.95 | 912±24.7 | ● 209.4±1.43 | 20.081±2.58 | ● 2962±58.8 |
| | | | | P<<0.001 | ▲ P<<0.001 | N.S. | N.S. | N.S. | N.S. | ▲ P<<0.001 |

Valores promedios ± Desviación Estándar; significancia estadística (método "t" de Student).

N.S. = Diferencias no significativas.

P = Diferencias estadísticamente significativas: desnutridas vs controles.

* = (Ingesta calórica/día/NDpCal⁰/o)/100 = calorías proteicas utilizables ingeridas.

** = Ingesta proteica expresada como NDpCal¹/kg^{0.73}/día.

▲ = Desnutridas no preñadas; ● = Controles no preñadas.

aparente en nuestros grupos experimentales, de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$\text{NPU a} = \frac{\text{B} - \text{Bo}}{\text{I}} \times 100, \text{ donde}$$

B es el N corporal determinado al final del período experimental, Bo es el N corporal inicial calculado con las rectas de regresión obtenidas para N en el grupo A (inicial desnutrido) por las ecuaciones $y = 0.18 + 0.027 x$; $x = \text{peso (g)}$; y D (inicial control) $y = 1.17 + 0.0236 x$; $x = \text{peso (g)}$.

En la Figura 4 se puede ver que a niveles de 4 NDpCal⁰/o la rata preñada desnutrida, con contenido uterino, eleva en 17.4 unidades la NPU aparente con respecto a la no preñada de su misma condición. Esta elevación de NPU_{ap} en la preñada control es de 4.6 unidades con respecto a la no preñada. Esto pone de manifiesto la mejor utilización del nitrógeno dietario inducido por la preñez, haciendo notar que la eficiencia es aún mayor en el grupo cuya ingesta proteica es de 3.96 NDpCal/kg^{0.73}/día.

La ganancia de peso en las ratas preñadas no alimentadas con dietas de distinto valor proteico, difirió, así como también la distribución de ese peso ganado entre la madre y el producto (Tabla 2).

El aumento total de peso después de 20 días de preñez fue de 23.5⁰/o en las ratas preñadas desnutridas, correspondiéndole 18.6⁰/o a los fetos y anexos. Las ratas desnutridas preñadas que recibieron la dieta con 4 NDpCal⁰/o se beneficiaron con un pequeño porcentaje del peso ganado. Las preñadas controles alimentadas con 12 NDpCal⁰/o ganaron 81.8⁰/o beneficiándose la madre en un 38.7⁰/o, y en 42.4⁰/o sus fetos y anexos.

El pequeño porcentaje del peso ganado que le correspondió a la gestante desnutrida (grupo C), 4.9⁰/o, puede explicarse por un cambio en su composición corporal como se observa en la Tabla 3. Frente a un pequeño aumento de agua y nitrógeno corporal se aprecia una disminución de su grasa corporal inicial. En los controles (grupo F) la ganancia de peso favoreció en un 38.7⁰/o a la madre, significándole un depósito de grasa y N que serviría para protegerla durante el período de lactancia. No sucedió lo mismo en las desnutridas, quienes perdieron 15.4⁰/o de la grasa inicial.

En la Tabla 4 se aprecian los cambios en el contenido de energía, nitrógeno y grasa en el carcás materno después de 20 días de preñez.

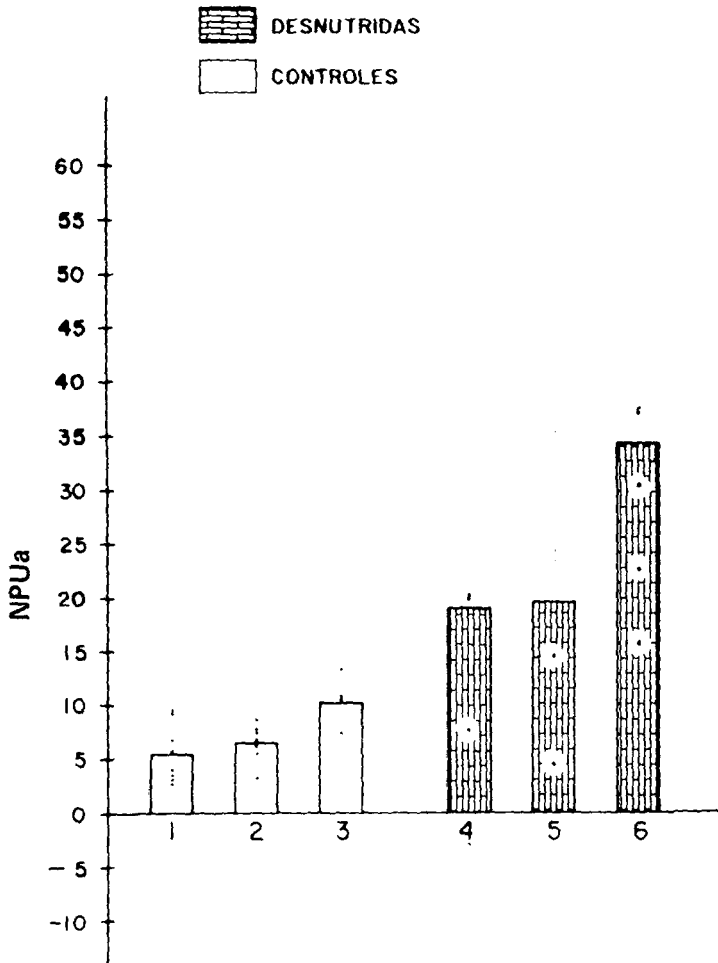


FIGURA 4

Utilización proteica neta aparente (NPUa) en ratas controles (□ 1, 2, 3) alimentadas con 12 NDpCa⁰/o, y desnutridas (■ 4, 5, 6) alimentadas con 4 NDpCa⁰/o; 1 y 4: no preñadas; 2 y 5: preñadas sin contenido uterino; 3 y 6: preñadas con contenido uterino.

TABLA 2

GANANCIA DE PESO DURANTE LA PREÑEZ Y DISTRIBUCION DEL AUMENTO DE PESO
ENTRE LA MADRE Y EL PRODUCTO, EN RATAS DESNUTRIDAS Y CONTROLES

| Grupo | No. de ratas | No. ¹ | Peso promedio | | Aumento de peso total o/o | Peso final madre* | Distribución del aumento de peso | |
|--|--------------|------------------|---------------|------------|------------------------------|-------------------|----------------------------------|-----------------|
| | | | Inicial g | Final g | | | Madre o/o | Producto o/o |
| C | | | | | | | | |
| Desnutridas preñadas (4 NDpCal ⁰ /o) | 8 | 8 | 152.2 | 187.9 | 23.5 | 159.7 | 4.9 | 18.6 |
| F | | | | | | | | |
| Controles preñadas (12 NDpCal ⁰ /o) | 8 | 10 | 152.8 | 276.2 | 81.8 | 212.0 | 38.7 | 42.4 |

No.¹ = Número de fetos por camada.

* = Excluyendo el contenido uterino.

TABLA 3

CAMBIOS EN LA COMPOSICION CORPORAL EN RATAS DESNUTRIDAS Y CONTROLES DURANTE 20 DIAS DE PREÑEZ, ALIMENTADAS CON 4 Y 12 NDpCal^{0/0}

| Grupos | Composición corporal materna* | | | | | | Significancia estadística (test "t" de Student) |
|---------------------------------------|-------------------------------|-------------|-------------|----------------|------------|-------------|---|
| | Inicial (total) | | | Final (total) | | | |
| | Nitrógeno g | Grasa g | Agua 0/0 | Nitrógeno g | Grasa g | Agua 0/0 | |
| C | | | | | | | |
| Desnutridas (4NDpCal ^{0/0}) | | | | | | | |
| Preñadas (8) | ○ 4.30±0.25 | ● 20.7± 1.7 | 63.4±0.39 | ○ 4.74±0.12 | ● 17.5±1.6 | 65.4±0.73 | ○ P < 0.10 ● P < 0.10 |
| F | | | | | | | |
| Controles (12 NDpCal ^{0/0}) | | | | | | | |
| Preñadas (8) | △ 4.73±0.12 | ▲ 15.6±0.12 | 66.8±0.35 | △ 5.90±0.12 | ▲ 25.7±2.0 | 66.4±2.9 | △ P << 0.001 ▲ P << 0.001 |

* Excluyendo el contenido uterino.

Las cifras entre paréntesis representan el número de animales.

○ = Controles preñadas; △ = desnutridas preñadas; ● = controles no preñadas y ▲ = desnutridas no preñadas.

TABLA 4

CAMBIOS EN EL CONTENIDO DE ENERGÍA, NITRÓGENO Y GRASA EN EL CARCÁS MATERNO ●
DE RATAS CON 20 DÍAS DE PREÑEZ, DESNUTRIDAS Y CONTROLES

| | Desnutridas (No.= 8) | | | Controles (No.= 8) | | |
|-------------------------------------|----------------------|-----------|--------|--------------------|-----------|-------|
| | Inicial | Final* | Δ | Inicial | Final* | Δ |
| Peso corporal (g) | 152.1 | 159.7 | | 152.8 | 212 | |
| Energía total carcás (Cal) | 332 | 317 | -15.0 | 301 | 431 | 130.0 |
| Nitrógeno total carcás (g) | 4.30±0.19 | 4.74±0.25 | 0.44 | 4.73±0.13 | 5.90±0.12 | 1.17 |
| Energía total en proteínas** (Cal) | 146 | 161 | | 161 | 200 | |
| Energía total en grasa*** (Cal) | 186 | 157 | | 140 | 231 | |
| Grasa total en carcás (g) | 20.6±1.70 | 17.4±1.52 | - 3.20 | 15.6±1.69 | 25.7±2.04 | 10.10 |
| Peso carcás seco libre de grasa (g) | 35.3±1.57 | 35.7±1.83 | | 35.4±1.40 | 49.4±2.85 | |
| Promedio de energía retenida: | | | | | | |
| en proteínas (Cal/20 días) | | | 15 | | | 39 |
| en grasa (Cal/20 días) | | | -30 | | | 91 |

● = Sin contenido uterino.

* = 20 días de preñez.

** = Asumiendo 34 Cal/g N.

*** = Asumiendo 9 Cal/g grasa.

La preñez indujo en el carcás materno de la rata desnutrida una disminución importante del contenido de grasa corporal, perdiendo en promedio 3.20 g que, traducido a calorías, alcanza una cifra de 30 Cal. Podemos postular que durante la preñez la rata desnutrida crónica utilizó de preferencia los lípidos corporales con propósitos energéticos, favoreciendo así la mantención de su proteína tisular. Al comparar el contenido de nitrógeno en el carcás materno de este mismo grupo al inicio y al final de la preñez, encontramos una retención de 0.44 g de nitrógeno; esta ganancia, sin embargo, no se ve claramente reflejada por un aumento de peso del carcás libre de grasa al final del experimento.

A diferencia de la desnutrida, el carcás de la rata preñada control ganó al final de 20 días 130 Cal provenientes de la retención de nitrógeno y grasa. La madre ganó 58.5 mg diarios de nitrógeno que hacen un total de 1.17 g después de 20 días; éstos fueron utilizados para síntesis de tejido, lo que se refleja en el aumento de peso del carcás inicial libre de grasa, que fue de 14 g. Paralelamente, podemos observar que el depósito de grasa después de 20 días de preñez alcanzó un peso de 10 gramos. Los resultados obtenidos en las ratas controles concuerdan con lo informado por King, Calloway y Margen (23) en mujeres embarazadas.

En resumen, el costo energético durante la preñez en las ratas desnutridas se tradujo en una pérdida de 30 Cal provenientes de tejido graso y una ganancia de 15 Cal por retención de proteína, lo que da como pérdida neta, 15 Cal en 20 días. En las controles y a diferencia del grupo anterior, la ganancia neta fue de 130 Cal provenientes de la retención de nitrógeno y del depósito de grasa.

Naismith (24) ha comunicado ganancias de 34.9% en la grasa del carcás materno al administrar a ratas 13 NDpCal^o/o; las nuestras ganaron 24.7% cuando las alimentamos con 12 NDpCal^o/o. El mismo autor comunica que el aumento de grasa fue de solo 21.1% cuando la dieta contenía 6 NDpCal^o/o. En nuestro estudio, el grupo de ratas que enfrentó la preñez con desnutrición previa perdió 15.4% de su grasa corporal durante el lapso experimental.

La distribución del nitrógeno adicional retenido durante la preñez se muestra en la Tabla 5. Después de 20 días de consumir la dieta con 4 NDpCal^o/o, la rata preñada, desnutrida, retuvo 692 mg aproximadamente, de los cuales 440 mg (64%) permanecieron en su carcás; el resto fue encontrado en productos de la concepción. La rata preñada control retuvo en sus tejidos el

TABLA 5

**DISTRIBUCION DEL NITROGENO ADICIONAL RETENIDO DURANTE
20 DIAS DE PREÑEZ EN RATAS DESNUTRIDAS Y CONTROLES
MANTENIDAS CON DIETAS CON 4 Y 12 NDpCal⁰/o,
RESPECTIVAMENTE**

| | Desnutridas (4NDpCal ⁰ /o) | | Controles (12 NDpCal ⁰ /o) | |
|---|--|------|--|------|
| | mg | o/o* | mg | o/o* |
| Nitrógeno total ganado en 20 días de preñez | 692 | | 2860 | |
| Nitrógeno retenido en: Carcás materno | 440 | 64 | 1170 | 41 |
| Nitrógeno retenido en: Productos de la concepción (útero, feto, placenta, líquido amniótico) | 252 | 36 | 1690 | 59 |

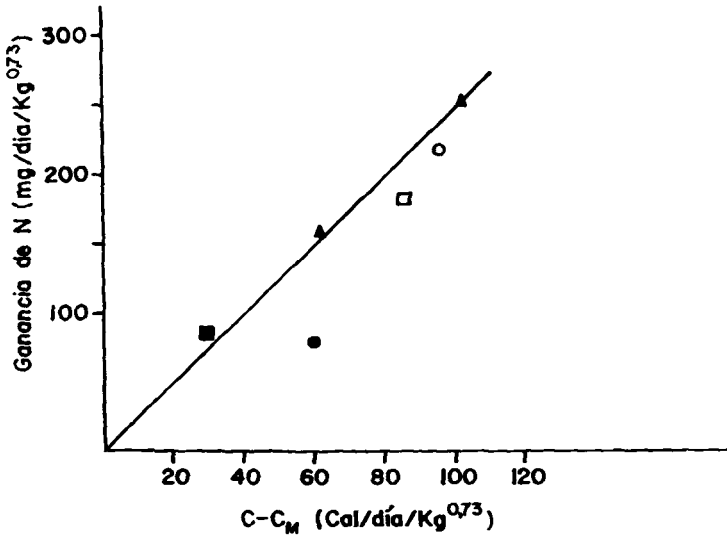
* Expresado como porcentaje del nitrógeno total ganado en 20 días de preñez.

41⁰/o de los 2,860 mg que ganó durante los 20 días en que se alimentó con la dieta con 12 NDpCal⁰/o.

En de presumir que los altos porcentajes de nitrógeno retenido por el carcás a los 20 días, disminuyan al final de la preñez, debido a la rápida transferencia que el tejido fetal exige en los últimos días de su vida intrauterina (25,26).

Considerando que la retención de nitrógeno durante la preñez no puede separarse de la influencia de la energía ingerida con la dieta, calculamos la relación entre la retención de nitrógeno (mg/kg^{0.73}/día) versus la ingesta calórica sobre mantención [(C - C_M) Cal/kg^{0.73}/día] en las ratas preñadas, con y sin contenido uterino y las no preñadas, las controles y las desnutridas. Los resultados se presentan en la Figura 5.

A igualdad de ingesta calórica sobre mantención, las preñadas desnutridas ganaron más nitrógeno que las no preñadas. Algo similar ocurrió con las controles aunque la diferencia de retención de N a igualdad de ingesta calórica sobre mantención entre preñadas y no preñadas no fue tan espectacular.



- C** = Ingesta calórica (Cal/día/kg^{0.73})
C_M = Calorías para mantención, iguales a 112 (Cal/día/kg^{0.73}) en las controles, y a 105 (Cal/día/kg^{0.73}) en las desnutridas
■ Desnutridas y **□** Controles no preñadas
▲ Desnutridas y **△** Controles preñadas
● Desnutridas y **○** Controles preñadas sin contenido uterino

FIGURA 5

Ganancia de nitrógeno (mg/día/kg^{0.73}) versus ingesta calórica sobre mantención $C-C_M$ (Cal/día/kg^{0.73}).

Las calorías necesarias para propósitos de mantención fueron determinadas en grupos de ratas desnutridas y controles de edades y pesos similares a nuestros grupos experimentales, los que sometimos a distintas ingestas calóricas. Los cambios observados en su composición corporal se relacionaron luego con la energía metabolizable ingerida, y ésta fue calculada restando un 20% a la energía bruta ingerida (27).

Nuestros resultados indicaron que para mantener la energía corporal en ratas desnutridas era necesario un aporte de $105 \text{ cal/kg}^{0.73}/\text{día}$, y para las controles, $112 \text{ cal/kg}^{0.73}/\text{día}$ (Figura 6). Estas cifras restadas de la ingesta de energía metabolizable total dio la energía sobre mantención para cada grupo.

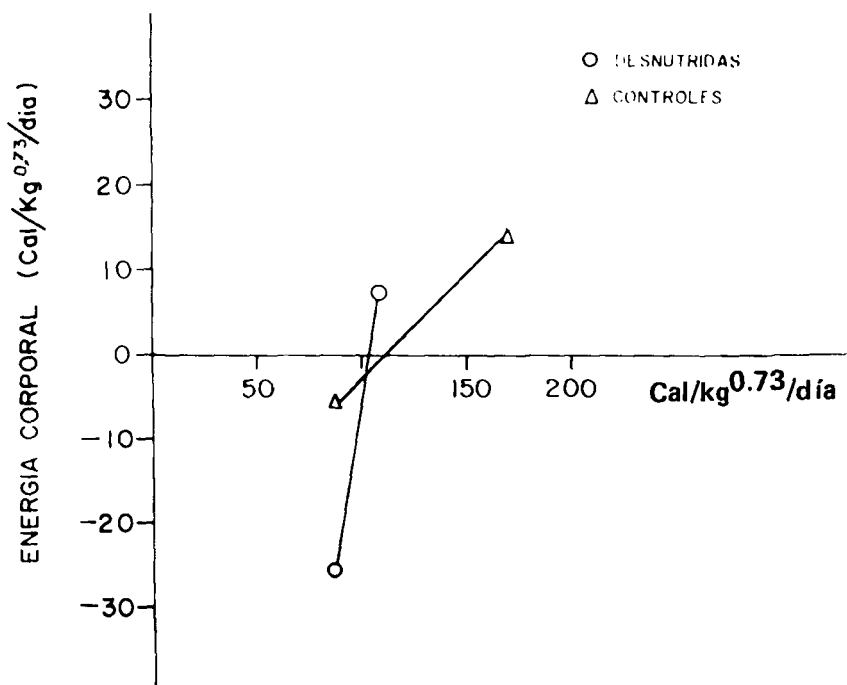


FIGURA 6

Relación entre el cambio de energía corporal ($\text{Cal/kg}^{0.73}/\text{día}$) versus la ingesta de energía metabolizable ($\text{Cal/kg}^{0.73}/\text{día}$) en ratas desnutridas (O) y controles (Δ)

La desnutrición calórico-proteica crónica a la que fueron sometidas las ratas antes y durante el embarazo, afectó el tamaño de la camada, el peso individual, y la composición corporal fetal. No podemos atribuir el bajo peso del feto desnutrido al tamaño corporal materno, ya que los grupos controles y desnutridos iniciaron la preñez con pesos similares. Como se indica en la Tabla 6, el peso

TABLA 6
CONTENIDO DE AGUA, GRASA, NITROGENO Y GLICÓGENO HEPÁTICO EN FETOS CON
20 DÍAS DE EDAD GESTACIONAL DESNUTRIDOS Y CONTROLES

| | Fetos desnutridos | | Fetos controles | |
|-------------------------------------|-------------------|------|-----------------|------|
| | | o/o* | | o/o* |
| No. de camadas | 8 | | 8 | |
| No. de fetos/camada | 8.5 | | 10.4 | |
| Peso individual del feto (g) | 1.76 ± 0.18 | | 5.06 ± 0.34 | |
| Agua (g) | 1.50 ± 0.47 | 85.2 | 4.38 ± 0.20 | 86.6 |
| Nitrógeno (mg) | ** 18.0 ± 2.01 | 1.0 | ** 152.0 ± 20.1 | 3.0 |
| Grasa (mg) | ** 10.0 ± 0.51 | 0.6 | ** 40.1 ± 3.35 | 0.8 |
| Glicógeno hepático (mg/g de hígado) | ** 10.0 ± 1.42 | | ** 30.4 ± 3.50 | |
| Peso hígado (mg) | 147.0 ± 8.0 | 8.3 | 347.0 ± 9.0 | 6.9 |
| Peso corazón (mg) | 15.1 ± 2.3 | 0.86 | 27.0 ± 1.5 | 0.53 |
| Peso cerebro (mg) | 100.5 ± 3.0 | 5.71 | 189.0 ± 4.3 | 3.74 |

* Expresado como porcentaje en relación al peso individual.

