

**Volumen 51. N° 1. Marzo 2001**

# ALAN

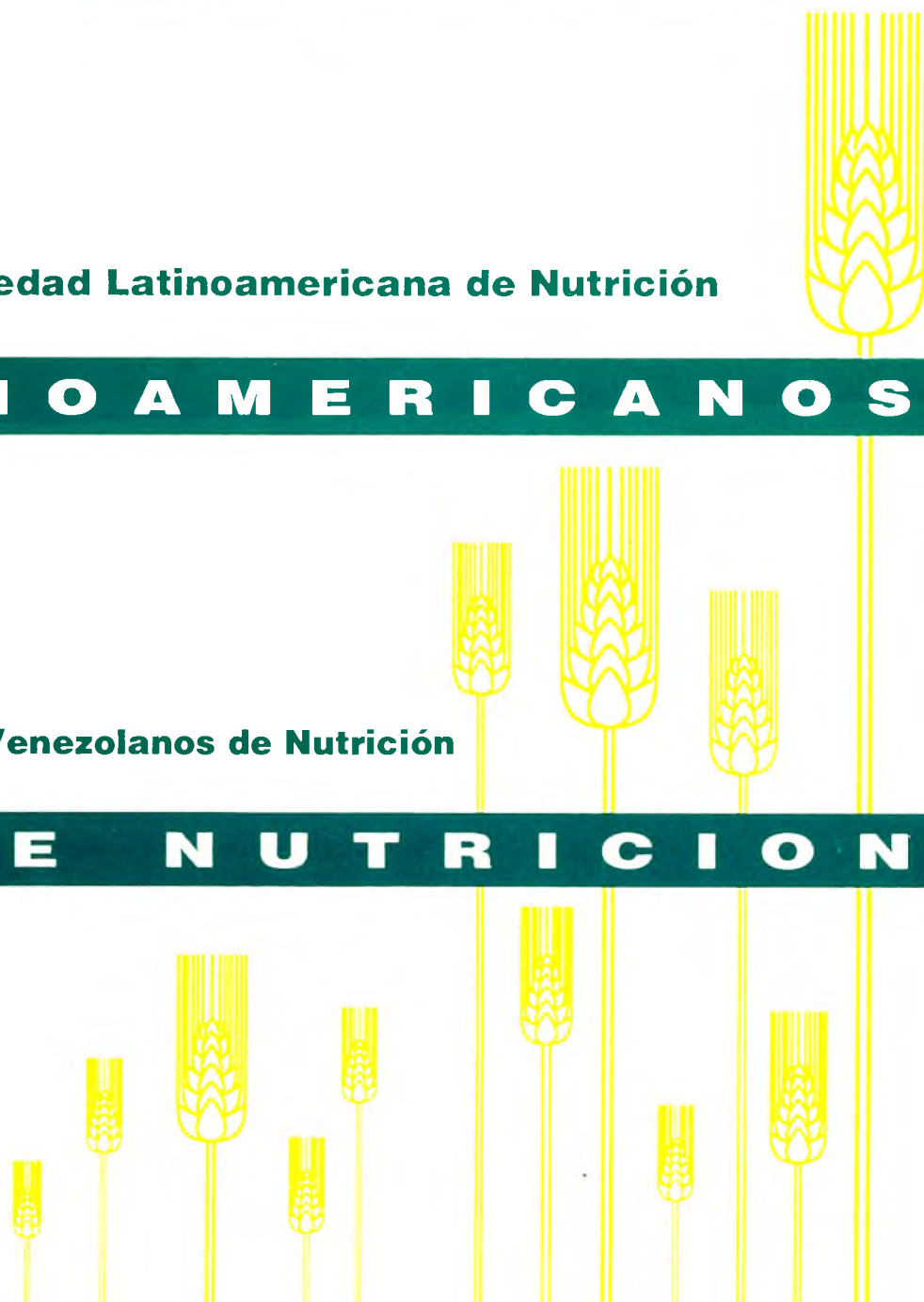
**A R C H I V O S**

**Organo Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición**

**L A T I N O A M E R I C A N O S**

**Continuación de Archivos Venezolanos de Nutrición**

**D E N U T R I C I O N**




*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 acogen manuscritos en español, inglés, portugués y francés, tanto de miembros como de aquellos 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*).

*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*).