Valores promedio ± Desviación estándar.

** P < 0.001 Desnutridos vs controles.

de los fetos de madres desnutridas fue sólo el 34^o/o de lo observado en fetos de ratas controles; paralelamente, los contenidos de nitrógeno, grasa corporal y glicógeno hepático fetal se encontraron significativamente disminuidos ($P < 0.001$). Al comparar porcentualmente el peso del cerebro, hígado y corazón con el peso corporal individual, contrariamente a lo esperado, en los desnutridos este porcentaje de peso de los órganos fue mayor con respecto a lo observado en los fetos controles.

Lechtig *et al.* (28-30) al analizar la influencia de la desnutrición proteico-calórica materna sobre el crecimiento fetal en humanos, atribuye una importancia fundamental al déficit calórico, ya que lograron resultados espectaculares en cuanto a aumentar el peso del recién nacido, suplementando fundamentalmente en calorías la dieta de embarazadas con estado nutricional deficiente.

Nuestros hallazgos demuestran que en los fetos desnutridos, tanto la glucosa sanguínea (34.2 ± 3.0 vs 60.6 ± 5.1 en controles), como el glicógeno hepático y la grasa corporal se hallaban significativamente disminuidas ($P < 0.001$). Ya que el glicógeno y la grasa son sintetizados por el feto, postulamos que durante la desnutrición intrauterina el suministro de glucosa materna fue insuficiente.

Hemos demostrado la gran eficiencia que la rata desnutrida tiene para utilizar el nitrógeno dietario (Fig. 4) y que el 36^o/o del nitrógeno adicional retenido quedó disponible para el producto de la concepción (Tabla 5). Cabe hacer notar que mientras el peso corporal alcanzado por el feto desnutrido de 20 días de edad gestacional fue sólo el 34^o/o del control, los pesos del cerebro, hígado y corazón lograron alcanzar el 50^o/o del peso para esos mismos órganos en los controles.

Podemos, pues, concluir que durante la preñez la rata sometida a desnutrición calórico-proteica precoz catabolizó su reserva de grasa e incorporó a su propio carcás el 64^o/o del nitrógeno adicional retenido en 20 días. El tamaño de su camada se encontró disminuido y el crecimiento fetal retardado.

Podríamos postular también que el aporte materno de calorías y proteínas fue insuficiente, porque al analizar la composición corporal fetal encontramos un bajo contenido de nitrógeno, de grasa y glicógeno hepático, asociado a lo cual los niveles de glucosa sanguínea estaban significativamente disminuidos.

La hormona de crecimiento que se ha sugerido como elevada (20, 31) durante la preñez habría movilizado grasa del tejido adiposo de la rata desnutrida con fines energéticos de exclusiva

utilización materna. La hormona de crecimiento al elevar la insulina plasmática (32) simultáneamente estaría impidiendo el catabolismo proteico, limitando el transporte de aminoácidos del tejido muscular materno a la circulación y de ahí a la placenta. Si concomitante con este hecho existe un bajo aporte proteico dietario, el suministro de aminoácidos al feto estaría francamente disminuido. El crecimiento subnormal del feto podría deberse al bajo aporte de aminoácidos y al deficiente suministro de glucosa materna.

SUMMARY

CHANGES IN BODY COMPOSITION DURING PREGNANCY IN PROTEIN-CALORIE MALNOURISHED RATS

I. EFFECT ON FETAL GROWTH AND BODY COMPOSITION

The long-term effects of calorie-protein malnutrition in body composition and growth were determined in rats before mating and during pregnancy as well as in their fetuses. Two groups were formed.

Malnourished rats: Newborn female litters of normal rats of our laboratory stock, weighing an average of 5 g (usual weight in our newborn litters), were nursed (16 per rat). The rats were weaned on the 21st day and as of that date were fed *ad libitum* a casein diet with 4NDpCal⁰/o for 139 days. At this age the mean body weight was 152 g.

Control rats: Newborn female litters were nursed (six per rat) and weaned on the 21st day. They were then fed *ad libitum* a casein diet with 12 NDpCal⁰/o for 39 days. At this age the mean body weight was 152 g. When both groups of rats reached similar body weight (152 g) they were mated and after twenty days of pregnancy, the fetuses were removed and the rats killed.

The carcass analyses showed that energy retention as fat was significantly higher in the malnourished animals than in the controls, before mating. At the end of pregnancy malnourished rats had lost 18.4⁰/o of their carcass fat, accompanied by a maintenance of a lean body mass. This might suggest an interrelationship of fat and protein metabolism, the fat being catabolized to provide energy and to spare the tissue proteins. However, in the control rats, pregnancy induced a net gain of lean tissues and a considerable increase in fat stores at the maternal carcass.

Litter size, weight of the individual fetus, nitrogen and fat content in

fetal carcass were markedly diminished, on account of early and severe maternal malnutrition.

The brain, liver and heart weights of the fetus from the food-deprived rats, were significantly lower than controls, but not as much as the body weight.

BIBLIOGRAFIA

1. Chow, B. F. & Chi-Jen Lee. Effect of dietary restriction of pregnant rats on body weight gain of the offspring. *J. Nutr.*, **82**:10-18, 1964.
2. Venkatachalam, P. S. & K. S. Ramanathan. Effect of protein deficiency during gestation and lactation and body weight and composition of offspring. *J. Nutr.*, **84**:38-42, 1964.
3. Hsueh, A. M., C. E. Agustín & B. F. Chow. Growth of young rats after differential manipulation of maternal diet. *J. Nutr.*, **91**:195-200, 1967.
4. Zamenhof, S., E. Van Marthens & F. L. Margolis. DNA (Cell number) and protein in neonatal brain: alteration by maternal dietary protein restriction. *Science*, **160**:322-323, 1968.
5. Chase, P. H., C. S. Dabiere, N. N. Welch & D. O'Brien. Intrauterine undernutrition and brain development. *Pediatrics*, **47**:491-500, 1971.
6. Roeder, L. M. & B. F. Chow. Maternal undernutrition and its long-term effects on the offspring. *Am. J. Clin. Nutr.*, **25**:812-821, 1972.
7. Atinmo, T., W. G. Pond & R. H. Barnes. Effect of dietary energy vs. protein restriction on blood constituents and reproductive performance in swine. *J. Nutr.*, **104**:1033-1040, 1974.
8. Kohrs, M. B., A. E. Harper & G. R. Kerr. Effects of a low-protein diet during pregnancy of the rhesus monkey. I. Reproductive efficiency. *Am. J. Clin. Nutr.*, **29**:136-145, 1976.
9. Brasel, J. A. & M. Winick. Maternal nutrition and prenatal growth. *Arch. Dis. Child.*, **47**:479-485, 1972.
10. Levitsky, D. A., T. F. Massaro & R. H. Barnes. Maternal malnutrition and the neonatal environment. *Fed. Proc.*, **34**:1583-1586, 1975.
11. Tagle, M. A. & G. Donoso. Protein requirements for the pregnant rat. *Nutr. Dieta*, **11**:44-52, 1969.
12. Palludan, B. The influence of vitamin A deficiency on foetal development in pigs with special reference to eye organogenesis. *Int. J. Vit. Nutr. Res.*, **46**:223-225, 1976.
13. Hurley, L. S., G. Cosens & L. L. Theriault. Magnesium, calcium and zinc levels of maternal and fetal tissues in magnesium-deficient rats. *J. Nutr.*, **106**:1261-1264, 1976.
14. Association of Official Analytical Chemists. *Official Methods of Analysis of the AOAC*. 9th ed. Washington, D. C., The Association, 1960, Section 22:033.

15. Markham, R. A. A steam distillation apparatus suitable for micro-kjeldahl analysis. *Biochem. J.*, 36:790-791, 1942.
16. Montgomery, R. Determination of glycogen. *Arch. Biochem. Biophys.*, 67:378-386, 1957.
17. Nelson-Somogyi method. En: **Practical Physiological Chemistry**. Ph. B. Hack, B. L. Oser and W. H. Sommerson (Eds.). 13th ed. New York, McGraw-Hill Book Company, Inc., 1954, p. 573-574.
18. Miller, D. S. & A. E. Bender. The determination of the net utilization of proteins by a shortened method. *Brit. J. Nutr.*, 9:382-388, 1955.
19. Miller, D. S. & P. R. Payne. A theory of protein metabolism. *J. Theoret. Biol.*, 5:398-411, 1963.
20. Bourdel, G., R. Jacquot, M. Klein & G. Mayer. Nutrition et gestation. *Ann. Nutr. (Par)*15:337-383, 1960.
21. Naismith, D. J. The requirement for protein, and the utilization of protein and calcium during pregnancy. *Metabolism*, 15:582-595, 1966.
22. Poo, L. J., W. Lew, D. D. Lee & T. Addis. Protein anabolism in the organs and tissues of pregnant rats at different levels of protein consumption. *J. Nutr.*, 19:505-515, 1940.
23. King, J. C., D. H. Calloway & S. Margen. Nitrogen retention, total body ⁴⁰K and weight gain in teenage pregnant girls. *J. Nutr.*, 103:772-785, 1973.
24. Naismith, D. J. Nutrition of the foetus and the newly born. The foetus as a parasite. *Proc. Nutr. Soc.*, 28:25-31, 1969.
25. Beaton, G. H., J. Beare, M. H. Ryu & E. W. McHenry. Protein metabolism in the pregnant rat. *J. Nutr.*, 54:291-304, 1954.
26. Rosso, P. Changes in the transfer of nutrients across the placenta during normal gestation in the rat. *Am. J. Obstet. Gynecol.*, 122:761-766, 1975.
27. Miller, D. S. & P. R. Payne. Weight maintenance and food intake. *J. Nutr.*, 78:255-262, 1962.
28. Lechtig, A., J. P. Habicht, E. de León, G. Guzmán & M. Flores. Influencia de la nutrición materna sobre el crecimiento fetal en poblaciones rurales de Guatemala. I. Aspectos dietéticos. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 22:101-115, 1972.
29. Lechtig, A., J. P. Habicht, G. Guzmán & E. M. Girón. Influencia de las características maternas sobre el crecimiento fetal en poblaciones rurales de Guatemala. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 22:255-265, 1972.
30. Lechtig, A., R. Martorell, H. Delgado, C. Yarbrough & R. E. Klein. Suplementación alimentaria durante el embarazo, antropometría materna y peso al nacer en poblaciones rurales de Guatemala. Resúmenes de Trabajos Libres. Presentado en: **IV Congreso Latinoamericano de Nutrición, Caracas, Venezuela, noviembre de 1976**.
31. Leatham, J. H. Some aspects of hormone and protein metabolic inter-relationships. Chapter 9. En: **Mammalian Protein Metabolism**. H. N. Munro and J. B. Allison (Eds.). Vol. 1. New York and London, Academic Press, 1964, p. 343-380.

32. West, E. S. & W. R. Todd. Carbohydrate metabolism. Relations of the endocrine glands to carbohydrate metabolism. Chapter 24. En: **Textbook of Biochemistry**. 3rd ed. New York, The McMillan Company, 1961, p. 1030.

EL FACTOR NUTRICIONAL EN EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE NIÑOS DE 0 A 6 AÑOS: METODOLOGIA DE UN ESTUDIO LONGITUDINAL

Lita Villalón¹ y Michelle Brault-Dubuc¹

Centro de Investigación sobre Crecimiento y Desarrollo Humano,
Universidad de Montreal, Montreal, Canadá

RESUMEN

Se seleccionaron 496 madres embarazadas en la región de Montreal, con el fin de iniciar un estudio del crecimiento y desarrollo del niño canadiense-francés de 0 a 6 años de edad. En una entrevista prenatal que generalmente se efectuó durante el tercer trimestre del embarazo, se obtuvieron todos los antecedentes médico-sociales de la familia, así como el peso y la talla de los padres. En la misma oportunidad se le hizo a la madre una encuesta cuantificada de consumo sobre su alimentación durante el embarazo; la nutricionista revisó también una encuesta de recordatorio de 24 horas, precisando las diferentes cantidades consumidas por la madre. Al dar ésta a luz, se anotaron asimismo todos los antecedentes del nacimiento y las medidas antropométricas del niño. A continuación, éste fue examinado en el centro cada 3 meses hasta los 18 meses de edad; luego a los 24 meses y más tarde una vez por año, coincidiendo más o menos 7 días con la fecha de su cumpleaños. Estos exámenes los practica un equipo multiprofesional que se encarga de analizar los diferentes aspectos que influyen en el crecimiento y desarrollo del niño. Entre éstos, la nutrición tiene importancia prepon-

Manuscrito modificado recibido: 3-22-78.

1 Nutricionista del Centro de Investigación sobre Crecimiento y Desarrollo Humano, Universidad de Montreal, Montreal, Canadá.

derante. En el presente artículo se detallan los métodos escogidos para el estudio de la alimentación de la madre durante el embarazo, y del niño durante sus primeros años de vida.

INTRODUCCION

El Centro de Investigación sobre Crecimiento y Desarrollo Humano de la Universidad de Montreal había realizado dos estudios sobre el crecimiento y desarrollo del niño canadiense-francés de 6 a 19 años (uno de carácter longitudinal, y el otro, transversal). Los resultados de ambos estudios fueron objeto de varias publicaciones, entre las cuales cabe mencionar las siguientes: el estudio de Brault-Dubuc y Jenicek sobre el consumo alimentario de los niños canadienses-franceses de Montreal (1); el de Demirjian, Jenicek y Brault-Dubuc sobre diferentes aspectos del crecimiento, y de la salud dental y erupción dental (2-6). Sin embargo, faltaba investigar los años cruciales del crecimiento del niño (de 0 a 6 años), para tener un cuadro completo del crecimiento del niño canadiense-francés. Este fue el motivo por el cual en 1975 el Centro inició otro estudio longitudinal —que aún se encuentra en marcha— y por cuyo medio se propone seguir al niño desde el nacimiento hasta los 6 años de edad.

Los objetivos que persigue el proyecto son:

1. Estudiar el crecimiento somático del niño canadiense-francés de 0 a 6 años.
2. Estudiar su desarrollo neuromotor con el fin de establecer más tarde correlaciones con el rendimiento escolar.
3. Evaluar la maduración ósea de los dientes para determinar la maduración fisiológica de los niños a diferentes edades.
4. Evaluar desde el punto de vista bioquímico la tasa de hormonas sexuales plasmáticas, y determinar valores de hemoglobina y de hematocrito.
5. Estudiar los factores ambientales, por ejemplo, alimentación, higiene, medio familiar, nivel socioeconómico, etc. que influyen en el crecimiento del niño.

6. Comparar modelos del crecimiento de dichos niños con el de otras poblaciones infantiles que tengan un fondo genético común (niños franceses), o de un medio comparable (niños norteamericanos).

Entre los factores ambientales, se considera que la nutrición durante el embarazo puede influir en el estado del niño al nacimiento (7-14). Otros estudios muestran la relación existente entre la alimentación del niño durante sus primeros años de vida, su crecimiento y desarrollo así como la evolución de la obesidad a una edad temprana (15-20). Por estas razones, dentro del contexto de nuestro estudio se analizará en forma muy especial la alimentación y los hábitos alimentarios de la muestra seleccionada, aspectos éstos que serán objeto de próximas publicaciones. En este artículo solamente se da a conocer la forma de estudio de estos aspectos nutricionales.

Es importante hacer notar que los problemas nutricionales de nuestra población no son los mismos que aquéllos que enfrentan los países subdesarrollados; nuestro estudio, por lo tanto, persigue como fin primordial, detectar cuáles son los problemas nutricionales de nuestro medio y determinar su influencia en el crecimiento del niño. Los primeros resultados obtenidos en esta última investigación han sido ya comentados en otras publicaciones (21, 22).

MATERIAL Y METODOS

En las clínicas prenatales de los principales hospitales franceses de la región de Montreal se seleccionaron 496 madres embarazadas, como ya se dijo, y cuyas familias eran candiense-francesas desde hacía tres generaciones. La muestra se obtuvo como sigue:

| <u>Hospital</u> | <u>No.</u> | <u>o/o</u> |
|---------------------------|------------|-------------|
| Saint Justine | 215 | 43.3 |
| Maisonneuve | 108 | 21.8 |
| Notre-Dame | 121 | 24.4 |
| Otros hospitales | <u>52</u> | <u>10.5</u> |
| Total de madres inscritas | 496 | 100.0 |

El estudio se divide en tres partes:

- A. Estudio prenatal.
- B. Estudio del niño al momento de nacer
- C. Estudio posterior a su nacimiento hasta la edad de 6 años.

A. *Estudio Prenatal*

Con el fin de obtener datos al respecto, en una entrevista prenatal se utilizó un cuestionario para recolectar datos sobre los antecedentes familiares, composición de la familia, nivel socioeconómico, consumo de alcohol por parte de los padres, cantidad de cigarrillo fumados por día, la talla y el peso de los padres, y el consumo alimentario.

Para determinar los hábitos alimentarios de la madre durante su embarazo, se utilizó otro cuestionario que comprende dos partes principales:

1. Hábitos alimentarios (consumo de los diferentes alimentos, frecuencia y cantidad, así como el consumo de suplementos vitamínicos).
2. Cambios en la alimentación durante el embarazo. Se anotaron en este caso, todos los alimentos consumidos en mayor o menor cantidad de lo habitual.

Además se consignó información suplementaria tal como cantidad de dinero gastada en la alimentación familiar; alergias a ciertos alimentos observadas durante el embarazo, y dieta especial seguida durante dicho período.

En la misma entrevista la nutricionista verificó con la madre un recordatorio de 24 horas que cada una de ellas completó en su domicilio la víspera de que la visita tuviera lugar. Se precisó las diferentes cantidades de alimentos consumidos usando modelos en caucho de las porciones de alimentos que normalmente se acostumbra ingerir según nuestra alimentación habitual diaria.

A 10^o/o de las madres de la muestra se les solicitó, además, llenar diariamente en su domicilio un registro alimenticio de tres días, en los cuales se incluía uno de los días del fin de semana con miras a comparar más tarde el grado de representación de ambos métodos. Para evaluar la alimentación de las madres se usó el código de alimentos y el diccionario de valores nutritivos de alimentos del Centro

(23, 24). Los resultados serán analizados de acuerdo a los estándares canadienses de nutrición (25), y a otros parámetros evaluados en el niño: consumo alimentario, peso y talla al nacimiento, y crecimiento y desarrollo futuros. Para analizar los hábitos alimenticios, las cantidades consumidas serán comparadas con las que establece '*Le Manuel du Guide Alimentaire Canadien*' (26).

B. Estudio del Niño al Momento de Nacer

Los exámenes del recién nacido se hicieron en cada hospital, registrándose en cada caso los antecedentes del parto, el estado del niño al nacimiento y la maduración gestacional. Además se hizo un examen antropométrico del niño (peso, talla, perímetro craneano, torácico y del brazo), y también se tomó una muestra de sangre del cordón umbilical.

El estado de los niños al momento de nacer, fue como sigue:

| <u>Niños examinados</u> | <u>No.</u> | <u>o/o</u> |
|--|------------|------------|
| Normales | 425 | 85.7 |
| Prematuros (< 38 semanas o < 2.3 kg) | 40 | 8.1 |
| Post-término (< 42 semanas) | 7 | 1.4 |
| Casos patológicos y nacidos muertos | <u>24</u> | <u>4.8</u> |
| Total | 496 | 100.0 |

El sexo de los niños, excluyendo los casos patológicos, fue: masculino, 264 (55.9^o/o) y femenino, 208 (44.1^o/o) o sea un total de 472 casos (100^o/o).

C. Estudio Posterior al Nacimiento

Después del nacimiento los niños se sometieron a exámenes trimestrales hasta la edad de 18 meses, procedimiento que conti-

núa a la fecha, luego se les examina a los 24 meses y posteriormente una vez por año, procurando que este examen coincida con la fecha de su cumpleaños en más o menos 7 días. Esta práctica, ya establecida, se repite anualmente hasta los 6 años.

Los niños son seguidos longitudinalmente por un equipo multiprofesional que estudia los diferentes aspectos que influyen en el crecimiento y desarrollo del niño, mediante los siguientes exámenes: médico, antropométrico, psicomotor, consumo alimentario, análisis bioquímico, radiografía de la mano y erupción dental.

No comentaremos aquí en detalle los exámenes practicados, salvo el correspondiente al consumo alimentario.

En este caso, para recoger los antecedentes sobre las dietas habituales y el consumo alimentario, se escogieron dos métodos: el de encuesta alimentaria, y el de recordatorio de 24 horas durante las primeras cuatro visitas o sea a los 3, 6, 9 y 12 meses. A partir de los 15 meses de edad, se usó el registro alimenticio diario de tres días.

1. La encuesta alimentaria comprende dos partes:

a) *Encuesta alimentaria del lactante de 0 a 3 meses* — Se consigna el tipo de alimentación láctea (natural o artificial), el horario de alimentación (fijo o a libre demanda), el número de veces que en el día se alimenta al lactante, la duración de la alimentación materna y mixta en semanas, y el tipo de leche y la fórmula utilizada durante los primeros tres meses. Esta primera parte se completa a los 3 meses, salvo en los casos en que la madre no pudo asistir con el niño a su cita en el Centro y se completa a los 6 meses, pero siempre haciendo referencia a los primeros tres meses de vida del niño.

b) *Hábitos alimentarios del lactante* — Se consigna el horario de comidas, número de comidas diarias, número de colaciones, alimentación materna si corresponde, suplementos vitamínicos, alergias alimenticias observadas, y consumo de los diferentes alimentos en términos de cantidad y frecuencia en las edades a que se introdujeron.

2. El recordatorio de 24 horas corresponde a la víspera de la entrevista, y como en el caso de las madres, las cantidades de alimentos ingeridas por el niño son verificadas por la nutricionista.

DISCUSION

Para estudiar los hábitos alimentarios de la madre y del niño se escogió una encuesta de *tendencia de consumo* cuantificado que informa de manera general cuáles son los alimentos y en qué cantidad son ingeridos, tanto por la madre durante el embarazo, como posteriormente por el niño. Este es uno de los métodos de empleo más generalizado en estudios nutricionales en diferentes partes del mundo, pero sus resultados no tienen valor individual siendo válidos solamente cuando se analizan determinados grupos de población, como en el presente caso. Sin embargo, nosotros también empleamos en nuestro estudio el recordatorio de 24 horas para evaluar la dieta de ambos grupos (madres y niños), como un método más preciso, sobre todo en nuestro caso, dado que no se confió solamente en la memoria de la madre sino que junto con ella, se verificó en detalle todas las cantidades ingeridas. Por lo demás, este método ha sido escogido en diferentes estudios (27-29) como el más práctico y preciso para el análisis de grupos numerosos.

Por otra parte, pensamos que el uso de dos métodos diferentes en el mismo grupo permitiría obtener datos que se complementarían entre sí, y, en consecuencia, analizar las posibles variaciones obtenidas en los resultados según el método usado para efectuar el análisis.

En el caso de los niños, a partir de los 15 meses de edad el recordatorio de 24 horas se cambió por un registro alimenticio diario de tres días, por considerarse que la alimentación del niño después del primer año de vida es bastante diversificada y puede presentar variaciones importantes de un día para otro. Dentro de estos tres días se incluyó uno del fin de semana, puesto que normalmente es en ese período que la alimentación de los grupos familiares difiere de la del resto de los días de la semana. Nuestro interés era confirmar si esto último era válido desde una temprana edad en el niño.

Consideramos que el análisis de ambos métodos permitirá una evaluación cuantitativa de la alimentación de ambos grupos (encuesta de hábitos alimentarios) y una evaluación cualitativa expresada en términos de la ingestión de calorías, proteínas, vitaminas y minerales (recordatorio de 24 horas y registro alimenticio diario de 3 días).

Además, el hecho de consignar el consumo de suplementos vitamínicos, muy popular en nuestro país, tanto para la

madre embarazada como para el lactante, permitirá hacer un análisis completo de su aporte al total de nutrimentos ingeridos diariamente. Por otro lado, se podrá determinar también si se justifica o no su consumo masivo sin tener en cuenta los hábitos alimentarios de la persona a quien se recomienda ese consumo.

ESTUDIOS ANEXOS AL PRINCIPAL

Los planes futuros contemplan el estudio de la alimentación de la madre y del niño principalmente en relación con: 1) el desarrollo de la obesidad en los primeros años de vida, y 2) el porcentaje de hemoglobina, hierro sérico y hematocrito, así como el porcentaje de transferrina y ferritina.

A. *Obesidad*

La obesidad es uno de los problemas de salud más grandes que encara la mayoría de sociedades desarrolladas a través del mundo. En Canadá, tanto en los adultos como en los adolescentes, los estudios al respecto han mostrado una elevada tasa de obesidad. Según *Nutrition-Canada* (27), el 50% de la población adulta es obesa. Autores de otros países se han preocupado por este problema en el niño, y los resultados varían según la edad y la condición socioeconómica de su familia, alcanzando valores hasta de 20% según los grupos estudiados.

Existen pocos antecedentes sobre la incidencia de la obesidad en los niños canadienses-franceses. Según los informes de *Nutrition-Canada* (27) los aportes calóricos de los niños generalmente sobrepasan las recomendaciones. Sin embargo, no se llega a concluir si esta sobrealimentación origina, en efecto, obesidad o un exceso de peso.

Sabemos que la obesidad aumenta con el correr de los años y que en el grupo infantil generalmente se mantiene hasta la edad adulta: cuatro de cinco niños se mantienen obesos hasta la edad adulta. Según Mayer, un niño tiene 10% de posibilidad de ser obeso si sus padres tienen un peso normal, y esta posibilidad aumenta a 50% si uno de los padres es obeso, y a 80% si ambos padres lo son.

Otros autores sugieren que el desarrollo de la obesidad se debe en gran parte a la escasa incidencia del amamantamiento

materno, al destete precoz, y a la temprana introducción de alimentos sólidos en su dieta.

Considerando todos estos aspectos, hemos optado por determinar el porcentaje de obesidad en la muestra infantil de nuestro estudio, así como la relación que hay entre la obesidad de esos niños y los siguientes factores: peso de los padres, ganancia de peso de la madre durante el embarazo, peso del niño al nacer, aumento de peso del niño durante su primer año de vida, y los diversos factores socioeconómicos inherentes (ingresos, escolaridad, profesión de los padres, etc.).

En lo que se refiere al análisis de la alimentación, se consideran los siguientes aspectos: aporte calórico total, porcentaje de calorías provenientes de proteínas, glúcidos y lípidos, y de comidas y colaciones; el valor alimentario de las colaciones, la alimentación materna versus la alimentación artificial; la edad de introducción de alimentos sólidos, y la utilización de purés hechos en el hogar versus la utilización de purés comerciales. El grado de obesidad será determinado a partir de las medidas de peso, talla y pliegue cutáneo.

B. Estudio del Porcentaje de Hemoglobina y Hierro Sérico, Hematocrito y Porcentaje de Transferrina y Ferritina

Se determinaron estos parámetros para estudiar las reservas de hierro del niño por ser los más adecuados y precisos para dicho efecto.

Cabe recordar que en cada visita del niño al Centro se le toma una muestra de sangre, la que se analiza aplicando técnicas adecuadas y que nos permita conocer los diferentes valores de las reservas de hierro orgánico en el niño, de acuerdo con su edad. Los valores obtenidos serán relacionados con las enfermedades que ha sufrido el niño, y específicamente, con la anemia. Además, se estudiará también la relación existente entre la ingesta diaria de hierro de la dieta y el de las reservas del niño.

En nuestro país todos los cereales para consumo infantil son enriquecidos con hierro, y su introducción en la alimentación del niño es bastante precoz. Sin embargo, nuestros primeros resultados muestran valores bajos de hierro sérico y de ferritina, tal vez debido a que la reserva férrica que el niño acumuló durante el período gestacional fue baja. En todo caso, como se indicó, los resultados de esos análisis, aún no disponibles, serán objeto de publicaciones posteriores.

SUMMARY

**THE NUTRITIONAL FACTOR IN THE GROWTH AND DEVELOPMENT
OF CHILDREN FROM BIRTH TO 6 YEARS OF AGE:
METHODOLOGY OF A LONGITUDINAL STUDY**

In order to pursue a study on the growth and development of French-Canadian children from birth to 6 years of age, 496 pregnant women were selected in the Montreal area. A complete survey of the family's social and medical background, along with the parents' height and weight was recorded through a prenatal interview that generally took place towards the last trimester of pregnancy. In the course of the same interview the mother participated in a quantitative investigation of her own diet during pregnancy, and filled in a 24-hour food record that was revised by the nutritionist to further precise the actual quantities of food ingested. Perinatal events and anthropometric measurements at birth were recorded. The babies were examined at the Center every 3 months up to the age of 18 months, and then at 24 months old; thereafter they are seen annually within more or less 7 days of the date of their birthday. The medical examinations are performed by a multi-professional team responsible for analyzing the various factors influencing the growth and development of the child. Since nutrition is one of the outstanding aspects of this study, the present article deals with the investigation of two known methods for evaluating the mother's nutrition during pregnancy, as well as that of the child during his first years of life.

BIBLIOGRAFIA

1. Brault Dubuc, M. & M. Jenicek. Consommation alimentaire d'enfants canadiens-français de Montréal. Données préliminaires. *J. Can. Diet. Assoc.*, 32:70-78, 167-172, 1971.
2. Demirjian, A., M. Jenicek & M. B. Dubuc. Les normes staturo-pondérales de l'enfant urbain canadien-français d'âge scolaire. *Can. J. Pub. Health*, 63:14-30, 1972.
3. Jenicek, M., A. Demirjian & M. Brault Dubuc. Tendance séculaire de la croissance infantile au Canada. *Courrier*, 22:125-136, 1972.
4. Perreault, J. G., A. Demirjian, G. Beiger & M. Jenicek. Les conditions buccales et dentaires chez l'enfant canadien d'origine française. *J. Can. Dent. Assoc.*, 37:224-229, 1971.
5. Beiger, G., J. G. Perreault & A. Demirjian. L'état de santé bucco-dentaire de l'enfant canadien-français de 6 à 13 ans. *J. Can. Dent. Assoc.*, 38:378-384, 1972.
6. Perreault, J. G., A. Chaumont, M. Jenicek & A. Demirjian. Emergence

- des dents permanents chez les enfants canadiens d'origine française. 2e. partie. *J. Can. Dent. Assoc.*, 41:572-577, 1975.
7. Simpson, J. W., R. W. Lawless & A. Cameron-Mitchell. Responsibility of the obstetrician to the fetus. II. Influences of pregnancy weight gain and birth weight. *Am. J. Obstet. Gynecol.*, 45:481, 1975.
 8. National Dairy Council. Nutritional needs during pregnancy. *Dairy Council Digest*, 45:19, 1974.
 9. Roy, M. & M. D. Pitkin. Nutritional influences during pregnancy. *Med. Clin. North Am.*, 61, 1, 1977.
 10. Katz, M., G. T. Keusch & L. Mata. In: Symposium on Malnutrition and Infection During Pregnancy: Determinants of Growth and Development of the Child. Editors' comments. *Am. J. Dis. Child.*, 129: 419-420, 1975.
 11. Sinclair, J. C. & S. Saigal. Nutritional influences in industrial societies. In: Symposium on Malnutrition and Infection During Pregnancy: Determinants of Growth and Development of the Child. Conclusion. Session III: The problem of low birth weight. *Am. J. Dis. Child.*, 129: 549-553, 1975.
 12. Thanangkul, O. & K. Amatayakul. Nutrition and pregnant women in a developing country - Thailand. *Am. J. Dis. Child.*, 129:426, 1975.
 13. Burke, B. S., V. V. Harding & H. S. Stuart. Nutrition studies during pregnancy. IV. Relation of protein content of mother's diet during pregnancy to birth length, birth weight and condition of infant at birth. *J. Pediat.*, 23:506-515, 1943.
 14. Lechtig, A., J. P. Habicht, E. de León, G. Guzmán & M. Flores. Influencia de la nutrición materna sobre el crecimiento fetal en poblaciones rurales de Guatemala. I. Aspectos dietéticos. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 22:101-115, 1972.
 15. Abraham, S. & M. Nordsieck. Relationship of excess weight in children and adults. *Pub. Health Reps.*, 75:263-273, 1960.
 16. American Academy of Pediatrics. Committee on nutrition: Obesity in childhood. *Pediatrics*, 40:455-467, 1967.
 17. Asher, P. Fat babies and fat children. The prognosis of obesity in the very young. *Arch. Dis. Child.*, 41:672-673, 1966.
 18. Bryans, A. M. Childhood obesity - prelude to adult obesity. *Can. J. Pub. Health*, 58:486-490, 1967.
 19. Huenemann, R. L. Consideration of adolescent obesity as a public health problem. *Pub. Health Reps.*, 83:491-495, 1968.
 20. Lloyd, J. K., O. H. Wolf & W. S. Whelen. Childhood obesity. A long-term study of weight and height. *Brit. Med. J.*, 7:145, 1961.
 21. Villalón, L. & M. Brault-Dubuc. Les habitudes alimentaires et la diète de la femme enceinte: comparaison entre deux méthodes d'évaluation. *J. Can. Diet. Assoc.*, 1978. En prensa.
 22. Brault-Dubuc, M. Contribution des suppléments vitaminés dans la diète des enfants de 0 à 1 an: nécessité ou surconsommation? Presented en: *Congrès d'Hygiène Publique, Québec, Canada*, 1977.

23. Brault-Dubuc, M. & L. Caron-Lahie. **Code d'Identification des Aliments pour le Traitement des Données par l'Ordinateur Electronique**. 2e éd. Montréal, Canada, Centre de Recherche sur la Croissance Humaine, Université de Montréal, 1973.
24. Brault-Dubuc, M. & L. Caron-Lahie. **Valeur Nutritive des Aliments**. 4e éd. Montréal, Canada, Centre de Recherche sur la Croissance Humaine, Université de Montréal, 1976.
25. Ministère de la Santé et du Bien Être Social. **Standards de Nutrition au Canada**, Ottawa, Canada, 1975.
26. Ministère de la Santé et du Bien Être Social. **Le Manuel du Guide Alimentaire Canadien**. Ottawa, Canada, 1977.
27. Ministère de la Santé et du Bien Être Social. **Nutrition—Canada**. Ottawa, Canada, 1975.
28. Vobecky, J. S. & J. Vobecky. Nutrition des femmes enceintes: 1. Les habitudes alimentaires durant la grossesse et leur changement. **Union Méd. Can.**, 104:1252-1259, 1975.
29. Virginia, A. & M. P. H. Beal. Nutritional studies during pregnancies. **J. Am. Diet. Assoc.**, 58:312, 1971.

EL USO DE PRUEBAS BASADAS EN EL ANALISIS DEL AIRE ESPIRADO, EN ESTUDIOS NUTRICIONALES¹

*Noel W. Solomons², Roberto E. Schneider²,
Roberto García Ibáñez², Oscar Pineda² y Fernando E. Viteri³*

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

Con la colaboración de
*Eduardo Lizarralde⁴, Dale Schoeller⁵, Peter Klein⁵,
Irwin H. Rosenberg⁶ y Doris Calloway⁷*

Recibido: 30-9-77.

- 1 Estas investigaciones han sido financiadas parcialmente por los Institutos Nacionales de Salud (NIH) de los Estados Unidos de América, Bethesda, Maryland, y por la Nutrition Foundation, y la Josiah Macy Jr. Foundation, ambas con sede en Nueva York, N. Y.
- 2,3 Científicos y Jefe de la División de Biología y Nutrición Humana del INCAP, respectivamente.
- 4 Jefe del Departamento de Cirugía Pediátrica del Hospital Roosevelt, Ciudad de Guatemala.
- 5 Miembros del Programa Argonne para la aplicación de isótopos estables en medicina, División de Medicina y Biología, Argonne National Laboratory, Argonne, Illinois, E.U.A.
- 6 Científico de la Sección de Gastroenterología, Departamento de Medicina, Pritzker School of Medicine, Universidad de Chicago, Chicago, Illinois.
- 7 Miembro del Departamento de Nutrición de la Universidad de California, Berkeley, California.

Publicación INCAP E-956.

RESUMEN

Hasta la fecha, las pruebas basadas en el análisis de los componentes gaseosos del aire espirado han sido usadas para estudiar la absorción intestinal y el metabolismo intermediario de distintos nutrimentos. El presente artículo constituye un resumen de estas pruebas, especialmente de aquéllas que se basan en la medición de CH_4 , H_2 y de CO_2 marcado isotópicamente como indicador de la absorción intestinal de carbohidratos, grasas y sales biliares, así como de ciertos aspectos del metabolismo intrahepático. Nuevas técnicas, en las que se usa el espectrómetro de masa, permiten la utilización de isótopos estables como el carbono 13 en vez de isótopos radiactivos como el carbono 14, con la consecuente ausencia de radiación. Se comenta en detalle la aplicación de estas pruebas en el campo de la nutrición, haciéndose especial énfasis en la ventaja que representa el hecho de que no son invasivas ni radiactivas. Por lo tanto, su uso en el estudio de niños y mujeres embarazadas, en quienes los métodos de estudio convencionales representan unas veces experiencias psicológicamente traumáticas, y otras, exposición a material radiactivo, ofrece grandes ventajas.

INTRODUCCION

Las ciencias de la nutrición deben incorporar y aprovechar los nuevos avances que la tecnología moderna les puede ofrecer, a fin de continuar la búsqueda efectiva de soluciones a los problemas nutricionales y alimentarios. Recientemente se ha desarrollado en el campo de la gastroenterología un nuevo conjunto de pruebas basadas en la determinación de distintos gases en el aire espirado, los cuales reflejan ciertos fenómenos metabólicos que ocurren tanto dentro como fuera de la luz intestinal (1, 2). En la actualidad, la tecnología de estas pruebas de aire espirado o de aliento está lo suficientemente desarrollada para permitir su uso en el estudio de problemas nutricionales, y algunas de ellas están siendo ya estudiadas y sometidas a ensayo en el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP) y en distintos centros del mundo. Algunos de los resultados obtenidos en el uso y aplicación de estas pruebas fueron dados a conocer en ocasión del IV Congreso Latinoamericano de Nutrición (3).

El propósito del trabajo aquí descrito es presentar a la comunidad científica latinoamericana que investiga los problemas de la nutrición y la alimentación, una breve revisión de la tecnología

involucrada en las pruebas de aliento y discutir sus aplicaciones potenciales en la investigación de dichos problemas.

PRUEBAS DE ALIENTO

La base de estas pruebas es el análisis del aire espirado, en el que se miden cambios en la concentración de moléculas gaseosas específicas bajo distintas condiciones, los cuales reflejan indirectamente fenómenos metabólicos *in vivo*. Dentro de los gases medidos en muestras de aire espirado se pueden mencionar bióxido de carbono (CO_2) marcado isotópicamente y monóxido de carbono (CO), hidrógeno (H_2) y metano (CH_4) producidos endógenamente a partir de substratos naturales.

VENTAJAS DEL PROCEDIMIENTO

El uso de estas pruebas en investigaciones en seres humanos ofrece un sinnúmero de ventajas. En primer lugar, la obtención de muestras de aire espirado es fácil, inocua, segura y emplea técnicas no invasivas. En nuestra experiencia, la colección de aliento es bien tolerada por niños pequeños y aceptada por los padres sin ningún problema. En la investigación de fenómenos fisiológicos y gastrointestinales, estas pruebas tienen un carácter menos invasivo que otras convencionales que requieren la intubación intestinal o la obtención de muestras de sangre. Además, las mismas generalmente requieren menos tiempo que otras en las que se necesita coleccionar cuantitativamente orina y heces. Todas estas características hacen, pues, de estas pruebas, instrumentos ideales para estudios de campo.

En general, las muestras gaseosas son más fáciles de guardar y transportar que las de sangre, heces u orina. Las muestras de aliento se pueden conservar por períodos largos en tubos de ensayo con tapón de hule corriente, jeringas de vidrio engrasadas y bolsas hechas de un material plástico con aluminio (Mylar), sin que haya cambios significativos en la concentración de los gases presentes en la muestra. En ciertos casos, como sucede con la medición de hidrógeno, el método analítico que emplea cromatografía de gas es relativamente barato, simple, y puede usarse aun a nivel de campo.

Varios son los substratos usados hasta la fecha para estas

pruebas. Así, en individuos adultos se han utilizado compuestos radiactivos marcados con ^{14}C en dosis de 5 a 10 μCi . El $^{14}\text{CO}_2$ producido en el metabolismo de dichos substratos puede ser atrapado y medido usando un contador de centelleo líquido. Sin embargo, como se comenta más adelante, nuestra experiencia con el uso de un isótopo estable, tal como el ^{13}C , en vez del isótopo radiactivo ^{14}C , así como las de otros investigadores, sugieren que el primero debe sustituir al segundo cuando estas pruebas se efectúan en infantes, niños pequeños, mujeres embarazadas y mujeres en la edad fértil. Como es sabido, en estos grupos de población es preferible evitar el uso hasta de las pequeñas dosis de sustancias radiactivas que requieren estas pruebas.

Originalmente, la mayoría de ellas usaban sistemas cerrados en los que las muestras de aire espirado se colectaban o analizaban en forma continua. Posteriormente se descubrió que en lugar de este sistema tan complicado se podría usar un método más sencillo, consistente en obtener muestras de aliento a intervalos periódicos después de la administración de un substrato de prueba; las concentraciones de las moléculas gaseosas en las distintas muestras podrían integrarse posteriormente para obtener el área bajo la curva a lo largo del tiempo, y así una aproximación de la cantidad total espirada del metabolito, tomando en cuenta la ventilación total durante el período de colección. El método de colección de muestras a intervalos periódicos se ha utilizado para determinar la mayoría de los gases presentes en el aire espirado y ha simplificado el uso de estas pruebas en investigaciones de campo, ampliando su aplicación al estudio de niños pequeños.