**Dirección: Archivos Latinoamericanos de Nutrición**

Apartado 62.778. Chacao.  
Caracas 1060. Venezuela, S.A.  
Fax (58.212) 286.00.61

**ENTIDADES PATROCINANTES**

- **Fundación para la Alimentación y Nutrición "José María Bengoa"**  
Caracas, Venezuela
- **Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP)**  
Guatemala, Guatemala C.A.
- **INSTITUTO NACIONAL DE NUTRICION.** Venezuela
- **CONICIT.** Venezuela
- **Hellogg's** América Latina
-  **PRODUCTOS ROCHE,** América Latina
- **Fundación POLAR**
- **Protein Technologies International**  
Caracas, Venezuela
- **Centro de Atención Nutricional Infantil Antímano. CANIA**
- **Alimentos LE BISCUIT C.A.**
- **PARMALAT de Venezuela**
- **BASF Venezolana S.A.**
- **Cadipro Milk Products, C.A.**
- **ADM Protein Specialties**

ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION se complace en destacar y agradecer el apoyo económico recibido del CONICIT para la edición sostenida de la revista.  
Bajo la responsabilidad del Capítulo Venezolano de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición.

# Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Organo Oficial de la  
Sociedad Latinoamericana de Nutrición

---

VOL 51

MARZO 2001

Nº 1

---

## Contenido

	Paginas
<b>EDITORIAL</b> .....	5
<b>ARTICULOS GENERALES</b>	
<b>Enfoque alimentario para mejorar la adecuación nutricional de vitaminas y minerales</b> María-Teresa Oyarzún, Ricardo Uauy y Sonia Olivares .....	7
<b>TRABAJOS DE INVESTIGACION</b>	
<b>Nutrición Humana</b>	
<b>Prevalencia de las anemias nutricionales de mujeres en edad fértil. Costa Rica. Encuesta nacional de nutrición, 1996</b> Sara Rodríguez, Adriana Blanco, Louella Cunningham, Melany Ascencio, Mario Chávez, Leda Muñoz .....	19
<b>Prevalencia de deficiencia subclínica de vitamina A y desnutrición en niños marginales de Maracaibo - Venezuela</b> Haydée V. Castejón, Pablo Ortega, María E. Díaz, Daisy Amaya, Gisela Gómez, María Ramos, María V. Alvarado, Jesús R. Urrieta .....	25
<b>Niveles de zinc en leche humana de término y pretérmino</b> Ronayne de Ferrer P.A., Weisstaub A., López N., Ceriani Cernadas J.M. ....	33
<b>Prevalencia de anemia, deficiencia de hierro y folatos en niños menores de siete años. Costa Rica, 1996</b> Louella Cunningham, Adriana Blanco, Sara Rodríguez, Melany Ascencio.....	37

<b>Association between prematurity and maternal anemia in Venezuelan pregnant women during third trimester at labor</b> Arturo Martí, Guiomar Peña-Martí, Sergio Muñoz, Fernando Lanas, Gabriela Comunian .....	44
<b>Comparação da gordura corporal de mulheres idosas segundo antropometria, bioimpedância e dexa</b> Aline Rodrigues Barbosa, Maria Santarém, Wilson Jacob Filho, Eduardo Souza Meirelles, José Maria de Fátima Nunes Marucci .....	49
<b>Nutrición Experimental</b>	
<b>Influencia del desayuno sobre la función cognoscitiva de escolares de una zona urbana de Valencia, Venezuela</b> Mercedes Márquez Acosta, Rosalía Sutil de Naranjo, Carmen E Rivas de Yépez, Manuel Rincón Silva, Marysabel Torres, Rafael Dario Yépez, Zulay Portillo .....	57
<b>Algunas consideraciones sobre el impacto de la desnutrición en el desarrollo cerebral, inteligencia y rendimiento escolar</b> Boris Leiva Plaza, Nelida Inzunza Brito, Hernán Pérez Torrejón, Veronica Castro Gloor, Joan Manuel Jansana Medina, Triana Toro Díaz, Atilio Almagiá Flores, Arturo Navarro Díaz, María Soledad Urrutia Cáceres, Jorge Cervilla Oltremari, Daniza Ivanovic Marincovich .....	64
<b>Bioquímica Nutricional</b>	
<b>Uso de uma mistura alimentar contendo bioproteínas (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>): efeitos sobre a gestação, a lactação e o crescimento de ratos</b> Silvana Ribeiro Passos de Oliveira, Francisca Martins Bion, Silvia Maria Limongi Lopes, Anastácia Cavalcanti Métri .....	72
<b>Consumo de Alimentos</b>	
<b>Fruits and vegetables consumption among Costa Rican adolescents</b> Rafael Monge Rojas .....	81
<b>Ciencia de Alimentos</b>	
<b>Características de cocción por nixtamalización de once variedades de maíz</b> Ana Cristina Billeb de Sinibaldi y Ricardo Bressani.....	86
<b>Discrimination of Brazilian arabica green coffee samples by chlorogenic acid composition</b> R.F.A. Moreira, L.C. Trugo, C.A.B. de Maria, A.G.B. Matos, S.M. Santos & J.M.C. Leite .....	95
<b>Development and sensory evaluation of soy milk based yoghurt</b> C. S. Fávoro Trindade, Terzi, S. C., L.C. Trugo, R. C. Della Modesta, S. Couri.....	100
<b>LatinFoods. Composición de Alimentos</b>	
<b>Contenido de cromo en alimentos y estimación de su ingestión dietaria en el noroeste de México</b> María Isabel Grijalva Haro, Martha Nydia Ballesteros Vázquez y Rosa María Cabrera Pacheco .....	105
<b>NOTAS</b> .....	111

# Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Official Publication of the  
Latin American Society of Nutrition

---

VOL 51

MARCH 2001

Nº 1

---

## Contents

	Pages
EDITORIAL .....	5
<b>GENERAL ARTICLES</b>	
<b>Food based approaches to improve vitamin and mineral nutritional adequacy</b> María-Teresa Oyarzún, Ricardo Uauy y Sonia Olivares .....	7
<b>RESEARCH PAPERS</b>	
<b>Human Nutrition</b>	
<b>Prevalence of nutritional anemia in women of reproductive age. Costa Rica.</b> <b>National Nutrition Survey, 1996</b> Sara Rodríguez, Adriana Blanco, Louella Cunningham, Melany Ascencio, Mario Chávez, Leda Muñoz .....	19
<b>Prevalence of sub-clinical vitamin A deficiency and malnutrition in slum children in Maracaibo-Venezuela</b> Haydée V. Castejón, Pablo Ortega, María E. Díaz, Daisy Amaya, Gisela Gómez, María Ramos, María V. Alvarado, Jesús R. Urrieta .....	25
<b>Zinc levels in term and preterm milk</b> Ronayne de Ferrer P.A., Weisstaub A., López N., Ceriani Cernadas J.M. ....	33

<b>Prevalence of anemia, iron deficiency and folate in children smaller than seven years. Costa Rica, 1996</b> Louella Cunningham, Adriana Blanco, Sara Rodríguez, Melany Ascencio.....	37
<b>Association between prematurity and maternal anemia in Venezuelan pregnant women during third trimester at labor</b> Arturo Martí, Guiomar Peña-Martí, Sergio Muñoz, Fernando Lánas, Gabriela Comunian.....	44
<b>Comparison of body fat using anthropometry, bioelectrical impedance and DEXA in elderly women</b> Aline Rodrigues Barbosa, Maria Santarém, Wilson Jacob Filho, Eduardo Souza Meirelles, José Maria de Fátima Nunes Marucci.....	49
<b>Experimental Nutrition</b>	
<b>Breakfast influence on cognitive functions of children from an urban area, Valencia, Venezuela</b> Mercedes Márquez Acosta, Rosalía Sutil de Naranjo, Carmen E Rivas de Yépez, Manuel Rincón Silva, Marysabel Torres, Rafael Dario Yépez, Zulay Portillo .....	57
<b>Some considerations related to the impact of undernutrition on brain development, intelligence and scholastic achievement</b> Boris Leiva Plaza, Nelida Inzunza Brito, Hernán Pérez Torrejón, Veronica Castro Gloor, Joan Mañuel Jansana Medina, Triana Toro Díaz, Atilio Almagiá Flores, Arturo Navarro Díaz, María Soledad Urrutia Cáceres, Jorge Cervilla Oltremari, Daniza Ivanovic Marincovich .....	64
<b>Nutritional Biochemistry</b>	
<b>Use of a diet containing yeast protein (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>): effects upon pregnancy, lactation and the development of rats</b> Silvana Ribeiro Passos de Oliveira, Francisca Martins Bion, Silvia Maria Limongi Lopes, Anastácia Cavalcanti Metri.....	72
<b>Food Consumption</b>	
<b>Fruits and vegetables consumption among Costa Rican adolescents</b> Rafael Monge Rojas .....	81
<b>Food Science</b>	
<b>Nixtamalization cooking characteristics of 11 maize varieties</b> Ana Cristina Billeb de Sinibaldi y Ricardo Bressani.....	86
<b>Discrimination of Brazilian arabica green coffee samples by chlorogenic acid composition</b> R.F.A. Moreira, L.C. Trugo, C.A.B. de Maria, A.G.B. Matos, S.M. Santos & J.M.C. Leite .....	95
<b>Development and sensory evaluation of soy milk based yoghurt</b> C. S. Fávaro Trindade, Terzi, S. C., L.C. Trugo, R. C. Della Modesta, S. Couri .....	100
<b>Latin Foods. Food Composition</b>	
<b>Chromium content in foods and dietary intake estimation in the Northwest of Mexico</b> María Isabel Grijalva Haro, Martha Nydia Ballesteros Vázquez y Rosa María Cabrera Pacheco .....	105
<b>NOTES</b> .....	111

## EDITORIAL

Con esta entrega – Volumen 51, Nº 1, Marzo 2001 – nuestra revista da su primer paso para ingresar al Siglo XXI, manteniendo ininterrumpida publicación desde su inicio en 1950 bajo la denominación de Archivos Venezolanos de Nutrición y posteriormente en 1965, cuando se constituye en el órgano oficial de divulgación de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición, SLAN, como **Archivos Latinoamericanos de Nutrición, ALAN**.