PRUEBAS BASADAS EN LA MEDICION DEL CO_2 ESPIRADO

En años recientes se ha logrado sintetizar ciertos compuestos orgánicos o nutrimentos que contienen un grupo funcional marcado con carbono isotópico ^{13}C ó ^{14}C en una posición precisa por medio de una unión sobre la que actúa una enzima específica (unión blanco o *target bond*). El metabolismo de dicho compuesto, ya sea por enzimas celulares o bacterianas, da origen a un pequeño grupo funcional que contiene el carbono marcado, el cual es oxidado posteriormente en forma final a CO_2 ($^{14}\text{CO}_2$ ó $^{13}\text{CO}_2$) que aparece en el aliento. Su nivel de excreción a lo largo del tiempo puede ser usado como índice de la velocidad y propor-

ción en que esta sustancia se ha metabolizado, así como su destino final.

A la fecha existe una serie de informes sobre diversas pruebas basadas en la determinación de $^{14}\text{CO}_2$ en el aliento. Se han llevado a cabo varios ensayos para evaluar la absorción de grasas utilizando distintos tipos de moléculas de lípidos marcadas con ^{14}C , que incluyen el triglicérido (acilglicerol) de cadena media trioctanoína (trioctilglicerol) (4) así como el triglicérido de cadena larga tripalmitina (tripalmitilglicerol) (5). También se han investigado estados de intolerancia a la lactosa empleando lactosa marcada con ^{14}C (6, 7) y la velocidad de producción de $^{14}\text{CO}_2$ a partir de una dosis de ^{14}C -galactosa, con el propósito de determinar la función hepática (8).

Una de las sales biliares, específicamente el glicocolato marcado con ^{14}C , ha sido usado extensamente para detectar la presencia de proliferación bacteriana en segmentos superiores del tubo gastrointestinal, así como en condiciones en las que la reabsorción de las sales biliares a nivel del íleon terminal está alterada (9-13). También se ha empleado la disminución de la oxidación del carbono beta del aminoácido serina marcado con ^{14}C , como un índice clínico de estados de deficiencia de folatos en el ser humano (14).

Estudios de investigación efectuados a través del Programa Argonne sobre el uso de isótopos estables en medicina, han permitido desarrollar técnicas para medir la cantidad de CO_2 presente en el aire espirado usando distintos substratos marcados con el isótopo estable ^{13}C del carbono. El $^{13}\text{CO}_2$ puede separarse del $^{12}\text{CO}_2$ por su diferencia en masa molecular valiéndose de un espectrómetro de masa de doble haz (15). La tecnología requerida es muy elaborada y cara, pero las muestras de aire espirado que contienen $^{13}\text{CO}_2$ pueden atraparse y almacenarse usando soluciones 2N de NaOH, o simplemente guardarse en tubos de ensayo con tapones de hule. Aplicando esta tecnología se ha logrado desarrollar una prueba muy sensible para medir la actividad de la lipasa pancreática en niños con enfermedad fibroquística, y que consiste en administrar trioctanoína (trioctanoilglicerol) y ácido octanoico marcados con ^{13}C y obtener muestras de aliento (16). También está ampliamente documentada una prueba para detectar la presencia de deconjugación de sales biliares a nivel del intestino administrando una dosis oral de glicocolato marcado con ^{13}C , la cual compara favorablemente con otra que emplea el mismo substrato marcado con ^{14}C (17). En ambas se asume que la producción

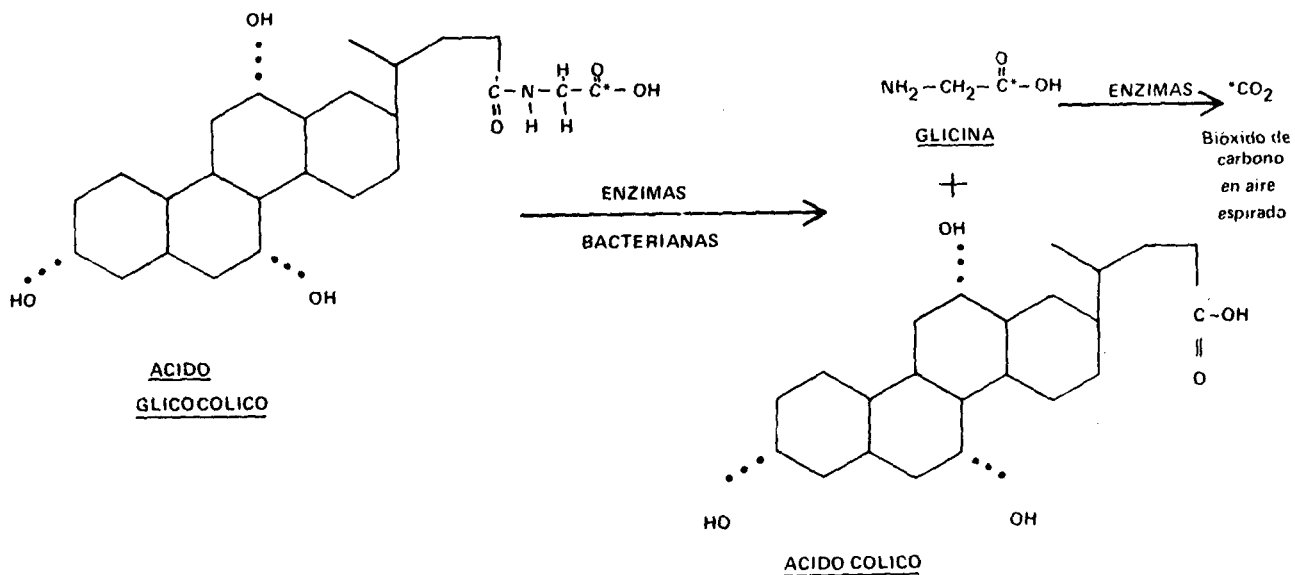
endógena de CO_2 es alrededor de $9 \mu\text{g moles/kg/hora}$ (18). La dosis de la sal biliar marcada se administra después de tomar una o dos muestras basales de aire espirado; luego se obtienen muestras de aliento durante dos minutos cada hora por un período de 6 horas. Al entrar el glicocolato en contacto con las bacterias del intestino, ya sea en el colon o en el intestino delgado, es deconjugado siguiendo la secuencia que se muestra en la Figura 1. Un aumento de concentración de $^{13}\text{CO}_2$ en el aliento es indicador de que el substrato ha sufrido una deconjugación intestinal mayor de lo normal.

Los autores del presente trabajo han utilizado la prueba de deconjugación de ^{13}C glicocolato arriba descrita para evaluar la capacidad de absorción de sales biliares en niños a quienes se les había efectuado una anastomosis ileocólica temporal por haber sufrido perforaciones tifóidicas a nivel del íleon terminal. La longitud del íleon terminal excluido varió entre 10 y 100 cm. Se han estudiado cinco de estos niños, buscando un posible aumento en la deconjugación de sales biliares como consecuencia de la exclusión del sitio de absorción de estas sales biliares conjugadas. La Figura 2 muestra uno de estos sujetos que presentaba un aumento en la deconjugación de ^{13}C glicocolato.

Las pruebas diseñadas para medir la absorción de ácidos grasos de cadena larga y de sus acilgliceroles que se basan en la eliminación de $^{13}\text{CO}_2$ a partir de la administración oral de dichos compuestos marcados con ^{13}C , están aún en su fase experimental. Estas vendrían a complementar las pruebas de aliento que requieren el uso de sales biliares como substratos en el estudio de la absorción de grasas y de nutrición energética.

PRUEBAS DE ALIENTO PARA MEDIR LA DIGESTION DE CARBOHIDRATOS

Ciertas bacterias de la flora gastrointestinal tienen la capacidad de metabolizar carbohidratos, generando hidrógeno en la luz del tubo digestivo (19-21). El hidrógeno producido es excretado en cierta proporción a través del aire espirado; por lo tanto, un aumento de la cantidad de hidrógeno en el aliento después de la administración por vía bucal, de un carbohidrato, indica que este último no ha sido absorbido en forma apropiada. La concentración de hidrógeno puede medirse en el aire espirado usando un cromatógrafo de gas. Originalmente este descubrimiento se



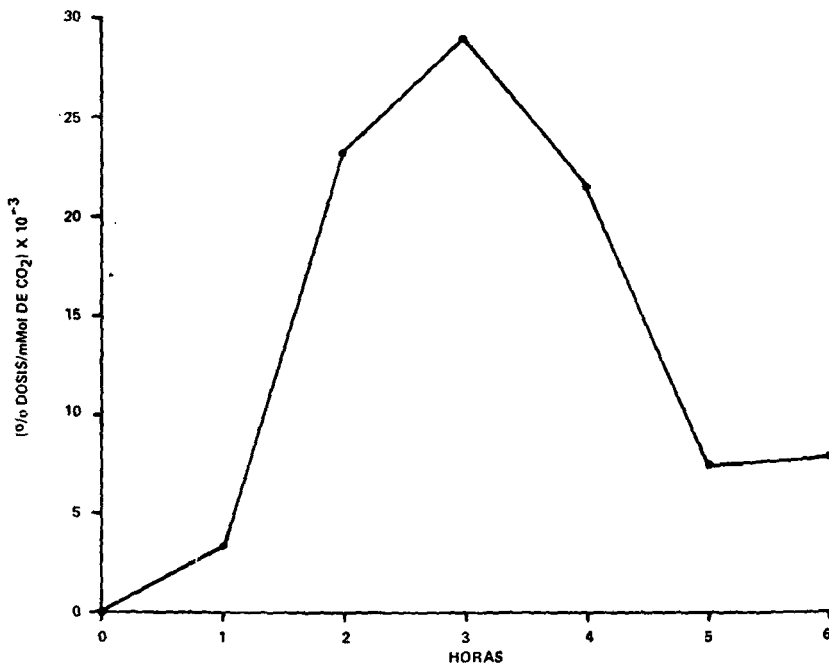
Incap 76-1155

FIGURA 1

Deconjugación bacteriana de ácido glicocólico marcado con un isótopo de carbono en la molécula de glicina. Se aprecia, asimismo, la evolución del CO_2 marcado isotópicamente.

utilizó para evaluar el comportamiento de los distintos carbohidratos presentes en diversos alimentos de la dieta (22-26). Más adelante se aplicó en pruebas clínicas para determinar intolerancia a la lactosa (6, 7, 27-30), así como intolerancia a la sucrosa (31); también se ha utilizado para detectar proliferación anormal de la flora gastrointestinal (32). Hoy día, gracias al desarrollo y la simplicidad del sistema de muestreo periódico, esta prueba es de fácil aplicación y muy bien tolerada aun por niños pequeños (33).

La eliminación de H_2 en el aliento está siendo aplicada ahora por el INCAP al estudio de distintos problemas nutricionales.



INCAP 77-679

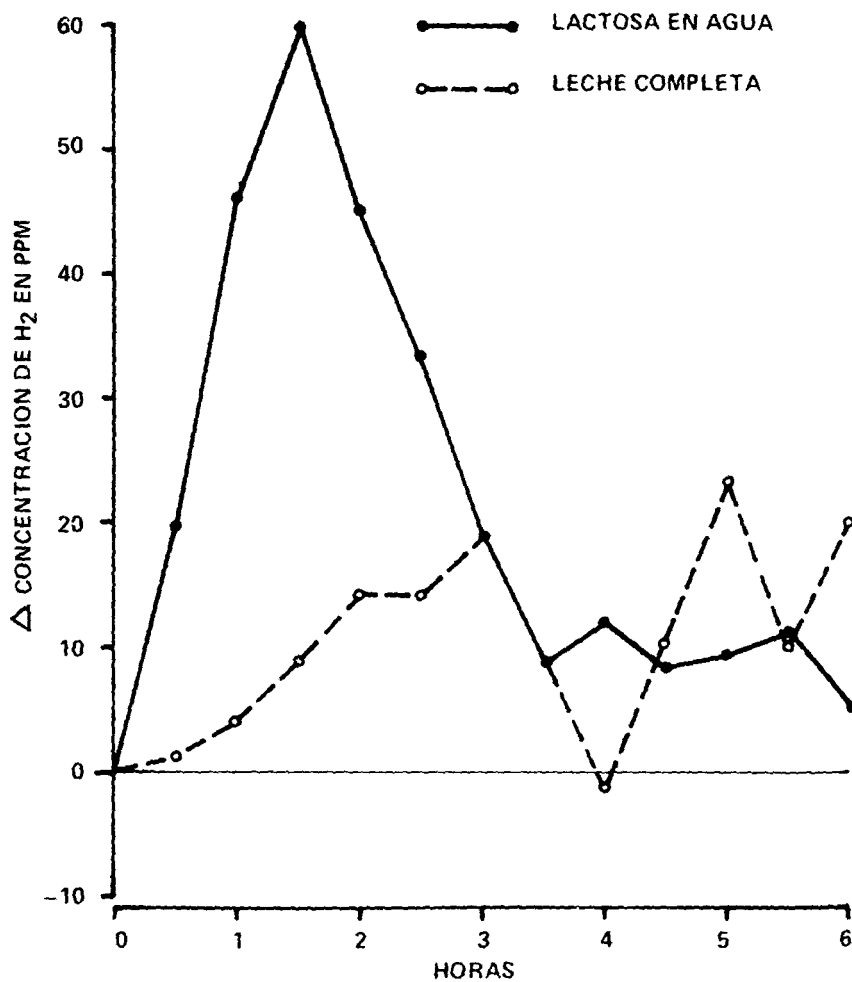
FIGURA 2

Evolución de $^{13}CO_2$ después de la ingestión de 100 mg de ácido glicocólico ($^{13}C-$) en un niño de 7 años con una derivación de 100 cm en el íleon terminal. La prueba indica que en el colon existe una cantidad significativa de deconjugación bacteriana de sales biliares.

Hasta la fecha se han empleado dos sistemas de análisis por cromatografía de gas: a) usando un cromatógrafo modificado especialmente con un detector de ionización de helio (Varian Aerograph) y, b) utilizando un cromatógrafo modelo S Quintron especialmente adaptado para el empleo de detección por conductividad térmica para determinar hidrógeno. El primer método es extremadamente sensible, pero el equipo es caro y complicado; el segundo método es menos sensible y menos reproducible pero el equipo es muy barato, compacto, simple, fácil de operar y de suficiente exactitud y sensibilidad para efectuar pruebas clínicas.

Nuestra experiencia, así como la de otros investigadores, ha mostrado que la producción basal endógena de hidrógeno en el período de ayuno es extraordinariamente estable en el ser humano. Además, en el niño la falta de absorción de cantidades tan pequeñas como 1.5 g de un carbohidrato no absorbible tal como la lactulosa, produce cantidades fácilmente detectables en la concentración de hidrógeno en el aire espirado al ser éste metabolizado por las bacterias intestinales. Empleando la detección de hidrógeno en el aliento en muestras periódicas (cada 30 minutos por 6 horas) hemos podido comprobar que más de 50% de niños con desnutrición proteínico-energética de tipo edematoso a quienes se administró una dosis de 1.75 g de lactosa por kg de peso en solución acuosa, presentó un alza significativa en la concentración de hidrógeno. Otro hallazgo importante en esta área de investigación es que dicha anomalía no desapareció con la recuperación nutricional, lo que sugiere que la intolerancia a altas dosis de lactosa se debe a una causa no nutricional (genética) presente antes de que se desarrolle desnutrición grave, o bien a que dicho defecto no se logra corregir aún varios meses después de que el niño alcanza repleción nutricional.

De interés fue notar, además, que al administrar la lactosa en dosis equivalentes pero en forma de leche de vaca enriquecida con lactosa en polvo, la concentración y la cantidad total de hidrógeno excretado en el período de 6 horas se redujo significativamente. La Figura 3 muestra gráficamente los resultados de estas dos pruebas en un niño de edad preescolar con intolerancia a la lactosa, y muestra también cómo la excreción de hidrógeno se hizo más lenta y menor al administrarle la lactosa con leche que cuando se le dio en solución acuosa. Es probable que la explicación de este fenómeno radique en el hecho de que al administrarse la lactosa con leche se produce un vaciamiento gástrico más lento, esto permite un contacto más prolongado de la lactosa con



INCAP 77-680

FIGURA 3

Cambios en la concentración de hidrógeno en el aire espirado, en un niño con intolerancia a la lactosa después de tomar 1.75 g de esta última por kg de peso ●—● en solución acuosa, y en leche entera ○- - -○. Tanto la magnitud como la velocidad de la excreción de hidrógeno se encuentran reducidas cuando la lactosa proviene de leche.

la célula intestinal y, por consiguiente, con las enzimas digestivas, especialmente lactasa, lo que favorece una mejor digestión de este disacárido.

La aplicación de estas pruebas al estudio de niños pequeños ha puesto de manifiesto una serie de problemas metodológicos. Se ha observado así, por ejemplo, que un vaciamiento gástrico excesivamente lento (mayor de 6 horas) puede inducir una interpretación falsa de la prueba, ya que el substrato no llega al intestino en este período. También se ha observado que durante el sueño prolongado hay un alza en la concentración de hidrógeno espirado en respuesta a la administración de una dosis de carbohidrato no absorbible, en relación a lo que ocurre cuando el niño está despierto (34). La administración de antibióticos previo a la prueba puede eliminar la flora intestinal necesaria para producir hidrógeno durante la fermentación de los carbohidratos. Estudios notificados por otros autores sugieren, sin embargo, que ciertos antibióticos aparentemente favorecen el crecimiento de una flora productora de hidrógeno, con el resultante aumento de la excreción de hidrógeno después de la administración de un carbohidrato (35).

Las pruebas de hidrógeno en aliento por el método de muestreo periódico se han aplicado también al estudio nutricional del adulto. En informes previos se ha mostrado que la excreción urinaria de D-xilosa durante un período de 5 horas es un buen indicador de la morbilidad intestinal resultante de episodios diarreicos a repetición y condiciones muy pobres de saneamiento ambiental (36). El hecho de que aun bajo condiciones óptimas la D-xilosa se absorba únicamente en un 62%, permite que parte de la misma pueda ser fermentada por bacterias intestinales y produzca un aumento en la eliminación de hidrógeno por el aliento. Esta situación fue utilizada para complementar la prueba convencional de D-xilosa (determinación de D-xilosa eliminada por la orina en 5 horas) con la medición periódica del hidrógeno presente en el aliento.

Por medio de esta prueba también se ha estudiado el grado de eficiencia con que el aparato gastrointestinal de dos poblaciones adultas que viven en condiciones de saneamiento muy diferentes (adultos sanos de Norteamérica y adultos sanos del área rural de Guatemala) utiliza dos dietas distintas, bien definidas. La primera en forma líquida y con un coeficiente de digestibilidad muy alto contenía harina de huevo, monosacáridos, aceite vegetal, minerales y vitaminas, estando exenta de fibra. La segunda, con un alto

contenido de fibra, estaba formada principalmente por maíz y frijol así como por otros alimentos de consumo corriente en el área rural de Guatemala.

Los resultados preliminares obtenidos sugieren que el aparato digestivo de los integrantes de cada grupo estudiado reaccionó de manera distinta a las dos dietas administradas. Aún más, el volumen y el patrón de excreción de los gases intestinales fue también diferente (Figura 4).

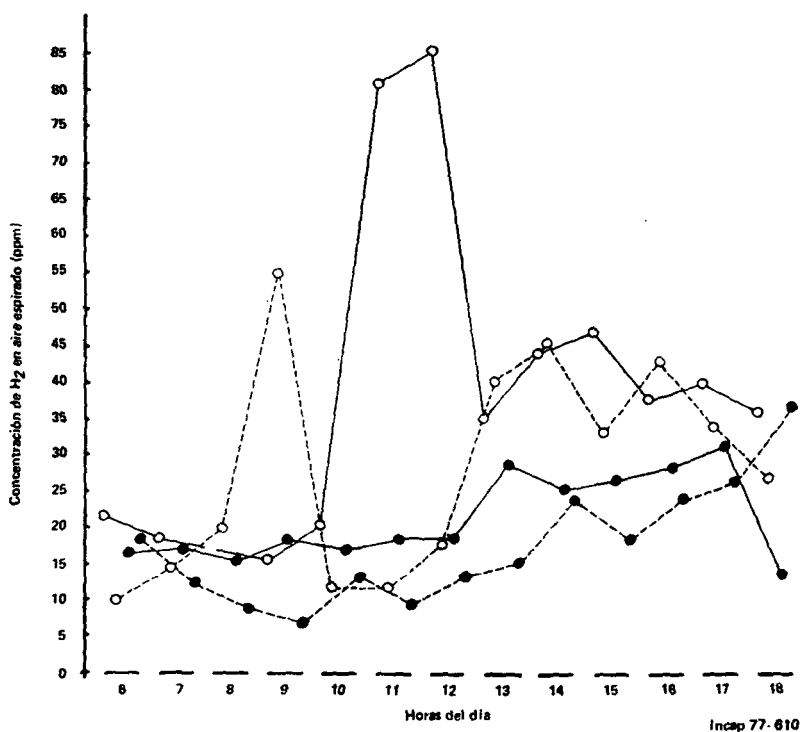


FIGURA 4

Efecto producido por la ingesta de una dieta con bajo contenido (●—●) y otra con alto contenido (○-○) de fibra en la eliminación diaria del hidrógeno presente en el aire espirado de sujetos adultos del área rural de Guatemala.

CONCLUSIONES

Existe una interacción muy importante entre el estado nutricional y la función gastrointestinal. La desnutrición proteínico-energética en niños se asocia con alteraciones en las funciones digestiva y de absorción, relación que ya ha sido objeto de extensas revisiones (37-41). Por otro lado, existe evidencia de que la malabsorción subclínica de nutrientes es un problema prevalente en las poblaciones de condición socioeconómica pobre de países en vías de desarrollo, lo que disminuye la utilización de los nutrientes ingeridos (42). Estudios previos han demostrado también que frecuentemente las infecciones parasitarias, bacterianas y virales del intestino se asocian con grados variables de malabsorción (43). La aplicación de pruebas no invasivas, como las basadas en el análisis del aliento para estudiar el impacto de diversos grados de malabsorción sobre el estado nutricional del ser humano, tiene un gran potencial.

La incorporación de los adelantos tecnológicos que permiten el uso de isótopos estables en las pruebas basadas en la detección de CO_2 en el aire espirado, amplía la posibilidad de usar dichas pruebas en grupos de población en los que el uso de isótopos radiactivos constituye un riesgo o cuando el uso de radioisótopos no es aceptado por condiciones culturales. A la fecha, la prueba que permitirá evaluar la absorción de grasa usando substratos marcados con ^{13}C está en su fase experimental, y se espera que en un futuro próximo pueda ser aplicada a estudios nutricionales. El uso de taurocolato marcado con ^{13}C como substrato para la prueba de degradación de sales biliares, la medición de $^{13}\text{CO}_2$ en el aire espirado a partir de ^{13}C taurina como medida de la absorción de aminoácidos, y el desarrollo de una prueba de aliento a partir de ^{13}C serina para evaluar el estado funcional de nutrición de folatos, prometen ser pruebas útiles en estudios nutricionales hasta ahora no factibles.

Las pruebas basadas en el análisis de aliento agilizarán las investigaciones nutricionales, especialmente a nivel de campo. En general, el hecho de que dichas pruebas sean simples, seguras e indoloras, y que el procedimiento de colección de muestras sea de índole no invasiva, las hace aceptables en cualquier cultura. Además, las muestras de aliento son fáciles de transportar, almacenar y procesar, factores que amplían aún más su aplicación.

Esperamos que esta revisión del aspecto tecnológico de las pruebas basadas en el análisis de aliento, así como el intercambio

de la experiencia acumulada en el INCAP con la comunidad latina de nutricionistas, promueva y estimule la aplicación de estas pruebas en el estudio de los problemas nutricionales que aquejan a nuestras poblaciones.

SUMMARY

THE USE OF TESTS BASED ON BREATH ANALYSIS FOR NUTRITIONAL STUDIES

Tests based on the analysis of the gaseous components of expired air have been developed to study intestinal absorption and intermediary metabolism of various nutrients. This paper reviews the breath-analysis tests based on the measurement of CH₄, H₂, and isotopically-labelled CO₂ for studying the intestinal absorption of carbohydrates, fats, and bile salts, and intrahepatic metabolism. New technology employing mass spectrometry allows the use of the stable isotope, carbon-13, instead of the radioactive isotope, carbon-14, for CO₂ breath tests. The nutritional application of the breath-analysis tests is discussed, and the advantages of the non-radioactive, non-invasive procedures, especially for use in children and pregnant women in whom standard investigational methods represent a discomfort or a radioactive hazard, are emphasized.

BIBLIOGRAFIA

1. Hepner, G. W. Breath analysis: gastroenterological applications. *Gastroenterology*, 67:1250, 1974.
2. Newman, A. Breath-analysis test in gastroenterology. *Gut*, 15:308, 1974.
3. Solomons, N. W., F. E. Viteri, D. A. Schoeller, P. D. Klein & I. H. Rosenberg. Desarrollo y aplicación de análisis de aire espirado para estudios de malabsorción y fisiología intestinal en niños. Presentado en: **IV Congreso Latinoamericano de Nutrición, Caracas, Venezuela, noviembre de 1976.**
4. Schwabe, A. D., F. J. Cozzetto, L. R. Bennett & S. M. Mellinkoff. Estimation of fat absorption by monitoring of expired radioactive carbon dioxide after feeding a radioactive fat. *Gastroenterology*, 42: 285, 1962.
5. Kaihara, S. & H. N. Wagner. Measurements of intestinal fat absorption with carbon 14 labeled tracers. *J. Lab. Clin. Med.*, 71:400, 1968.
6. Newcomer, A. D., D. B. McGill, P. J. Thomas & A. F. Hofmann. Prospective comparison of indirect methods for detecting lactase deficiency. *New Engl. J. Med.*, 293:1332, 1975.

7. Bond, J. H. & M. D. Levitt. Quantitative measurement of lactose absorption. *Gastroenterology*, **70**:1058, 1976.
8. Shreeve, W. W., J. D. Shoop, D. Ott & B. B. McInteer. Test for alcoholic cirrhosis by conversion of ^{14}C or ^{13}C galactose to expired CO_2 . *Gastroenterology*, **71**:98, 1976.
9. Sherr, H. P., Y. Sasaki, A. Newman, J. G. Banwell, H. N. Wagner & T. R. Hendrix. Detection of bacterial deconjugation of bile salts by a convenient breath-analysis technic. *New Engl. J. Med.*, **285**:656, 1971.
10. Fromm, H. & A. F. Hofmann. Breath test for altered bile acid metabolism. *Lancet*, **2**:621, 1971.
11. Pedersen, L., T. Arnfred & E. Hess Thaysen. Rapid screening of increased bile acid deconjugation and bile acid malabsorption by means of the glycine-1- (^{14}C) cholyglycine assay. *Scand. J. Gastroenterol.*, **8**:665, 1973.
12. James, O. F. W., J. E. Agnew & I. A. D. Bouchier. Assessment of the ^{14}C -glycocholic acid breath test. *Brit. Med. J.*, **3**:191, 1973.
13. Parking, D. M., D. J. Cossons, P. Rooney, R. R. O'Moore, R. R. G. Warwick, I. W. Percy-Robb & D. J. C. Shearman. Evaluation of the "breath test" in the detection of bacterial colonization of the upper intestinal tract. *Lancet*, **2**:777, 1972.
14. DeGrazia, J. A., M. B. Fish & M. Pollycove. The oxidation of the beta carbon of serine of human folate and vitamin B_{12} deficiency. *J. Lab. Clin. Med.*, **80**:395, 1972.
15. Schoeller, D. A., J. F. Schneider, N. W. Solomons, J. Watkins & P. D. Klein. Clinical diagnosis using the stable isotope ^{13}C in CO_2 breath test: methodology and fundamental considerations. *J. Lab. Clin. Med.*, **90**:412, 1977.
16. Watkins, J. B., D. Schoeller, P. D. Klein, D. G. Ott, A. D. Newcomer & A. F. Hofmann. ^{13}C trioctanoin. A non-radioactive breath test to detect fat malabsorption. *J. Lab. Clin. Med.*, **90**:422, 1977.
17. Solomons, N. W., D. A. Schoeller, J. B. Wagonfeld, D. Ott, I. H. Rosenberg & P. D. Klein. Application of a stable isotope (carbon 13) labelled glycocholate breath test to diagnosis of bacterial overgrowth and ileal dysfunction. *J. Lab. Clin. Med.*, **90**:431, 1977.
18. Winchell, H. S., H. Stahelm & N. Kususbov. Kinetics of $\text{CO}_2\text{-HCO}_3$ in normal adult males. *J. Nuclear Med.*, **11**:711, 1970.
19. Calloway, D. H., R. D. Mathews & D. J. Calasito. Gases produced by human intestinal flora. *Nature*, **212**:1238, 1966.
20. Calloway, D. H. & E. L. Murphy. The use of expired air to measure intestinal gas formation. *Ann. N.Y. Acad. Sci.*, **150**:82, 1968.
21. Levitt, M. D. Production and excretion of hydrogen gas in man. *New Engl. J. Med.*, **28**:122, 1969.
22. Calloway, D. H. Respiratory hydrogen and methane as affected by consumption of gas-forming foods. *Gastroenterology*, **51**:383, 1966.
23. Burroughs, S. E. & D. H. Calloway. Gastrointestinal response to diet

- containing pineapple. *J. Am. Dietet. Assoc.*, 53:336, 1968.
24. Calloway, D. H., C. A. Hickey & E. L. Murphy. Reduction of intestinal gas-forming properties of legumes by traditional and experimental food processing methods. *J. Food Sci.*, 36:251, 1971.
 25. Hickey, C. A. & D. H. Calloway. Intestinal gas production following ingestion of commercial wheat cereals and milling fraction. *Cereal Chem.*, 49:276, 1972.
 26. Hickey, C. A., D. H. Calloway & E. L. Murphy. Intestinal gas production following ingestion of fruits and fruit juices. *Am. J. Dig. Dis.*, 17: 383, 1972.
 27. Calloway, D. H., E. L. Murphy & D. Bauer. Determination of lactose intolerance by breath analysis. *Am. J. Dig. Dis.*, 14:811, 1969.
 28. Levitt, M. D. & R. M. Donaldson. Use of respiratory hydrogen (H₂) excretion to detect carbohydrate malabsorption. *J. Lab. Clin. Med.*, 75:937, 1970.
 29. Metz, G., D. J. A. Jenkins, T. J. Peter, A. Newman & L. M. Blendis. Breath hydrogen as a diagnostic method for hypolactasia. *Lancet*, 1: 1155, 1976.
 30. Geanhart, H. L., D. P. Bose, C. A. Smith, R. D. Morrison, J. D. Welsh & T. K. Smalley. Determination of lactose malabsorption by breath analysis with gas chromatography. *Anal. Chem.*, 48:393, 1976.
 31. Metz, G., D.J.A. Jenkins, A. Newman & L.M. Blendis. Breath hydrogen in hyposucrasia. *Lancet*, 1:119, 1976.
 32. Metz, G., B. S. Drasar, M. A. Gassull, D. J. A. Jenkins & L. M. Blendis. Breath hydrogen test for small intestinal bacterial colonization. *Lancet*, 1:668, 1976.
 33. Solomons, N. W., F. E. Viteri & I. H. Rosenberg. Development of an interval sampling hydrogen (H₂) breath test for carbohydrate malabsorption in children. Evidence for a circadian pattern of H₂ concentration. *Pediat. Res.* En prensa.
 34. Solomons, N. W. & F. E. Viteri. Breath hydrogen during sleep. (Letter to the Editor). *Lancet*, 2:636, 1976.
 35. Murphy, E. L. & D. H. Calloway. The effect of antibiotic drugs on the volume and composition of intestinal gas from beans. *Am. J. Dig. Dis.*, 17:639, 1972.
 36. Schneider, R. E., C. E. Anderson & M. A. Shiffman. Prevalence of D-xilose malabsorption in rural communities in Guatemala. Presentado en: **V Congreso Internacional de Gastroenterología, México, D. F., octubre de 1974.**
 37. Schneider, R. E., C. Contreras & F. E. Viteri. Studies on the luminal events of lipid absorption in protein-calorie malnourished (PCM) children; its relation with nutritional recovery and diarrhea. I. Capacity of the duodenum content to achieve micellar solubilization of lipids. *Am. J. Clin. Nutr.*, 27:777, 1974.
 38. Schneider, R. E. & F. E. Viteri. Studies on the luminal events of lipid absorption in protein-calorie malnourished (PCM) children; its relation

- with nutritional recovery and diarrhea. II. Alterations in the bile acids of the duodenal content. *Am. J. Clin. Nutr.*, 27:788, 1974.
39. Viteri, F. E., C. Contreras & R. E. Schneider. Intestinal malabsorption in malnourished children and during recovery. Duodenal content of lipase, nitrogen, and micellar fat after fat stimulation. *Arch. Latino-amer. Nutr.*, 22:613, 1972.
 40. Viteri, F. E., J. M. Flores, J. Alvarado & M. Béhar. Intestinal malabsorption in malnourished children before and during recovery. Relation between severity of protein deficiency and the malabsorption process. *Am. J. Dig. Dis.*, 18:201, 1973.
 41. Viteri, F. E. & R. E. Schneider. Gastrointestinal alterations in protein-calorie malnutrition. *Med. Clin. North America*, 58:1487, 1974.
 42. Lindenbaun, J., J. W. Hamon & C. D. Gerson. Subclinical malabsorption in developing countries. *Am. J. Clin. Nutr.*, 25:1056, 1972.
 43. Rosenberg, I. H., N. W. Solomons & R. E. Schneider. Malabsorption associated with diarrhea and intestinal infection. *Am. J. Clin. Nutr.*, 30:1248, 1977.

COMPARACION DEL INDICE DE BALANCE DE
NITROGENO DE TRES PROTEINAS
CALCULADO DE PERIODOS DE BALANCE DE NITROGENO
DIARIOS O DE 4 DIAS¹

*Ricardo Bressani,² Luiz G. Elías,³ José Olivares⁴
y Delia A. Navarrete³*

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

RESUMEN

Se llevó a cabo un estudio para determinar la posibilidad de reducir el tiempo experimental en la evaluación de la calidad de las proteínas usando el método de ingestas múltiples conocido como Índice de Balance de Nitrógeno.

Recibido: 10-6-1977.

- 1 Este trabajo se llevó a cabo con fondos de la Research Corporation, Nueva York, N. Y. (Subvención No. INCAP PN-740).
- 2 Jefe de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del INCAP.
- 3 Científicos de la misma División.
- 4 Este trabajo se basa parcialmente en la tesis de graduación del Sr. Olivares, trabajo que realizó bajo la asesoría del Dr. Bressani, previo a obtener el título de Nutricionista en el grado de Licenciado de la Escuela de Nutrición del Centro de Estudios Superiores en Nutrición y Ciencias de Alimentos (CESNA), Universidad de San Carlos de Guatemala/INCAP.

Publicación INCAP E-931.

Los estudios se realizaron en perros semi-adultos alimentados con caseína o con dos alimentos ricos en proteína de origen vegetal, ofreciéndoles ingestas que se incrementaron o disminuyeron desde 2.0 hasta 0 g de proteína/kg/día. Al usar el método convencional, estos cambios se hicieron cada 4 días mientras que con el método modificado, los cambios se efectuaron sobre bases diarias. Las ingestas de calorías y de agua se mantuvieron constantes a 100 kcal/kg/día y 600 cc/día, respectivamente. Las heces y orina fueron analizadas por su contenido de nitrógeno diariamente o cada 4 días, según el caso.

Con los datos obtenidos, se calculó el Índice de Balance de Nitrógeno representado por la regresión entre el nitrógeno absorbido y el nitrógeno retenido. El coeficiente de regresión es equivalente a valor biológico.

Los resultados indicaron que el método convencional modificado tiende a dar valores ligeramente más altos, pero sin que éstos sean estadísticamente significativos. Estos datos demuestran que es posible determinar la calidad de una proteína dada en períodos cortos, usando para estos propósitos el Índice de Balance de Nitrógeno modificado.

INTRODUCCION

La mayor parte de los métodos disponibles para evaluar la calidad de la proteína de los alimentos, en particular de los que usan balance de nitrógeno, son de larga duración, lo que conlleva una serie de inconveniencias que fácilmente pueden conducir a errores en la evaluación. Por otro lado, durante los últimos años se ha hecho sentir la necesidad de desarrollar métodos de evaluación proteínica de corta duración o de adaptar los métodos tradicionales a menores períodos de tiempo. En esta forma podrían ser utilizados en programas genéticos de mejoramiento nutricional de los alimentos básicos (maíz y frijol), y para propósitos de control de calidad nutritiva de alimentos procesados por empresas industriales o por agencias reguladoras (1).

Este trabajo demuestra que sí se puede reducir el tiempo experimental del método del índice de balance de nitrógeno (2-4) ofreciendo al animal pequeños incrementos o disminuciones en su ingesta de nitrógeno y midiendo el efecto de esta ingesta sobre el nitrógeno excretado en heces y orina recolectados diariamente, en vez de ofrecer la proteína por períodos más largos como se acostumbra con el método tradicional (5, 6). Los resultados que se

describen más adelante prometen buenas perspectivas para este procedimiento.

MATERIALES Y METODOS

Se utilizaron 28 perros semi-adultos divididos en tres grupos de 10, 12 y 6 animales que recibieron proteína de tres fuentes: caseína, mezcla vegetal INCAP 9 (7) y fórmula TRL (6), respectivamente. La fórmula INCAP No. 9 está compuesta de: maíz entero molido, 58^o/o; harina de algodón, 38^o/o; L-lisina HCl, 0.25^o/o; levadura torula, 3^o/o, y carbonato de calcio, 0.75^o/o. La fórmula TRL está compuesta de: leche descremada, 12^o/o; harina de trigo, 37^o/o; harina de garbanzo, 19^o/o; harina de soya, 19^o/o, y minerales y vitaminas.

En los estudios con caseína (82^o/o proteína), los 10 perros cuyo peso promedio era de 5.866 kg (6.695 – 5.030) fueron alimentados con la dieta sin nitrógeno descrita en la Tabla 1, a modo de proporcionarles 100 kcal/kg/día. Junto con esta dieta se mezcló caseína en cantidades que suministraran 2.0, 1.8, 1.6,

TABLA 1

COMPOSICION DE LA DIETA LIBRE DE NITROGENO

| Ingredientes | o/o |
|----------------------------|-------|
| Dextrina | 61.8 |
| Aceite vegetal hidrogenado | 16.0 |
| Azúcar | 15.0 |
| Minerales* | 4.0 |
| Celulosa | 3.0 |
| Vitaminas** | 0.2 |
| | 100.0 |

* Minerales Hegsted: Nutritional Biochemicals Corporation, Cleveland, Ohio, E.U.A. Hegsted, D. M., R. C. Mills, C. A. Elvehjem y E. B. Hart. Choline in the nutrition of chicks. *J. Biol. Chem.*, 138:459-466, 1941.

** Vitaminas del complejo B + vit. A, vit. D₃ + vit. E.

1.4, 1.2, 1.0, 0.8, 0.6, 0.4 y 0.2 g de proteína/kg/día, o sea un nivel por día.

En el primer experimento, la ingesta de proteína descendió de 2.0 a 0.2; en el segundo ascendió de 0.2 a 2.0, y en el tercero descendió de 2.0 a 0.5 g/kg/día. Sin embargo, en este último experimento cada ingesta fue ofrecida durante 4 días, recolectándose heces y orina también cada 4 días.

En el segundo experimento, o sea en los estudios con la Mezcla Vegetal INCAP 9 (27.50/o proteína) los 12 perros que acusaron un peso promedio de 10.178 kg (15.792 - 4.228 kg) recibieron la dieta sin nitrógeno (Tabla 1) en cantidades necesarias para que, juntamente con la mezcla vegetal, aportaran el equivalente de 100 kcal/kg/día. Asimismo, las ingestas de proteína primero fueron de orden ascendente, con cambios diarios de 0.5, 0.7, 0.9, 1.1, 1.3, 1.5, 1.7 y 1.9 g/kg/día, y luego las ingestas se administraron en orden descendente, con cambios cada 4 días de 1.9 a 0.5 g de proteína/kg/día.

Finalmente, en el tercer experimento, realizado empleando la fórmula (proteína TRL), los 6 perros que tenían en promedio un peso de 11.095 (13.145 - 9.597) kg fueron alimentados con la dieta sin nitrógeno (Tabla 1) en cantidades que junto con el alimento proteínico les proporcionaran 100 kcal/kg/día, así como con la proteína, con cambios diarios ascendentes de 0.5 a 1.5 g de proteína/kg/día durante 6 días y con aproximadamente los mismos niveles de proteína, con cambios cada 4 días, por el término de 24 días.

En todos los experimentos la cantidad de agua en la dieta se mantuvo constante en 600 cc/día sin ofrecer agua adicional durante el resto del día. Las recolecciones de heces y de orina se efectuaron cada 24 horas a las 8:00 a.m. en todos los experimentos. Estas, después de homogenizadas, se analizaron por el método Kjeldahl para determinar su contenido de nitrógeno. Asimismo, los perros se pesaron diariamente. El cálculo de ingesta de calorías y de proteína, sin embargo, se hizo en base al peso del primer día para los balances diarios, y en base al peso del primer día de cada período de 4 días, cuando los balances eran de 4 días.