La sostenibilidad, prestigio y excelencia de **ALAN** es dependiente en gran parte – ya lo hemos dicho en anteriores oportunidades – del esfuerzo y tiempo de su Comité Editorial y de los Revisores. Particularmente **ALAN** desea expresar su agradecimiento a Eva Hertrampf del INTA y a Magda Fischer del INCAP, por su continuo y eficiente trabajo en la recepción y distribución de manuscritos en revisión. De igual manera **ALAN** se complace en nombrar a los Revisores y hacer así, público reconocimiento por su labor tesonera en el 2000.

Oscar Alarcón C,  
Hilda Alonso V.  
Juan de Dios Alvarado  
Hugo Amigo A.  
Ofelia Angulo Guerrero  
María Laura Arias E.  
Eduardo Atalah S.  
Venezuela Azabache  
María E. Bastos de Siquiera  
Cesar I. Beristain G.  
Odilia Bermúdez  
Ligia O. De Bertorelli  
Ricardo Bressani  
Oscar Brunser  
Jesús Bulux  
Daniel Bunout  
Roberto Carlo Burini  
Ana M. Calderon de la Barca  
Norma de Castro  
María I. Castro González  
Sara J. Closa  
Carmen Cuevas  
Louella Cunningham  
Nagila Damasceno  
Elizabeth Dini G.  
Juan Ignacio Egaña  
Isvelia Espinosa  
Silvia Esteveo Belchior  
Ana María Estevez  
Patricia R. de Ferrer  
Magda Fischer  
Elizabeth Fujimori  
Paulo Rogerio Gallo

María N. García Casal  
Eglis González G.  
María A. González Stager  
Isable Goñi  
Marisa Guerra M.  
Gladys Henriquez P.  
Pilar Hernández S.  
Eva Hertrampf  
Patricio Hevia O.  
Pedro Izquierdo C.  
Franco M. Lajolo  
Miguel Layrisse  
Gines López Martínez  
Luis López Valladares  
Mariane Lutz  
Julio Sergio Marchini  
Mercedes Márquez A.  
Reynaldo Martorell  
Félix Millan T.  
Rafael Monge R.  
Josefina Morales de León  
Saul S. Morris  
Manuel Olivares  
Elizabeth de Oliveira  
Rosa María Ortega A.  
Ana Pacin  
Fany C. de Padilla  
María Concepción Páez  
Ingrid R. de Paoli  
Nelda M. de Parada  
Emma W. de Penna  
Ma. Pía de la Meza

María L. Pita M. de Portela  
Valentina Porta  
Myriam Puig A.  
Alicia M. Rincon  
Nalda Romero P.  
Gaspar Ros B.  
Manuel Ruz  
María Elena Sambucetti  
Aleida Sandoval  
Elba Sangronis  
Hugo Diego Sánchez  
Tosca Scorza  
Ricardo Simpson  
Liseti Solano R.  
Noel W. Solomons  
Nilson Evélazio de Souza  
Julio Tirapegui T.  
Coromoto M. de Tomei  
Triana A. Toro Diaz  
Alexia Torres  
Luiz C. Trugo  
Mauro Valencia J.  
Mirta E. Valencia  
Helio Vannucchi  
Mario Villarroel T.  
Consuelo A. de Vizcarrondo  
Tomas Walter  
José Weisinger  
Dorothy Wilson  
Carolyn Jane Wyatt  
Enrique Yañez Soto

*José Félix Chávez P.*



## Enfoque alimentario para mejorar la adecuación nutricional de vitaminas y minerales

*María-Teresa Oyarzún, Ricardo Uauy y Sonia Olivares*

Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA), Universidad de Chile. Santiago-Chile