RESULTADOS

Los datos de excreción del nitrógeno en heces y en orina, así

como el balance diario descendente con caseína, se presentan en la Tabla 2, mientras que la Tabla 3 muestra los mismos datos, pero en balances diarios ascendentes. En ambas Tablas también se detallan los pesos promedio. En la Tabla 2 se nota que al disminuir progresivamente la ingesta de nitrógeno de caseína, el nitrógeno fecal así como el nitrógeno en orina disminuyeron levemente, siendo el resultado un balance de nitrógeno que fluctuó entre 81 mg/kg de peso/día con una ingesta de 319 mg de N/kg/día y un balance de -124 mg de nitrógeno/kg/día cuando la ingesta era de 33 mg de nitrógeno. El peso de los animales aumentó ligeramente hasta con una ingesta de 190 mg de N para luego descender conforme el nitrógeno ingerido disminuía.

La Tabla 4 presenta los resultados de los balances de nitrógeno de 4 días cuando la ingesta fue en orden descendente. En este caso, el nitrógeno fecal permaneció relativamente constante con respecto a la ingesta de nitrógeno, mientras que el nitrógeno urinario disminuyó conforme el nitrógeno ingerido también disminuía. El balance de nitrógeno fue menor a medida que la ingesta de nitrógeno se iba disminuyendo; no obstante, el peso de los animales aumentó.

El análisis de estos resultados indica que el nitrógeno fecal expresado en base al nitrógeno ingerido fue prácticamente el mismo en los balances diarios, hasta que la ingesta alcanzó 160 mg de N. Cuando las ingestas fueron mayores en los balances diarios descendentes, la relación N_f/N_i fue menor que cuando los balances diarios eran ascendentes. La relación para los balances de 4 días, en el mismo rango de ingesta de N, fue parecida a la relación ascendente diaria. Sin embargo, a ingestas menores de nitrógeno la relación N_f/N_i para los balances de 4 días fue mayor que la relación para los balances diarios, ya fuesen ascendentes o descendentes. Estas relaciones se aprecian gráficamente en la Figura 1.

En cuanto al nitrógeno urinario, éste fue menor en el caso de los balances de 4 días que en los efectuados diariamente, los cuales fueron más uniformes; a pesar de ello el nitrógeno de la orina fue mayor en el caso de los balances diarios descendentes. Como consecuencia, los balances difirieron entre los tres sistemas empleados: diario ascendente, diario descendente y de 4 días. La Figura 2 muestra la relación existente entre el N absorbido y el N retenido en los tres casos e incluye la ecuación de regresión para las tres líneas. También muestra que los coeficientes de regresión entre N_a y N_r son similares para los tres casos,

TABLA 2

**BALANCE DE NITROGENO DIARIO EN PERROS ALIMENTADOS CON CASEINA
(ADMINISTRADA EN FORMA DESCENDENTE)**

| Día | Nitrógeno, mg/kg/día | | | | | Peso, kg |
|-----|----------------------|-----------|-------------|------------|--------------|-------------|
| | Ingerido | Fecal | Urinario | Absorbido | Retenido | |
| 1 | 319 ± 1.25 | 41 ± 5.75 | 197 ± 4.76 | 278 ± 5.92 | 81 ± 5.71 | 5.87 ± 0.17 |
| 2 | 286 ± 0.44 | 31 ± 4.20 | 176 ± 8.70 | 255 ± 4.25 | 79 ± 8.81 | 5.89 ± 0.16 |
| 3 | 253 ± 0.43 | 42 ± 4.28 | 157 ± 8.32 | 211 ± 4.30 | 54 ± 10.48 | 5.91 ± 0.16 |
| 4 | 221 ± 0.45 | 29 ± 4.32 | 192 ± 6.04 | 192 ± 4.26 | 0 ± 7.30 | 5.92 ± 0.16 |
| 5 | 190 ± 0.93 | 37 ± 3.71 | 165 ± 10.21 | 153 ± 3.89 | - 12 ± 11.02 | 5.91 ± 0.17 |
| 6 | 159 ± 1.26 | 27 ± 4.22 | 166 ± 13.72 | 132 ± 4.20 | - 34 ± 9.76 | 5.90 ± 0.17 |
| 7 | 128 ± 1.62 | 35 ± 3.81 | 160 ± 7.74 | 93 ± 3.53 | - 67 ± 8.43 | 5.88 ± 0.17 |
| 8 | 97 ± 1.92 | 34 ± 2.39 | 140 ± 7.95 | 63 ± 2.40 | - 77 ± 6.96 | 5.85 ± 0.17 |
| 9 | 65 ± 2.70 | 31 ± 3.44 | 134 ± 8.63 | 34 ± 3.46 | - 100 ± 9.54 | 5.82 ± 0.17 |
| 10 | 33 ± 2.48 | 28 ± 2.18 | 129 ± 6.74 | 5 ± 2.78 | - 124 ± 5.85 | 5.81 ± 0.17 |

TABLA 3

BALANCE DE NITROGENO DIARIO EN PERROS ALIMENTADOS CON CASEINA
(ADMINISTRADA EN FORMA ASCENDENTE)

| Día | Nitrógeno, mg/kg/día | | | | | Peso, kg |
|-----|----------------------|-----------|------------|------------|-------------|-------------|
| | Ingerido | Fecal | Urinario | Absorbido | Retenido | |
| 1 | 33 ± 2.48 | 28 ± 2.18 | 129 ± 6.74 | 5 ± 2.78 | -124 ± 5.85 | 5.81 ± 0.17 |
| 2 | 66 ± 2.37 | 31 ± 3.58 | 120 ± 6.07 | 35 ± 4.15 | - 85 ± 6.57 | 5.79 ± 0.18 |
| 3 | 97 ± 2.18 | 34 ± 3.54 | 130 ± 6.04 | 63 ± 3.72 | - 67 ± 6.59 | 5.79 ± 0.18 |
| 4 | 129 ± 2.12 | 36 ± 3.58 | 128 ± 5.88 | 93 ± 3.30 | - 35 ± 6.32 | 5.78 ± 0.17 |
| 5 | 161 ± 2.16 | 34 ± 4.48 | 130 ± 7.89 | 127 ± 4.91 | - 3 ± 6.77 | 5.81 ± 0.18 |
| 6 | 192 ± 2.89 | 46 ± 3.51 | 147 ± 8.09 | 146 ± 4.66 | - 1 ± 6.01 | 5.80 ± 0.18 |
| 7 | 222 ± 2.49 | 61 ± 6.27 | 142 ± 6.90 | 161 ± 5.71 | + 19 ± 7.05 | 5.86 ± 0.18 |
| 8 | 253 ± 2.88 | 57 ± 2.82 | 144 ± 7.44 | 196 ± 4.03 | + 52 ± 5.96 | 5.87 ± 0.18 |
| 9 | 286 ± 3.50 | 54 ± 4.99 | 152 ± 9.96 | 232 ± 8.18 | + 80 ± 9.71 | 5.84 ± 0.19 |
| 10 | 316 ± 3.89 | 61 ± 3.13 | 158 ± 8.16 | 255 ± 3.54 | + 97 ± 7.47 | 5.87 ± 0.19 |

TABLA 4
BALANCE DE NITROGENO DE PERIODOS DE 4 DIAS EN PERROS ALIMENTADOS CON
CASEINA (ADMINISTRADA EN FORMA DESCENDENTE)
(Promedio 10 perros)

| Día | Nitrógeno, mg/kg/día | | | | | Promedio peso, kg |
|-----|----------------------|-----------|------------|------------|------------|----------------------|
| | Ingerido | Fecal | Urinario | Absorbido | Retenido | |
| 1 | 312 ± 0.67 | 53 ± 1.90 | 104 ± 6.57 | 259 ± 1.73 | 155 ± 1.97 | 6.50 ± 0.21 |
| 2 | 274 ± 1.29 | 53 ± 2.89 | 106 ± 6.71 | 221 ± 3.61 | 115 ± 6.27 | 6.67 ± 0.24 |
| 3 | 251 ± 0.50 | 54 ± 2.13 | 98 ± 5.98 | 197 ± 2.18 | 99 ± 6.93 | 6.78 ± 0.25 |
| 4 | 220 ± 0.47 | 58 ± 1.51 | 84 ± 4.87 | 162 ± 1.57 | 78 ± 5.06 | 6.88 ± 0.26 |
| 5 | 187 ± 0.69 | 51 ± 2.52 | 78 ± 8.15 | 136 ± 2.62 | 58 ± 7.70 | 6.98 ± 0.27 |
| 6 | 153 ± 4.11 | 52 ± 2.46 | 74 ± 4.98 | 101 ± 5.27 | 27 ± 12.27 | 7.01 ± 0.28 |
| 7 | 125 ± 1.00 | 57 ± 4.12 | 70 ± 4.25 | 68 ± 3.90 | - 2 ± 5.28 | 7.10 ± 0.29 |
| 8 | 92 ± 1.51 | 45 ± 2.38 | 67 ± 8.19 | 47 ± 1.85 | -20 ± 8.33 | 7.16 ± 0.31 |

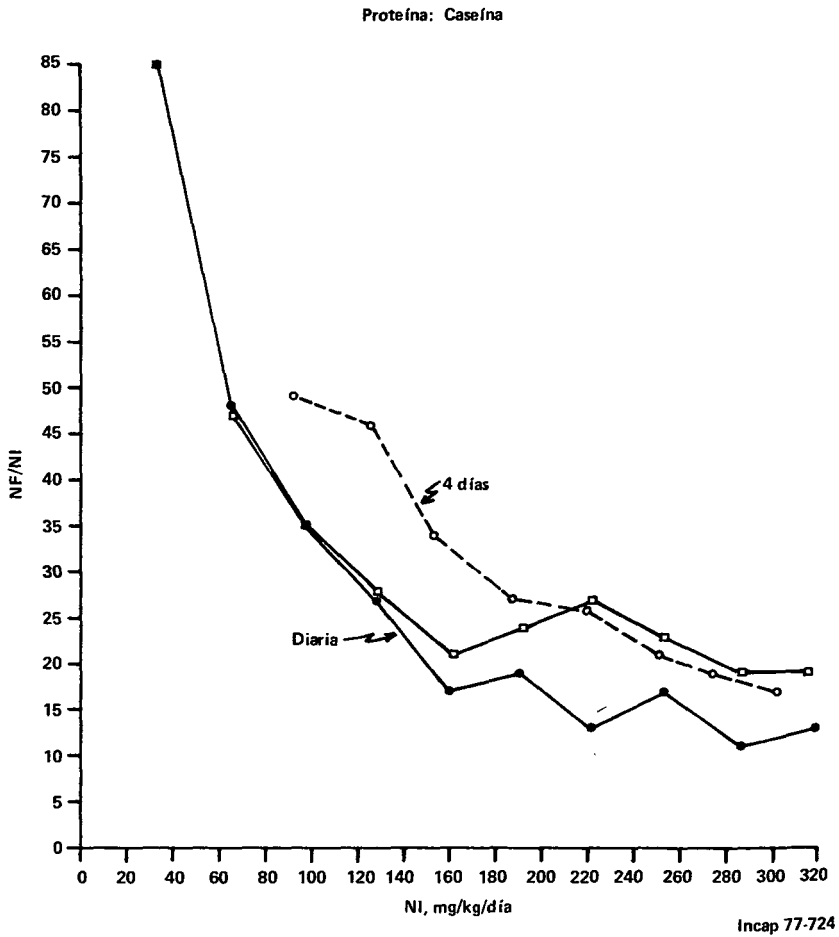
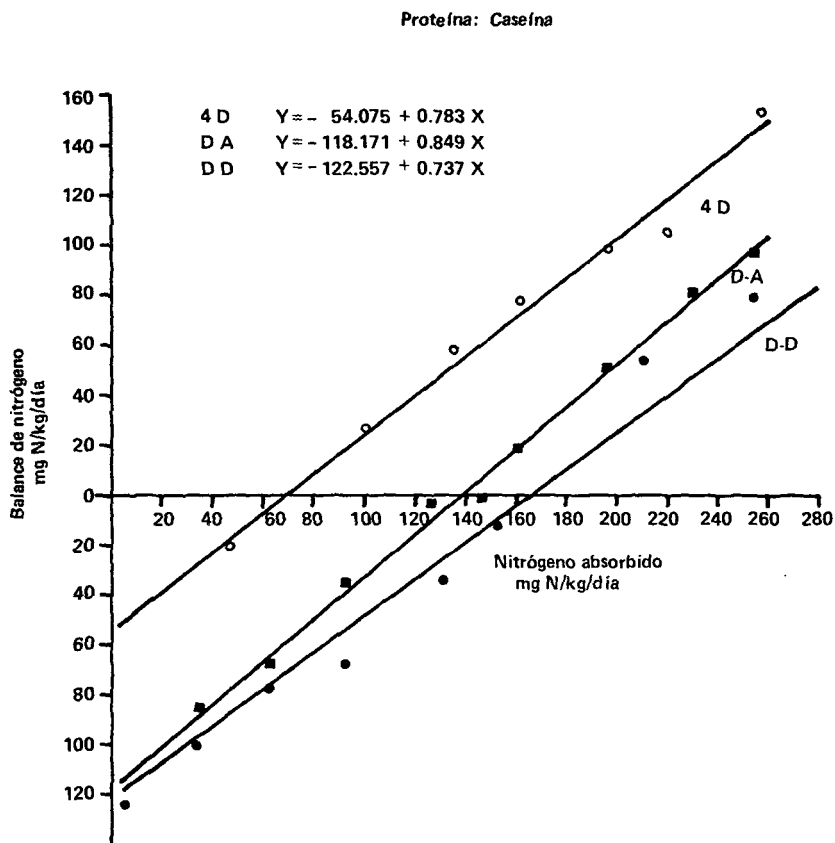


FIGURA 1

Relación entre el nitrógeno ingerido y la razón nitrógeno fecal/nitrógeno ingerido para balances diarios y de cuatro días.



Incap 77-725

FIGURA 2

Relación entre el nitrógeno absorbido y el nitrógeno retenido de balances diarios y de cuatro días en perros.

e indica que la diferencia estriba en el valor a de la ecuación, que es similar y mayor para los balances diarios que para el balance de 4 días. Además se nota que se obtiene equilibrio nitrogenado con una menor ingesta cuando los balances son de 4 días que cuando éstos son diarios. La Tabla 5 muestra las ecuaciones para los tres tipos de estudio, o sea el ascendente y descendente diario y el de 4 días, respectivamente.

En la Tabla 6 se resumen los balances diarios y de 4 días cuando se usó la proteína conocida como TRL. En este caso el nitrógeno fecal fue mayor conforme la ingesta de N aumentaba, y a pesar de que esta relación se mantuvo en los balances de 4 días, el aumento con respecto a la ingesta fue menor que en los balances diarios. El nitrógeno urinario en general se comportó de la misma manera, pero fue menor en los balances de 4 días, como sucedió en el caso de la caseína. Estas diferencias se reflejaron en el nitrógeno retenido de la misma manera que para la caseína. Sin embargo, la relación de nitrógeno absorbido a retenido (Figura 3) como ecuación de regresión fue similar, siendo los coeficientes también muy parecidos.

Finalmente, la Tabla 7 resume los datos derivados del experimento con la mezcla vegetal INCAP No. 9, datos que se muestran también en la Figura 4 en forma de regresiones entre el N absorbido y el N retenido. Como en los casos anteriores, la reducción en la ingesta, ya fuese diariamente o cada 4 días, se tradujo en menores retenciones de nitrógeno, hallazgo que en buen grado coincide para cada ingesta. La regresión para los balances de nitrógeno diario fue de $Y = -58.19 + 0.73 X$, y para los balances de nitrógeno de períodos de 4 días, de $Y = -61.89 + 0.72 X$.

DISCUSION

Los datos del presente estudio indican que es factible obtener una estimación bastante confiable de la calidad proteínica aplicando un método rápido adaptado al tradicional método de Índice de Balance de Nitrógeno propuesto por Allison (2-4). Este investigador, trabajando con perros, demostró que un método bastante exacto para medir la calidad de las proteínas era el de ofrecer a los animales varias ingestas de proteína, a un nivel fijo y adecuado de energía y luego medir el balance de nitrógeno. Se demostró que la relación b entre el N absorbido y el N retenido de las varias

TABLA 5

**ECUACIONES DE REGRESION DE NITROGENO ABSORBIDO (NA)
SOBRE NITROGENO RETENIDO (NR)**

| Perro No. | Tipo de estudio | NR = a + b NA | Correlación |
|-----------|--------------------|-----------------|-------------|
| 177 | Diario ascendente | - 132.82 + 0.97 | 0.99 |
| | Diario descendente | - 138.47 + 0.74 | 0.98 |
| | 4 días descendente | - 34.55 + 0.64 | 0.93 |
| 178 | Diario ascendente | - 118.72 + 1.01 | 0.99 |
| | Diario descendente | - 105.22 + 0.66 | 0.96 |
| | 4 días descendente | - 33.59 + 0.78 | 0.98 |
| 180 | Diario ascendente | - 120.41 + 0.82 | 0.98 |
| | Diario descendente | - 125.18 + 0.80 | 0.95 |
| | 4 días descendente | - 46.28 + 0.73 | 0.99 |
| 181 | Diario ascendente | - 111.84 + 0.82 | 0.97 |
| | Diario descendente | - 127.16 + 0.79 | 0.99 |
| | 4 días descendente | - 26.64 + 0.69 | 0.99 |
| 183 | Diario ascendente | - 138.41 + 0.78 | 0.99 |
| | Diario descendente | - 156.41 + 0.74 | 0.93 |
| | 4 días descendente | - 78.79 + 0.88 | 0.96 |
| 184 | Diario ascendente | - 81.76 + 0.72 | 0.97 |
| | Diario descendente | - 87.70 + 0.64 | 0.99 |
| | 4 días descendente | - 45.03 + 0.78 | 0.98 |
| 187 | Diario ascendente | - 133.62 + 1.00 | 0.99 |
| | Diario descendente | - 154.48 + 0.83 | 0.97 |
| | 4 días descendente | - 35.82 + 0.81 | 0.98 |
| 191 | Diario ascendente | - 106.99 + 0.64 | 0.98 |
| | Diario descendente | - 159.02 + 0.77 | 0.96 |
| | 4 días descendente | - 93.19 + 0.81 | 0.95 |
| 192 | Diario ascendente | - 123.03 + 0.84 | 0.98 |
| | Diario descendente | - 124.87 + 0.74 | 0.92 |
| | 4 días descendente | - 81.85 + 0.82 | 0.96 |
| 193 | Diario ascendente | - 92.87 + 0.84 | 0.99 |
| | Diario descendente | - 115.94 + 0.84 | 0.97 |
| | 4 días descendente | - 63.90 + 0.40 | 0.99 |

TABLA 6

**BALANCE DE NITROGENO EN PERROS ALIMENTADOS CON LA
MEZCLA ALIMENTICIA TRL**

| Nitrógeno, mg/kg/día | | | | |
|-------------------------|-------|----------|-----------|----------|
| Ingerido | Fecal | Urinario | Absorbido | Retenido |
| <i>Balace de 4 días</i> | | | | |
| 228 | 59 | 97 | 169 | 72 |
| 193 | 54 | 96 | 139 | 43 |
| 168 | 58 | 102 | 110 | 9 |
| 130 | 47 | 83 | 83 | 0 |
| 107 | 46 | 78 | 61 | - 17 |
| 75 | 42 | 69 | 33 | - 36 |
| <i>Balace diario</i> | | | | |
| 80 | 48 | 70 | 32 | - 38 |
| 108 | 52 | 78 | 56 | - 22 |
| 144 | 62 | 80 | 82 | 2 |
| 177 | 57 | 84 | 120 | 36 |
| 209 | 68 | 88 | 141 | 53 |
| 230 | 70 | 109 | 160 | 51 |

ingestas, calculado a través de de una regresión lineal ($y = a + bx$), es el valor nutritivo de la proteína equivalente al valor biológico (2). Para que el método sea válido debe mostrar linealidad entre el nitrógeno absorbido y el retenido, ya que a ingestas altas esta linealidad se pierde. Entre las ventajas que este método ofrece en comparación con el del Valor Biológico, debe señalarse que este último requiere la medida del nitrógeno endógeno fecal y urinario, lo que se obtiene con una dieta libre de nitrógeno. En cambio el Índice de Balance de Nitrógeno no requiere este tratamiento, pudiendo lograrse con tres puntos o ingestas: uno por debajo de la línea de equilibrio nitrogenado, o sea en balance negativo, otro alrededor de la línea de equilibrio, y el tercero por arriba de esa línea o sea definitivamente en balance positivo.

Proteína: TRL

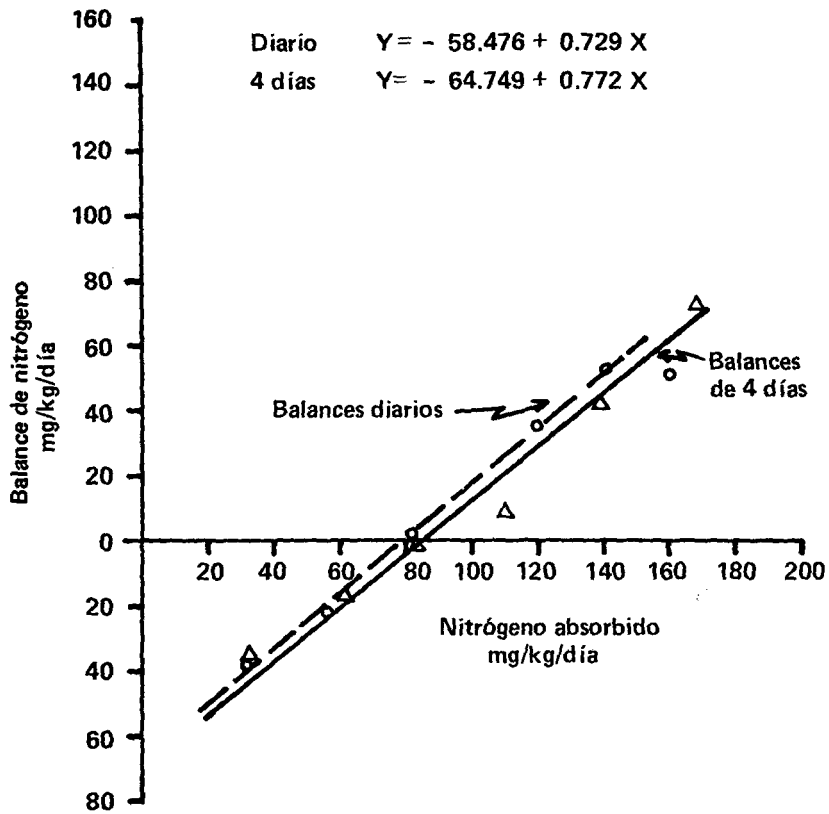
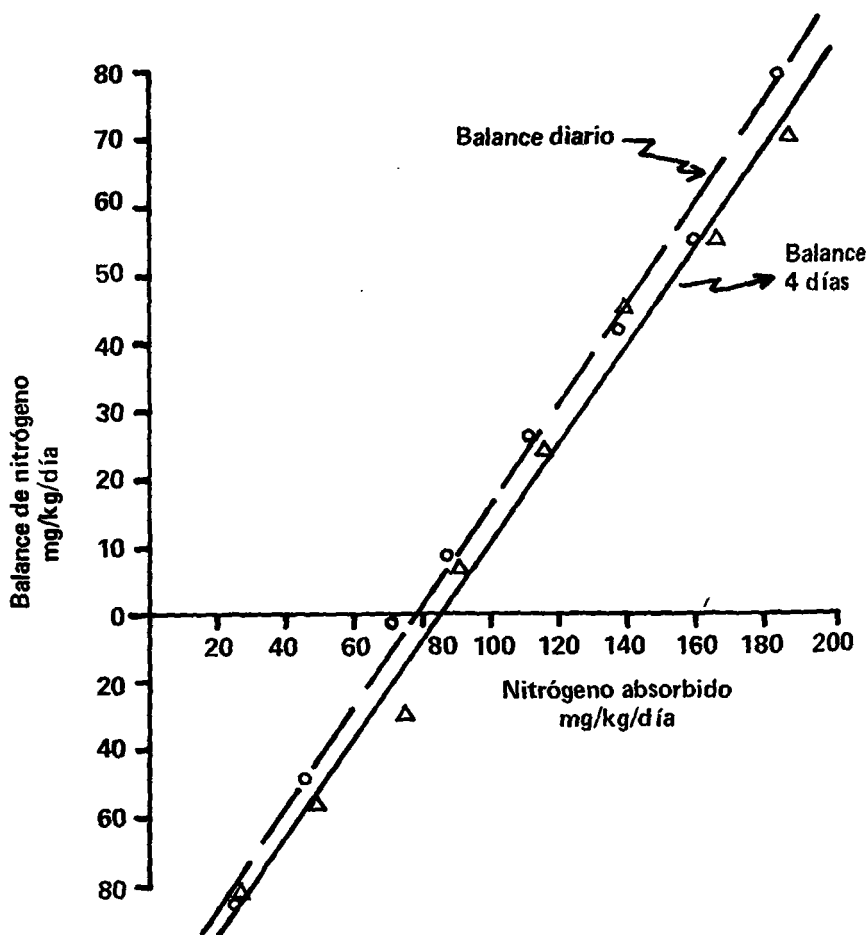


FIGURA 3

Relación entre el nitrógeno absorbido y el nitrógeno retenido de balances diarios y de cuatro días en perros.

Proteína: MV9* + Lis.



* Mezcla vegetal INCAP No. 9.

Incap 77-727

FIGURA 4

Relación entre el nitrógeno absorbido y el nitrógeno retenido de balances diarios y de cuatro días en perros.

TABLA 7

BALANCE DE NITROGENO EN PERROS ALIMENTADOS CON
INCAPARINA FORMULA 9*

| Nitrogeno, mg/kg/día | | | | |
|--------------------------|-------|----------|-----------|----------|
| Ingerido | Fecal | Urinario | Absorbido | Retenido |
| <i>Balance de 4 días</i> | | | | |
| 314 | 127 | 117 | 187 | 70 |
| 288 | 122 | 111 | 166 | 55 |
| 249 | 110 | 94 | 139 | 45 |
| 224 | 108 | 92 | 116 | 24 |
| 190 | 99 | 84 | 91 | 7 |
| 157 | 82 | 90 | 75 | - 15 |
| 125 | 76 | 77 | 49 | - 28 |
| 89 | 62 | 68 | 27 | - 41 |
| <i>Balance diario</i> | | | | |
| 309 | 128 | 105 | 181 | 76 |
| 277 | 122 | 105 | 155 | 50 |
| 246 | 107 | 95 | 139 | 44 |
| 215 | 107 | 85 | 108 | 23 |
| 181 | 99 | 78 | 82 | 4 |
| 148 | 80 | 72 | 68 | - 4 |
| 114 | 77 | 69 | 37 | - 32 |
| 81 | 60 | 67 | 20 | - 47 |

* Fórmula suplementada con 0.25% L-lisina HCl.

La modificación, tema de este trabajo, consistió en reducir el tiempo de ingesta a un día y en no tener períodos de adaptación a un nuevo nivel de ingesta de proteína, reduciendo así el tiempo experimental. Al introducir esta modificación se observó que la linealidad entre el NA y el NR se mantenía, lo que es condición establecida para que el IBN sea válido. No obstante, se notó que si bien el coeficiente de regresión no variaba mucho entre el balan-

ce de 4 días del de un día, el punto de intercepción sí fue diferente, por lo menos en el caso de la caseína aunque no para las dos otras fuentes de proteína sometidas a estudio. Estos datos no pueden ser explicados en el caso de la caseína, pero es posible que para el estudio diario que se efectuó en sentido descendente, los animales se hayan ido depletando poco a poco hasta alcanzar valores de nitrógeno endógeno total más bajos. Se ha demostrado que el nitrógeno endógeno fecal y urinario puede variar dependiendo de cómo se mide. Por ejemplo, la depleción lenta puede dar valores más bajos que la rápida (8). Ahora bien, los balances de 4 días también se estudiaron en orden descendente y, por lo tanto, debería haberse obtenido el mismo valor del estudio diario descendente si la explicación propuesta es correcta.

La diferencia, sin embargo, podría atribuirse al hecho de que en 4 días el animal puede adaptarse a la ingesta más baja y conservar así el nitrógeno. Un aspecto importante del uso de este método en el caso de adultos es la facilidad que ofrece de depletar a los sujetos por poco tiempo (3 – 4 días) y de una manera estándar a fin de lograr la menor variabilidad posible.

En el caso de la caseína dos son los aspectos que llaman la atención. Uno de ellos es que el coeficiente de regresión, equivalente al valor proteínico, cae dentro de los valores informados para la caseína que es de 0.75 (2, 3). Desde este punto de vista, el método corto parece reflejar el valor propio de la caseína. El segundo aspecto que parece ser anormal, es el punto de intercepción de la línea de regresión con la línea de equilibrio nitrogenado. Este punto es más bajo mientras mejor es la calidad de la proteína (5, 6, 9). Por consiguiente, en los estudios de balance diarios, la caseína debería haber dado valores más bajos que las otras dos proteínas, las cuales dieron interceptos parecidos cada 4 días o diariamente, mientras que en el caso de la caseína, sólo cuando el balance fue de 4 días.

Los resultados del estudio aquí descrito indican que es posible evaluar la calidad de las proteínas a través de ensayos de corta duración. Esto asume mayor interés cuando tales evaluaciones se llevan a cabo en el hombre, puesto que reducen la posibilidad de interferencia de factores que pueden influir sobre el balance nitrogenado.

SUMMARY

COMPARISON OF THE NITROGEN BALANCE INDEX
OF THREE PROTEINS, CALCULATED FROM DAILY
OR 4-DAY NITROGEN BALANCE PERIODS

The present study suggests that it is possible to reduce the experimental time in the evaluation of protein quality by means of the multiple intake method known as the Nitrogen Balance Index. The experiments reported herein were carried out with semi-adult dogs fed casein and two high-protein foods composed of vegetable proteins. Protein intake increased or decreased from 2.0 to 0 g/kg/day. With the conventional method changes in protein intake were made every 4 days, while with the modified technique, changes in intake were made daily. Calorie and water intakes were kept constant in all studies at 100 kcal/kg/day and 600 cc/day, respectively. Urine and feces were analyzed for their nitrogen content as follows: on a daily basis for the modified NBI method and every 4 days for the conventional technique.

With the data obtained, the nitrogen balance index representing the regression of nitrogen retained to nitrogen absorbed was calculated. The regression coefficient is equivalent to biological value.

Results indicated that the modified conventional technique gave results which tended to be slightly higher than those rendered by the conventional technique. However, the difference between them was not statistically different. The results, therefore, demonstrate that it is possible to determine the quality of a given protein in short experimental periods using the modified Nitrogen Balance Index Method.

BIBLIOGRAFIA

1. Proceedings of the Midland Conference. New Concepts for the Rapid Determination of Protein Quality, held at Nebraska Center for Continuing Education, University of Nebraska, Lincoln, Nebraska, February 21, 22, 1977.
2. Allison, J. B. & J. A. Anderson. The relation between absorbed nitrogen, nitrogen balance and biological value of proteins in adult dogs. *J. Nutrition*, 29:413-420, 1945.
3. Allison, J. B. Biological evaluation of proteins. *Physiol. Revs.*, 35: 664-700, 1955.
4. Allison, J. B. The efficiency of utilization of dietary proteins. In: *Protein and Amino Acid Nutrition*. A. A. Albanese (Ed.). New York, Academic Press, 1959, p. 97-116.

5. Bressani, R., F. Viteri, D. Wilson & J. Alvarado. The quality of various animal and vegetable proteins with a note on the endogenous and fecal nitrogen excretion of children. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 22:227-241, 1972.
6. Viteri, F. & R. Bressani. The quality of new sources of protein and their suitability for weanlings and young children. *Bull. Wld Hlth Org.*, 46:827-843, 1972.
7. Bressani, R., L. G. Elías, A. Aguirre & N. S. Scrimshaw. All-vegetable protein mixtures for human feeding. III. The development of INCAP Vegetable Mixture Nine. *J. Nutrition*, 74:201-208, 1961.
8. Bressani, R., R. A. Gómez-Brenes & L. G. Elías. Nitrógeno urinario de perros adultos alimentados con una dieta sin nitrógeno y con diversas ingestas de calorías. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 22:451-466, 1972.
9. Bressani, R. Human assays and applications. En: **Evaluation of Proteins for Humans**. Chapter 5. C. E. Bodwell (Ed.). Westport, Conn., The AVI Publishing Co., Inc., 1976, p. 81-118.

GRUPO PERMANENTE DE TRABAJO DE LA SLAN
EN
SISTEMAS DE VIGILANCIA ALIMENTARIA-NUTRICIONAL

**VIGILANCIA ALIMENTARIA-NUTRICIONAL PARA EL
HEMISFERIO OCCIDENTAL**

En América Latina y el Caribe se están haciendo muchos esfuerzos cuya meta común es el establecimiento de Sistemas de Vigilancia Alimentaria-Nutricional (SVAN). Uno de los mayores problemas que ha surgido en el Hemisferio Occidental, al igual que en cualquier otra parte del mundo, es que los países que están formulando o estableciendo tales Sistemas (SVAN), lo hacen en forma aislada, excepto por la asesoría e información que les proporcionan algunas agencias internacionales interesadas. En nuestro criterio, sería preferible proveerles de un medio formal para el intercambio personal de ideas y para la distribución regular de nuevos hallazgos y experiencias. Consciente de esta necesidad, durante su reunión anual celebrada en Caracas a fines de 1976, con motivo del IV Congreso Latinoamericano de Nutrición, la Sociedad Latinoamericana de Nutrición (SLAN) organizó un Coloquio sobre los SVAN, cuyos resultados fueron publicados recientemente.* Durante dicha reunión, la SLAN estableció un Grupo Permanente de Trabajo sobre Sistemas de Vigilancia Alimentaria-Nutricional, que actualmente está desarrollando un programa informal, y cuyo avance se ha visto obstaculizado por la falta de fondos y apoyo administrativo.

El propósito de este anteproyecto, que presentamos a consideración de los miembros del Grupo de la SLAN en Sistemas de Vigilancia Alimentaria-Nutricional, es enlazar estos diversos intereses y actividades a nivel hemisférico. Específicamente, apoyará la

* Sistemas de Vigilancia Epidemiológica Nutricional. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 27(2):1-114, 1977 (Suplemento 1).

creación de un Grupo de Trabajo integrado por representantes de los países que estén involucrados activamente en el desarrollo de Sistemas Nacionales de Vigilancia Alimentaria-Nutricional. Asimismo, proporcionará apoyo para la celebración de reuniones anuales de trabajo sobre los problemas y logros en cada uno de los proyectos que los países tienen en marcha, así como sesiones de trabajo más detalladas sobre temas seleccionados por los países designados que tengan problemas similares, y medios para un intercambio de información (técnica y programática) entre estos países. El Grupo de Trabajo también facilitará los contactos en los países y servirá como fuente de información para todos los participantes.

Al principio, serán invitados a participar aquellos países que ya han iniciado acciones para el establecimiento de SVAN nacionales. Así, a cada uno se le pedirá la designación de un representante del sector salud y del sector agrícola que esté activo e involucrado en el proceso, ya que son las áreas de más directa relación con los SVAN. Además, participarán sendos representantes del CFNI, del INCAP y de la OPS. Se espera que este Grupo aumente al incluirse otros países que tengan una política nacional definida que asegure el establecimiento y funcionamiento de un SVAN.

ACTIVIDADES

A. *Reuniones Anuales*

Estas reuniones proporcionarán un forum regular con el fin de lograr un efectivo intercambio de ideas y experiencias, investigar problemas comunes, y conocer las soluciones o logros alcanzados en otros países. Además de las discusiones generales, los talleres de trabajo se centrarán en temas de interés para la mayoría de los países, tales como el control de calidad de los datos, el entrenamiento multisectorial del personal, el flujo de datos, y el uso de indicadores y puntos críticos ("cut-off points"), etc. Estas reuniones se efectuarán en países donde ya están en sus primeros años de marcha, sistemas de vigilancia, lo que permitirá realizar visitas de campo, sesiones de trabajo en centros de procesamiento de datos, etc. Se planea también el seguimiento de problemas no cubiertos durante tales reuniones, incluyendo los aspectos concernientes a información adicional específica, visitas de consultores, asesoría de personal, y otros.

B. Sesiones de Trabajo para Grupos Reducidos

Estas reunirán de 2 a 3 países con problemas o necesidades comunes; a veces las sesiones serán similares a las programadas para las reuniones anuales, pero se desarrollarán en mayor detalle del que pueda lograrse en la reunión anual. Siempre que sea posible, estas sesiones de trabajo para grupos reducidos tendrán lugar en el país que tenga respuestas a las preguntas o problemas a ser discutidos, o que esté en capacidad de hacer demostraciones importantes en el área. Se proyecta utilizar los servicios de consultores externos a fin de que participen en las discusiones y en las sesiones de trabajo.

C. Consultores

Se establecerá un registro de expertos en los diversos aspectos de la vigilancia nutricional, incluyendo personas que estén trabajando en los países que participen en este proyecto, así como procedentes de cualquier otro país del mundo. Se les solicitará su colaboración cuando así lo soliciten los países participantes de Latinoamérica y del Caribe.

D. Sistema de Información en Marcha

1. Materiales técnicos de referencia

Comprenderá dos clases principales de material: los publicados en la literatura de asistencia técnica y los no publicados, pero que son informes de los países de conocimiento público y de interés general para todos los miembros. Estos serán enviados por el representante del país a la oficina central, para su catalogación y resumen. Los resúmenes de esos materiales serán publicados trimestralmente en *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, órgano oficial de la SLAN; copias individuales de los documentos e informes estarán disponibles para quien lo solicite.

2. Materiales de interés general

Estos comprenderán informes de reuniones, noticias

sobre próximos eventos, respuestas a preguntas, informes sobre los avances de proyectos colaborativos o de programas nacionales, etc. Este material será proporcionado únicamente a los participantes en el proyecto.

El Grupo Permanente de Trabajo de la Slan en SVAN, juntamente con la OPS/OMS, y en colaboración con otras instituciones, están haciendo grandes esfuerzos por obtener el financiamiento necesario que permita cristalizar en una realidad esta idea. En este sentido, agradeceríamos cualesquiera comentarios, sugerencias y recomendaciones que los socios de la SLAN interesados en este campo tengan a bien formular con el fin de perfeccionar el proyecto y conocer su acogida entre los miembros de la comunidad científica latinoamericana.

RESEÑAS Y ACTUALIDADES

Workshop on Systems for Monitoring and Predicting Community Nutritional Status, celebrado en Manila, Filipinas, del 29 de marzo al 5 de abril de 1978

Este Taller fue organizado por la Oficina Regional de la OMS, y su relato final recoge un enfoque sumariado de los informes presentados por los países participantes; la organización de sistemas de vigilancia; datos recolectados rutinariamente por los servicios de salud para el sistema de vigilancia nutricional; información agrícola y socioeconómica de importancia para el personal de salud; implementación de un sistema de vigilancia nutricional, y las conclusiones a que se llegó en el Taller. Además, en forma de anexo, reproduce las presentaciones que sirvieron de base conceptual para las discusiones. El Informe en inglés (Document ICP/NUT/002) fue publicado por la *Regional Office for the Western Pacific of the World Health Organization, Manila, Philippines*.

Fichero Bibliográfico

Ariza Macías, J. La necesidad de establecer un sistema de vigilancia alimentaria y nutricional. Presentado en: *V Congreso Brasileiro de Nutrición y VIII Congreso Brasileiro de Nutricionistas, Porto Alegre, Brasil, septiembre 1976. (Documento mimeografiado)*.

- Burgess, H.J.L. Concepts of nutritional surveillance — A summary. En: *Final Report, Workshop on Systems for Monitoring and Predicting Community Nutritional Status, Manila, Philippines, 29 March-5 April 1978*. Manila, Philippines, World Health Organization, Regional Office for the Western Pacific, 1978, p. 16-19 (Document ICP/NUT/002).
- Den Hartog, A. P. Socio-economic and agricultural information for health personnel working in nutritional surveillance. En: *Final Report, Workshop on Systems for Monitoring and Predicting Community Nutritional Status, Manila, Philippines, 29 March-5 April 1978*. Manila, Philippines, World Health Organization, Regional Office for the Western Pacific, 1978, p. 20-26 (Document ICP/NUT/002).
- Departamento de Política Económica de la FAO. Examen de los indicadores del desarrollo general y agrícola. *Bol. del GAP*, 4(4): 6-17, 1974.
- Doll, R. Surveillance and monitoring. *Internat. J. Epidemiol.*, 3: 305-314, 1974.
- Fossaert, H., A. Llopis & C. H. Tigre. Sistemas de vigilancia epidemiológica. *Bol. Ofic. Sanit. Panamer.*, 76:512-528, 1974.
- Habicht, J-P., J. M. Lane & A. J. McDowell. National nutrition surveillance. *Fed. Proc.*, 37:1181-1187, 1978.
- Irwig, L. Surveillance in developed countries with particular reference to child growth. *Internat. J. Epidemiol.*, 5:57-61, 1976.
- Keller, W., G. Donoso & E. M. DeMaeyer. Anthropometry in nutritional surveillance; a review based on results of the WHO collaborative study on nutritional anthropometry. *Nutr. Abst. Revs.*, 46:591-609, 1976.
- Kevany, J. Considerations on the design of nutritional surveillance systems. En: *Final Report, Workshop on Systems for Monitoring and Predicting Community Nutritional Status, Manila, Philippines, 29 March-5 April 1978*. Manila, Philippines, World Health Organization, Regional Office for the Western Pacific, 1978, p. 27-31 (Document ICP/NUT/002).
- Morley, D. Nutritional surveillance of young children in developing countries. *Internat. J. Epidemiol.*, 5:51-55, 1976.
- Morley, D. The design and use of weight charts in surveillance of the individual. Annex 4. En: *Nutrition in Preventive Medicine*. G. H. Beaton and J. M. Bengoa (Eds.). Geneva, World Health Organization, 1976, p. 520-529. (Monograph Series No. 62).
- Nichaman, M.Z. The use of routine health data in the development

of a nutritional surveillance system. En: *Final Report, Workshop on Systems for Monitoring and Predicting Community Nutritional Status, Manila, Philippines, 29 March-5 April 1978*. Manila, Philippines, World Health Organization, Regional Office for the Western Pacific, 1978, p. 32-41 (Document ICP/NUT/002).