**RESUMEN.** Usando como base la densidad de nutrientes y los planteamientos de las guías alimentarias basadas en alimentos (gaba), se explora la adecuación nutricional de patrones alimentarios constituidos por los alimentos básicos más relevantes en el ámbito mundial - maíz, trigo, arroz y papa. se analiza la adecuación nutricional de las vitaminas a, c y folatos y de los minerales hierro, zinc y calcio de dietas cuyo componente básico es uno de estos cereales o tubérculo. a través de la incorporación de alimentos ricos en vitaminas y minerales se explora, en base a la información sobre composición de alimentos, alternativas para mejorar la adecuación nutricional de estas dietas y cubrir las necesidades del grupo familiar. este ejercicio demuestra que la diversificación de la dieta, con cantidades relativamente pequeñas (27 a 70 g) de alimentos como frutas, verduras, legumbres y carnes permite mejorar substancialmente el aporte nutricional de vitamina a, vitamina c, folatos, hierro y zinc de las dietas estudiadas. para el caso del calcio, se corrobora que la incorporación de un lácteo es fundamental. llevar a la práctica con éxito este enfoque en base a alimentos requiere de un compromiso a nivel de país para fomentar la producción de alimentos con elevado aporte de nutrientes y educar sobre la importancia de la biodisponibilidad de los mismos, para aprovechar los alimentos en todo su potencial. paralelamente, se reconoce la necesidad de programas de fortificación para aquellos micronutrientes críticos, cuyas necesidades pueden sobrepasar el real potencial nutricional de los alimentos disponibles. una situación similar ocurre en el caso de grupos vulnerables como mujeres embarazadas e infantes, los cuales requieren de suplementación para asegurar la adecuación nutricional de sus dietas. se concluye que las gaba representan una buena alternativa para mejorar la adecuación nutricional de dietas que siguen basándose en un ingrediente principal, siendo también la fortificación de alimentos y suplementación dirigida a los grupos vulnerables, prácticas necesarias y complementarias a la implementación de las gaba.

**Palabras clave:** GABA, alimentos básicos, diversidad de alimentos, densidad de nutrientes, biodisponibilidad de nutrientes, adecuación nutricional.

**SUMMARY.** Food based approaches to improve vitamin and mineral nutritional adequacy. This paper, using the nutrient density concept and the development of Food-Based Dietary Guidelines (FBDG), explores the nutritional adequacy of food patterns based on the main staples around the world –maize, wheat, rice and potato. The nutritional adequacy of the vitamins A, C, folates and the minerals iron, zinc and calcium in diets composed by these staples is analyzed. Projected diets modified by the addition of foods high in vitamins and minerals, based on food table composition information, are analyzed for changes in nutritional adequacy, in order to cover the nutritional requirements of all family members. This theoretical exercise shows that diets diversified by the addition of relatively small quantities (27 – 70 g) of foods like fruits, vegetables, legumes and meat improve substantially the nutritional adequacy of the vitamins A, C, folates, iron and zinc. In the case of calcium, the addition of a dairy source becomes essential. From the practical point of view, the implementation of the food based approach requires a national effort in order to support the production of nutrient rich foods and to promote consciousness of nutrient bioavailability, so that people may obtain all nutrient potential from foods. Simultaneously, the need of fortification programs at the national level is recognized. This is the case for critical nutrients, where requirements might be above the potential in available foods. A similar situation occurs in the case of vulnerable groups like pregnant women and infants, who need supplementation to ensure nutritional adequacy of their diets. In conclusion, the use of FBDG is a good alternative for improving the nutritional adequacy of diets based predominantly on staple foods. However, food fortification and supplementation programs directed to vulnerable groups are necessary and complementary practices to the FBDG implementation.

**Key words:** FBDG, staple foods, food diversity, nutrient density, bioavailability, nutritional adequacy.

### INTRODUCCION

La variación de los patrones alimentarios a través del tiempo, ha estado estrechamente vinculada a las prácticas agrícolas y a factores climáticos, ecológicos, culturales y socioeconómicos, los cuales son determinantes en la

disponibilidad de los alimentos. En la actualidad, cuando las personas tienen acceso a una cantidad y variedad suficiente de alimentos, muchos de estos patrones cubren o aún exceden las necesidades nutricionales de la mayoría de los individuos, excepto cuando existen condicionantes socioeconómicas que limitan la capacidad para producir y/o comprar alimentos o

debido a prácticas culturales, que restringen la selección de los mismos (1).

El propósito de este trabajo es explorar, a través de un ejercicio teórico, el efecto de la presencia de pequeñas cantidades de alimentos ricos en minerales y vitaminas en dietas constituidas principalmente por un alimento básico. Este estudio se encuentra dentro del marco de acción propuesto para el desarrollo e implementación de Guías Alimentarias Basadas en Alimentos (GABA) (2) y se centra en los cambios favorables que es posible lograr respecto de la adecuación nutricional de la dieta. Esta aproximación teórica tiene el objetivo de promover la diversidad de alimentos y de estimular alternativas de adecuación nutricional para grupos poblacionales desfavorecidos económicamente y por lo tanto, con problemas serios para lograr su seguridad alimentaria.

## METODOLOGIA

### Contexto teórico: Las Guías Alimentarias Basadas en Alimentos

Las Guías Alimentarias Basadas en Alimentos (GABA), representan una propuesta para alcanzar las metas nutricionales en una población determinada. El esquema de la Figura 1, representa el conjunto de factores a considerar en el desarrollo de las GABA (2). Este esquema representa en la parte superior los factores que inciden en la adecuación nutricional de la dieta y que constituyen la base para desarrollar las GABA de acuerdo a la realidad de una nación o grupo poblacional de interés. Es así como *la composición nutricional de los alimentos y del agua, la situación de salud y de enfermedades nutricionales prioritarias, la biodisponibilidad de los nutrientes presentes en los alimentos y la disponibilidad de estos últimos a nivel nacional*, son considerados y analizados para establecer las GABA.

En este contexto, la herramienta utilizada para evaluar la adecuación nutricional de la dieta es *la densidad de nutrientes*. El concepto *densidad de nutrientes* representa el aporte nutricional de un alimento con relación a su valor energético. Este es aplicado a la dieta total y se utiliza para expresar las ingestas requeridas de nutrientes (p. ej. proteínas), las ingestas deseables de nutrientes críticos (p. ej. ácido fólico) y las metas poblacionales (p.ej. sodio, grasas) (2). De esta forma, la adecuación nutricional de la dieta se estima como resultado del aporte nutricional del conjunto de alimentos que la componen y los nutrientes dejan de ser vistos en forma aislada, pasando a ser parte de los alimentos, que es lo que las personas tienen posibilidad de seleccionar.

Para complementar la evaluación de la adecuación nutricional de vitaminas y minerales de una dieta determinada, es imprescindible considerar, además de la densidad de nutrientes, la utilización biológica o

biodisponibilidad de los nutrientes presentes en los alimentos, lo cual está determinada por la forma como son consumidos y por el efecto potencial de las interacciones entre nutrientes ingeridos simultáneamente. La incorporación de este aspecto cualitativo al análisis, es una aproximación de carácter práctico a la evaluación de dietas de un grupo poblacional específico, incorporando aspectos como: el entorno ecológico; el análisis de los componentes de los alimentos (nutrientes o componentes bio activos), la forma como es consumido el alimento (cocido versus crudo), las formas más comunes de preparación y el análisis de las combinaciones de alimentos, de acuerdo a como se consumen a nivel de la comunidad (2-5).

La exitosa implementación de las GABA advierte la necesidad de una promoción coordinada de esfuerzos a nivel de la comunidad (6). Por una parte los alimentos nutricionalmente adecuados deben estar disponibles y ser accesibles a toda la comunidad, para lo cual es básica la producción de alimentos ricos en nutrientes, además de apoyar -la seguridad alimentaria a nivel del hogar -la promoción de salud y nutrición y -la implementación de educación nutricional a todo nivel. Una descripción de cuales son los principales aspectos a considerar para lograr este objetivo están en la base de la Figura 1.