Organización Panamericana de la Salud. *Sistemas de Vigilancia Epidemiológica de Enfermedades Transmisibles y Zoonosis*. Washington, D. C., Organización Panamericana de la Salud, 1974. (Publicación Científica No. 288).

Surveillance. Epidemiological surveillance. Editorials, *Internat. J. Epidemiol.*, 5:3-16, 1976.

Horstmann, D. M. Importance of disease surveillance. *Preventive Med.*, 3:436-442, 1974.

Ayude a mantener dinámico al Grupo SVAN informándolo permanentemente sobre manuscritos que hayan salido a luz, proyectos en desarrollo, y eventos realizados o programados.

José Aranda-Pastor
Coordinador

BIBLIOGRAFIA LATINOAMERICANA

BRASIL

Efeito da nutrição parenteral prolongada no tratamento pré-operatório da glicogênose. J. G. Maksoud, U. Tanuri, A. L. Mathias and V. A. Carvalho Pinto (Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo y Hospital das Clin., São Paulo, Brasil). *Rev. Ass. Med. Brasil*, 23:211-213, 1977.

The authors present the effects of intravenous hyperalimentation on metabolic abnormalities of two children with glycogen storage disease posteriorly submitted to a poracaval shunt.

This procedure utilized as pre-operative preparation restores the serum lipids, glucose levels and acid-basic status to normal. The total parenteral nutrition provides a safer surgery, with better prognostic for the clinical results of the shunt. 11 Ref.

Triagem para aminoacidúrias em recém-nascidos utilizan-

do-se comparativamente métodos cromatográficos e colorimétricos. A. H. Pinto Pedrazzi and A. La Rocca Rossi. (Departamento de Análises Clínicas, bromatológicas e Toxicológicas da Faculdade de Farmácia e Odontologia de Ribeirão Preto - USP, Brasil). *Rev. Farm. Bioquim. Universidade de São Paulo*, 14: 241-254, 1976.

The authors showed that the colorimetric methods used to effect aminoacidopathies screening are inadequate and unspecific. The thin-layer chromatography was chosen to effect such screening and the authors showed the incidence in newborns of some amino acid metabolism abnormalities. 17 Ref.

Influencia da taxa de lactose na fixação óssea do cálcio - Estudo em ratos. L. C. Guedes de Miranda and M. A. Pourchet Campos (Faculdade de Ciências Farma-

céuticas da Universidade de São Paulo, 14: 195-222, Sao Paulo, Brasil). Rev. Farm. Bioquim. Universidade de São Paulo, 14: 195-222, 1976.

This investigation was performed to study the effect of lactose on the fixation of calcium in bones of rats. Lactose 3^o/o and 10^o/o concentration was used and the action was compared to that obtained by 67 U. I. of vitamin D in 100 g diet. The data obtained indicated very definitely that the presence of lactose in the diet favorably influences the fixation of Ca in bone, when the amount is of 10^o/o; at 3^o/o concentration lactose does not seem to influence Ca fixation in bone. 41 Ref.

Isolamento de proteínas em água de coco. D. M. Birosel, V. de Oliveira Ferro, I. B. Holcberg and A. C. Pitelli (Departamento de Tecnologia Bioquímico-Farmacéutica da Faculdade de Ciências Farmacéuticas da Universidade de São Paulo, Brasil). Rev. Farm. Bioquím. Universidade de São Paulo, 14: 35-42, 1976.

The isolation of protein fractions in coconut water was achieved by precipitation with controlled pH variation obtaining three isolates at pH 8.5, 10.5, and 11.5.

By comparing each of these

isolates with proteins of coconut milk, a similarity between properties of the first two isolates of the water - pH 8.5, 10.5 - and those of coconut serum proteins - glutelin and prolamin was observed. The third isolate is entirely absent from the milk, when coconut water is not used in the second pressing to obtain the milk. 8 Ref.

Soro de leite como substrato para obtenção de levedura comestível. N. Nascimento Terra (Universidade Federal de Santa Maria, R. S., Brasil). Rev. Farm. Bioquim. Universidade de São Paulo, 14: 55-68, 1976.

Using a fermentative process of whey through *Kluyveromyces fragilis*. Jörgensen the author, prepared two edible products:

Biomass I (yeast) and Biomass II (yeast plus protein of whey).

Biomass I offered 53^o/o of protein, and the yield was 22.3 g/l whey. Biomass II, 62^o/o of protein and yield of 27.7 g/l whey.

The test of food efficiency for Biomass II was similar to that presented by casein; the protein efficiency ratio at the level of 5^o/o was the same, both for Biomass I and II.

More research is needed specially to determine the economical convenience of the process. 27 Ref.

Absorção de ferro na desnutrição protéica — Estudo ex-

perimental. A. L. Gonçalves, L. G. Faggioni, S. M. Jorge, J. A. Granzotti, N. Iazigi and J. R. Santoro (Setor de Pediatria da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, USP, Brasil). *Arq. Gastroent.*, Sao Paulo, 14: 37-40, 1977.

Utilizando aparelho "contador de corpo inteiro" para animais de pequeno porte, os autores estudaram a absorção de ferro em ratos jovens alimentados com dieta sem proteína ou com 10% de caseína durante 20 días; observaram que os ratos do primeiro grupo retiveram 22% do ^{59}Fe administrado por sonda orogástrica, enquanto que os alimentados com 10% de proteína retiveram 67%, ou seja, três vezes mais.

A concentração de ferro nas células do segmento proximal do intestino delgado, medido por método bioquímico, foi maior no grupo de ratos alimentados com dieta sem proteína, cuja absorção foi menor, o que sugere que as células da mucosa intestinal dos animais desnutridos conservam sua capacidade de regular a absorção de ferro, a despeito da desnutrição. 17 Ref.

CHILE

The revival of the lupin. J. M. Aguilera and A. Trier. (Instituto de Investigaciones Tecnológicas INTEC-CHILE,

Santiago). *Food Technol.*, 32: 70-76, 1978.

Se proporcionan referencias del cultivo, usos y principales especies de lupinos (*L. albus*, *L. angustifolius*, *L. luteus* y *L. mutabilis*, esta última especie amarga llamada tarhui o chocho).

Se indican también en este artículo, las características y composición química de las semillas de las diferentes especies, encontrándose valores de proteína y aceite superiores a los de la soya. Entre los aminoácidos figuran como los primeros limitantes, los azufrados (metionina + cistina), seguidos de la valina y el triptofano. Igualmente, se presentan los patrones de ácidos grasos, datos sobre los principales carbohidratos y contenido de alcaloides y otros factores antinutricionales.

Por otra parte, se discuten los procesos tecnológicos utilizados con éxito y se hace hincapié sobre la necesidad de realizar mayor investigación sobre los alcaloides, aspectos antinutricionales, procesamiento y crecimiento de la planta. 40 Ref.

MEXICO

Valor hematocrito en la ciudad de México. B. R. Muñoz Bojalil, G. S. Díaz Mejía, E. J. Ortiz Rodríguez, D. Rodríguez Reynaga, y B. Garnica Villalpando (Hospiti-

tal de Enfermedades del Tórax, Centro Médico Nacional, I.M.S.S., Ingeniería Biomédica, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, México). *Rev. Méd. Inst. Mex. Seguro Soc.*, 16: 49-55, 1977.

Se revisaron las pruebas de la función respiratoria de más de 3,000 sujetos, y se seleccionaron las de 216 individuos (156 varones y 60 mujeres) que reunieron una serie de requisitos: residentes de la ciudad de México, cambios de altitud no mayores de cinco días en los cinco años previos al estudio, sin antecedentes de sangría, hemorragia o menstruación en las mujeres, y presión arterial normal. El total de sujetos se repartió en cuatro grupos según los datos espirométricos, y quedaron así: grupo 1, sanos o normales, 47 sujetos; grupo 2, obstructivos, 57 sujetos; grupo 3, restrictivos, 44 sujetos y grupo 4, mixtos (obstrucción y restricción), 68 sujetos. Se presentan los resultados promedio y las desviaciones estándar de cada uno de los grupos, con respecto a edad, estatura, peso y superficie corporal, así como datos de "ventilación pulmonar", volumen por minuto expresado en litros/m² de superficie corporal, frecuencia respiratoria y relación entre espacio muerto y aire corriente: datos de "intercambio gaseoso" (PaO₂ y pH); por último, valor hematocrito. Se compararon los resultados promedio de cada uno de

los grupos y destacó que PaO₂, PaCO₂ y pH eran diferentes pero el valor hematocrito era semejante. Se efectuó correlación lineal simple de los datos del intercambio gaseoso (PaO₂, PaCO₂ y pH) con el valor hematocrito de todos los sujetos, o resultado global, y se encontró que PaO₂ y pH tienen correlación con tendencia lineal negativa con el valor hematocrito, mientras que la PaCO₂ tiene tendencia lineal positiva con éste. También se encontró correlación entre la PaO₂ y la PaCO₂, que resultó ser negativa.

Según los resultados, los sujetos que viven a 2,240 metros de altitud sobre el nivel del mar, comparados con los residentes del nivel del mar, tienen hipoxemia, hipocapnia e hipobasemia a pH de 7.41, por lo cual los autores suponen que el aumento en la cantidad de eritrocitos que se observa en la altitud podría ser causado por un factor respiratorio (hipoxemia) y un factor metabólico (hipobasemia). Los autores terminan por aceptar que una de las funciones del eritrocito es la de transportar los gases respiratorios, pero que no es la única función y, probablemente, no la principal. 19 Ref.

Efecto de diversos factores ambientales en el crecimiento y el desarrollo del niño. J. Larracilla Alegre, A. Juárez Fraustro y R. González Salinas. (Servicio de Lactantes del Hospital de Pediatría del Centro Médico Na-

**cional, I.M.S.S., México).
Rev. Méd. Inst. Mex. Seguro
Soc., 16: 17-20, 1977.**

Se hacen consideraciones respecto a la influencia que los factores ambientales (extrínsecos) tienen en el crecimiento y desarrollo normal del niño. Se analizan 60 pacientes internados en el Hospital de Pediatría del Centro Médico Nacional del I.M.S.S., y se trata de correlacionar estos factores con las alteraciones importantes que presentaron en su crecimiento y desarrollo, con énfasis tanto en la desnutrición como en la infección.

Se valora el caso de un paciente en el que estas alteraciones fueron muy graves, pudiéndose correlacionar con diferentes factores sociales, económicos y culturales. Se considera que es imperiosa la modificación favorable de los factores ambientales para que el niño goce de su derecho inalienable a la salud y pueda disfrutar al máximo de su potencial genético y neuroendocrino. 43 Ref.

Determination of net protein utilization using whole carcass, hind leg or liver of the rat and its relationship with protein efficiency ratio determination. A. Sotelo-López and B. Lucas-Florentino. (Sección de Bromatología, División de Bioquímica, Subjefatura de Investigación

Básica, Instituto Mexicano del Seguro Social, México, D.F.). J. Nutrition, 108: 61-66, 1978.

Experiments were conducted to test the simplified NPU method designed by Lachance and Miller with diets of different protein quality and to determine the NPU using the liver nitrogen concentration instead of that in the hind limb. The NPU determination was done after 10- and 21-day periods instead of a 28-day period. The second part of the study was the analysis of the relationship between NPU and PER done with the same rats. The NPU calculated from whole carcass nitrogen concentration showed a high correlation with the NPU calculated from the nitrogen concentration in the leg ($r = 0.990$) and also with the NPU calculated from the liver nitrogen concentration. The Tukey's "t" test showed that in the 10-day experiment discrimination between the effect of the different diets upon NPU was not as good as was the case at 21 days. However, the NPU values at 10 days were in the same sequence as those at 21 days. For practical purposes it is more reliable and easier to perform the NPU determination using the liver instead of the whole carcass or leg. The statistical analysis of the PER and NPU showed the same discriminating value when the diets were isoenergetic. 12 Ref.

NUEVOS LIBROS

Programas de Nutrición en los Servicios Descentralizados de Salud en América Central. J. Aranda-Pastor y B. Breuer, Editores. Guatemala, INCAP, 1978, 204 pág.

Este volumen reúne los trabajos presentados, los documentos elaborados por los grupos de trabajo y las conclusiones y recomendaciones que aprobó el *Seminario Subregional para América Latina*, que con el mismo nombre del libro que arriba se cita, tuvo verificativo en la sede del INCAP, Guatemala, en noviembre de 1975. Básicamente cubre los aspectos fundamentales de los tres temas tratados en el Seminario: "Planificación de las Actividades de Nutrición a Nivel de los Servicios Descentralizados de Salud (Nivel Regional)", presentándose aspectos conceptuales y el desarrollo del proceso en dos países centroamericanos; "Papel y Funciones de los Departamentos de Nutrición de los Ministerios de Salud en los Servicios Descentralizados de Salud Pública", que cubre la discusión del enfoque pragmático que deben tener estos Departamentos, y su funcionamiento en dos países, y "Programas de Alimentación Complementaria", en el que se exponen los enfoques utilizados en países industrializados y en vías de desarrollo así como las experiencias en otros dos países del Istmo Centroamericano.

La publicación puede ser de interés para los profesionales vinculados con los problemas prácticos de salud y nutrición en América Latina, ya que la misma contiene ideas útiles y aplicables a nuestra realidad, a través de ponencias completas presentadas por los diferentes autores.

NOTAS

FIFTH INTERNATIONAL CONGRESS OF FOOD SCIENCE & TECHNOLOGY

Kyoto, Japan, September 17-22, 1978

Este interesante Congreso, cuyo tema central fue el de "Disponibilidad y Calidad de Alimentos a Través de la Tecnología y la Ciencia", fue auspiciado conjuntamente por la Unión Internacional de Ciencias y Tecnología de Alimentos, cuyo Presidente es el Dr. John Hawthorn; el Consejo de Ciencias del Japón, y la Asociación Japonesa para la Promoción de la Ciencia.

Con nutrida participación de todos los interesados en estos campos, los propósitos del Congreso fueron: 1. Promover el intercambio internacional de ideas y experiencia en estas disciplinas científicas y en la tecnología relacionada con la producción, procesamiento, distribución, conservación y utilización de alimentos y temas afines. 2. Englobar y llamar la atención pública hacia los principales progresos logrados en el campo de la ciencia y tecnología de alimentos desde el Congreso previo, y 3. Proporcionar la oportunidad de entablar nuevas relaciones y un intercambio productivo de ideas, obtener estímulo para trabajos futuros e incrementar la colaboración, a nivel mundial, sobre tópicos de gran importancia.

El amplio programa de actividades se desarrolló mediante sesiones plenarias y subplenarias, así como sesiones de presentaciones de trabajos y reuniones en mesa redonda.

Las sesiones plenarias de apertura y de clausura del Congreso, estuvieron dedicadas a una amplia evaluación de los papeles presentes y futuros que la ciencia y tecnología de los alimentos está llamada a desempeñar en la solución de los problemas alimenticios mundiales. Autoridades de reconocimiento internacional pronunciaron sendos discursos con respecto a este tema tan urgente que hoy encara la humanidad.

POR CORTESIA DE:

Savooy

INDUSTRIAS SAVOY C. A
APARTADO 1287 ZONA 101
CARACAS - VENEZUELA

**Este libro se terminó de imprimir
en los Talleres Gráficos del INCAP,
Guatemala, C. A., el 20 de diciembre de 1978**

SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION (SLAN)

La Sociedad Latinoamericana de Nutrición (SLAN) fue creada el 10 de noviembre de 1965 en ocasión de celebrarse el Primer Congreso de Nutrición del Hemisferio Occidental. La actual Junta Directiva de la SLAN está constituida por los siguientes miembros:

Dr. Werner G. Jaffé — Presidente
Dr. Héctor Bourges — Vicepresidente
Dra. Margot Moya de Medina — Secretaria
Lic. Nut. Elvira de Ramírez — Tesorero
Dr. Nelson de Souza — Vocal
Dr. Carlos Payva Carbajal — Vocal
Dr. Enrique Yáñez — Vocal
Lic. Edith Valentín — Vocal
Dr. Juan Adolfo Aguilar — Vocal
Dr. Leonardo Sinisterra — Vocal
(Junta Directiva 1977-78)

Dirección actual hasta el 31 de diciembre de 1978:
c/o Instituto Nacional de Nutrición — Apartado 2049
Caracas — Venezuela

DIRECTORIO DE ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

Integrado por los Miembros de la Junta Directiva de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición
Editor General: Dr. Ricardo Bressani
Editores Asociados: Dr. J. Edgar Braham
Dr. Guillermo Arroyave
Dr. José Aranda-Pastor

MIEMBROS DEL CUERPO EDITORIAL — PERIODO 1977—1978

Dr. Jaime Ariza
Dr. Juan Rodolfo Aguilar
Dr. Conrado F. Asenjo
Dr. Jorge Alvarado
Dr. Antonio Bacigalupo
Dr. Francisco Beas
Dr. Moisés Béhar
Dr. José María Bengoa
Dr. J. Edgar Braham
Dr. Ricardo Bressani
Dr. Alvaro Oscar Campana
Dra. Marta Cancio de Toro
Dr. Nelson de Souza
Dr. Adolfo Chávez
Dr. Nelson Chaves
Dr. Eugenio Chacón Nieto
Dr. Eric Cruickshank
Dr. Carlos Hernán Daza
Dr. Mario Desio de la Vega
Dr. Francisco de Venanzi
Dr. J. E. Dutra de Oliveira
Dr. Luiz G. Elías
Dr. Rafael Enderica Vélez
Dr. Nelson A. Fernández
Lic. Marina Flores
Dr. Silvestre Frenk

Dr. Eduardo González Jiménez
Dr. Alberto Guzmán Barrón
Dr. Miguel Guzmán F.
Dr. Alfredo Lam Sánchez
Dr. Miguel Layrisse
Dr. Aaron Lechtig
Dr. Reynaldo Martorell
Dr. Leonardo J. Mata
Dr. Fernando Monckeberg
Dr. Carlos Pérez H.
Dr. Emilio Picón Reategui
Dr. Oscar Pineda
Dra. M. Pita M. de Portela
Dr. Alberto Pradilla
Dr. M. Raphael Divo
Dra. María E. Sambucetti
Dr. Roberto Schneider
Dr. Juan Claudio Sanahuja
Dra. Esther Seijo de Zayas
Dr. Leonardo Sinisterra
Dr. Carlos Tejada
Dr. Juan J. Urrutia
Dra. Mirta E. Valencia
Dr. Enio C. Vieira
Dr. Fernando Viteri
Dr. Enrique Yáñez

ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

ORGANO OFICIAL DE LA
SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION

VOL. XXVIII

SEPTIEMBRE 1978

No.3

CONTENIDO

| | |
|--|-----|
| EDITORIAL | 247 |
| TRABAJOS DE INVESTIGACION | |
| Evaluación química y biológica de la quinoa (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd). Influencia de la extracción de las saponinas por tratamiento térmico. — Mario L. Tellería Ríos, Valdemiro C. Sgarbieri y Jaime Amaya-F. | 253 |
| Cambios en la composición corporal durante la preñez en ratas con desnutrición calórico-proteica. I. Efecto sobre el crecimiento y la composición corporal fetal. — Julia Araya, Gloria Vera, Manuel Ruz y José Zamora .. | 264 |
| El factor nutricional en el crecimiento y desarrollo de niños de 0 a 6 años: metodología de un estudio longitudinal. — Lita Villalón y Michelle Brault-Dubuc. | 289 |
| El uso de pruebas basadas en el análisis del aire espirado, en estudios nutricionales. — Noel W. Solomons, Roberto E. Schneider, Roberto García Ibáñez, Oscar Pineda y Fernando E. Viteri, con la colaboración de Eduardo Lizarralde, Dale Schoeller, Peter Klein, Irwin H. Rosenberg y Doris Calloway | 301 |
| Comparación del índice de balance de nitrógeno de tres proteínas calculado de períodos de balance de nitrógeno diarios o de 4 días. — Ricardo Bressani, Luiz G. Elías, José Olivares y Delia A. Navarrete. | 318 |
| GRUPO PERMANENTE DE TRABAJO DE LA SLAN EN SISTEMAS DE VIGILANCIA ALIMENTARIA-NUTRICIONAL | 337 |
| BIBLIOGRAFIA LATINOAMERICANA | 343 |
| NUEVOS LIBROS | 349 |
| NOTAS | 351 |