### Selección de alimentos básicos

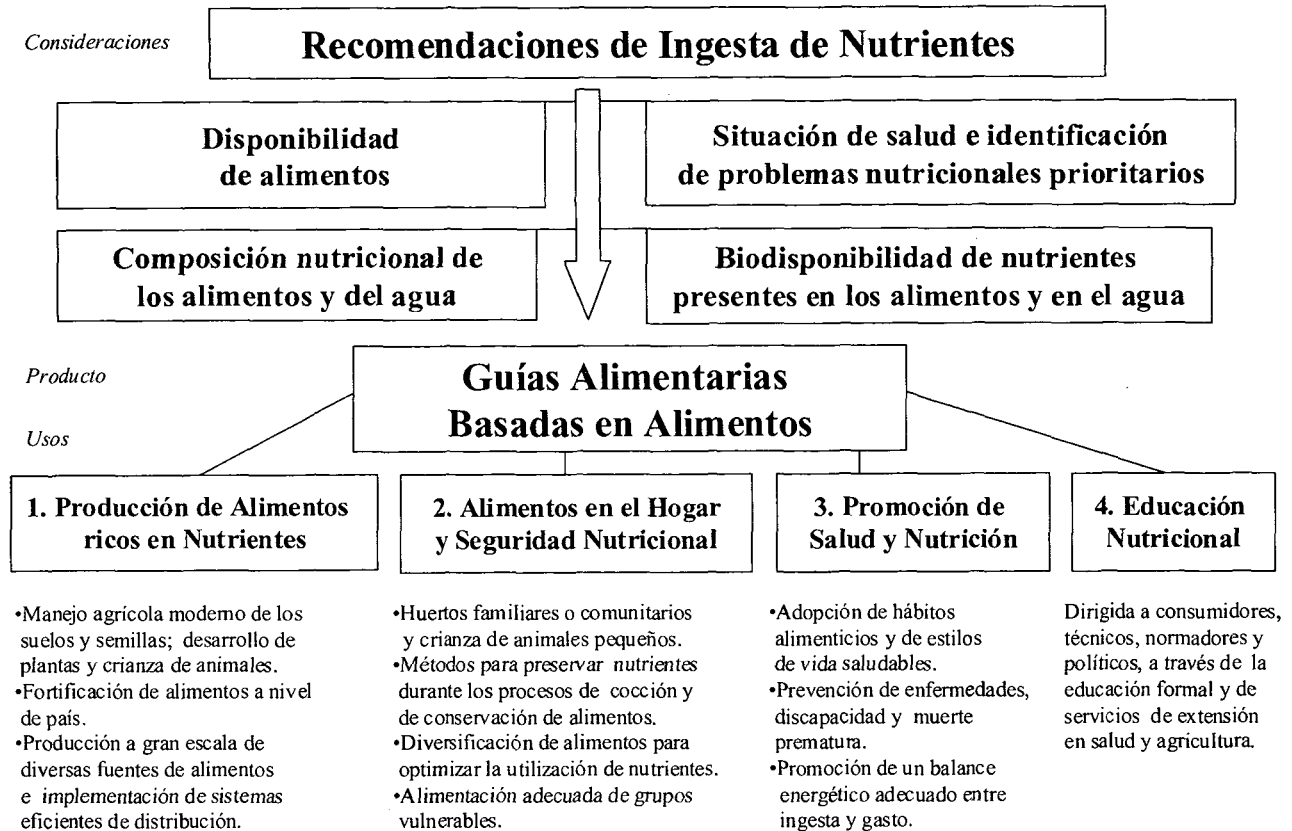
A nivel mundial, la mayor disponibilidad de alimentos está representada por: trigo, arroz, maíz y papas (7). Ante esta realidad, a continuación se explora la adecuación de patrones alimentarios, a partir de la presencia predominante en la dieta de estos cuatro alimentos básicos; para luego estudiar la variación en la adecuación nutricional de las dietas al incorporar alimentos ricos en vitaminas y minerales. Este ejercicio teórico se presenta con detalle en el caso de dos alimentos básicos comunes en la región: el maíz y el trigo.

### Análisis de la adecuación nutricional

La adecuación nutricional de las dietas en estudio se realiza a partir del análisis teórico de la densidad de nutrientes de las mismas. Para ello, se utiliza como referente las densidades de nutrientes por 1000 kcal publicadas por FAO/OMS en 1996, que se reproducen en la Tabla 1 de este trabajo (2). La evaluación de la adecuación de las dietas se centró en las vitaminas y minerales de mayor interés desde el punto de vista de salud pública, estos son: vitamina A, vitamina C, folatos, hierro, zinc y calcio. La estimación de la densidad de nutrientes aportados por los alimentos que conforman las dietas, se realiza a partir de la información obtenida del programa computacional Nutritionist IV, cuya base de datos sobre composición de alimentos es el Handbook N° 8 del USDA (8).

FIGURA 1

Desarrollo y uso de guías alimentarias basadas en alimentos a partir de recomendaciones de ingesta de nutrientes



Este análisis considera formas comestibles de los alimentos, específicamente: arroz blanco cocido en el caso del arroz; tortilla de maíz (obtenida por el método tradicional) en el caso del maíz; couscous refinado o pasta sin enriquecer en el caso del trigo; y papas cocidas sin piel en el caso de las papas. En el caso de todas las dietas, como fuente de materia grasa, se adiciona una porción normal de aceite vegetal (20-25 g/1000 kcal).

#### Diversificación de la dieta

La diversificación de cada dieta se realiza sustituyendo parte del alimento principal, por porciones de alimentos de bajo costo, pero con un buen aporte de nutrientes. Las porciones de cada alimento consideradas en este ejercicio representan lo que generalmente se consume durante un tiempo de comida o que es proporcionada por una bandeja de alimentos cuyo aporte energético total es de 1000 kcal. Estas porciones de alimentos representan, en la mayoría de los casos, la cantidad mínima necesaria para aportar la densidad nutricional deseada para la vitamina o mineral de interés específico.

## RESULTADOS

#### Dietas en base a cereales/tubérculos únicamente

En la Figura 2 y Tabla 2, se observa que en las dietas en base a subproductos de los cereales arroz, maíz y trigo, no existe aporte alguno de vitamina A, ni de vitamina C. En el caso de la dieta en base a arroz (Figura 2a), el hierro y el folato presentan una adecuación mínima de sólo un 6%. En el caso del zinc, la situación mejora pero es igualmente insuficiente (24% de adecuación). Al considerar la dieta en base a tortilla de maíz (Figura 2b), se observa una adecuación de alrededor del 30% para el folato y los minerales hierro y zinc. La dieta en base a un subproducto refinado del trigo (Figura 2c), presenta un nivel de folatos por sobre el 50%, mientras que para los minerales hierro y zinc, los niveles de adecuación son inferiores al 20%. En el caso de la dieta en base a papa (Figura 2d), el contenido de vitamina A es nulo, igual al caso de los cereales estudiados. La vitamina C presenta una adecuación por sobre el 100%, el folato presenta un 40% de adecuación, el zinc un 25% y el hierro un 14%.

TABLA 1

Densidad de los nutrientes relevantes para el desarrollo y la evaluación de guías alimentarias. Estas densidades de nutrientes se refieren a la dieta total. Si la ingesta es suficiente para cubrir las necesidades de energía, la dieta cubrirá también las necesidades de todos los miembros de la familia, excepto los menores de dos años, las embarazadas y las mujeres en período de lactancia

	Densidad de nutrientes por 1000 kcal	Comentarios
Energía	Recomendaciones específicas según edad, sexo y actividad	Densidad energética 2-5 años de edad: 0,6-0,8 kcal/ml alimentos líquidos; 2 kcal/g alimentos sólidos.
Proteínas	20 - 25 g	Equivale a 8-10% de la energía total, si la proteína es de alta calidad biológica.
	25 - 30 g	Equivale a 10-12% de la energía total, si la ingesta de proteína animal es baja.
Grasas (a,b)	16 - 39 g (max)	Equivale a 15-35% de la energía total. Colesterol: < 300 mg/d.
Grasas saturadas (b)	< 11 g	Equivale a < 10% de la energía total, (prom. población).
Hidratos de Carbono (a,b)	140 - 190 g	Equivale a 55-75 % de la energía total, (prom. población).
Fibra (b)	8 - 20 g	Considera la fibra dietética total, no solo la "fibra cruda".
Vitamina A preformada o Retinol (a)	350 - 500 µg ER	1 µg ER= 1 microgramo de Equivalente de Retinol =1 µg Retinol o 6 µg β-caroteno (con actividad de provitamina A).
Vitamina C o Acido Ascórbico (a,b)	25 - 30 mg	Funciones antioxidantes. Favorece la absorción de hierro no hem.
Folato (c)	150 - 200 µg	Ingestas de 400 µg/d se asocian con una disminución de los riesgos de defectos del tubo neural; reduce la homocisteinemia.
Tiamina (c)	0,5 - 0,8 mg	
Riboflavina (c)	0,6 - 0,9 mg	
Niacina o equiv. (c)	6 - 10 mg	60 mg de triptófano equivalen a 1 mg niacina.
Hierro (a)	3,5 - 5,5 mg	Dietas de biodisponibilidad alta e intermedia.
	11,0 - 20,0 mg	Dietas de biodisponibilidad baja y muy baja.
Zinc (a)	6 - 10 mg	Dietas de biodisponibilidad alta y baja.
Calcio (a,b)	250 - 400 mg	Alimentos ricos en calcio especialmente para adolescentes, embarazadas y mujeres en período de lactancia.
Iodo (a)	75 µg	100-200 µg/día en las regiones libres de bocio. Usualmente se requiere fortificación de la sal.
Flúor (a)	0,5 - 1,0 mg (max)	Si el agua tiene ≥ 1 ppm, los requerimientos están cubiertos.
Sodio como NaCl (b)	< 2,5 g	Equivale a < 6 g/día de NaCl (promedio población)

(a) Nutrientes que determinan las principales condiciones de deficiencia a nivel global. (b) Nutrientes que determinan los principales problemas relacionados a la salud a nivel global. (c) Otros nutrientes de importancia para la salud.

**Fuente:** FAO/WHO, Preparation and Use of Food-Based Dietary Guidelines. Report of a Joint FAO/WHO Consultation, Nicosia, Cyprus, 1996 (2).

Con relación al calcio, en dietas donde el alimento base es arroz, trigo refinado o papas, su aporte es muy bajo, cubriendo sólo un 7-27% de la densidad recomendada para el grupo familiar (Figuras 2a, 2c, 2d). Este nivel de adecuación disminuye aún más (5-17%) si se consideran las necesidades de los niños, adolescentes, mujeres embarazadas y adultos

mayores (9). En el caso de la dieta en base a tortilla de maíz (Figura 2b), cuando ésta es fabricada or el método tradicional (tratamiento con cal) el aporte teórico de calcio es significativo, superando el 100% de la adecuación incluso en la dieta más básica.

FIGURA 2

Dietas en base a cereales y tubérculos, % de adecuación según densidad de nutrientes recomendada por vitamina A, vitamina C, folato, hierro, zinc y calcio

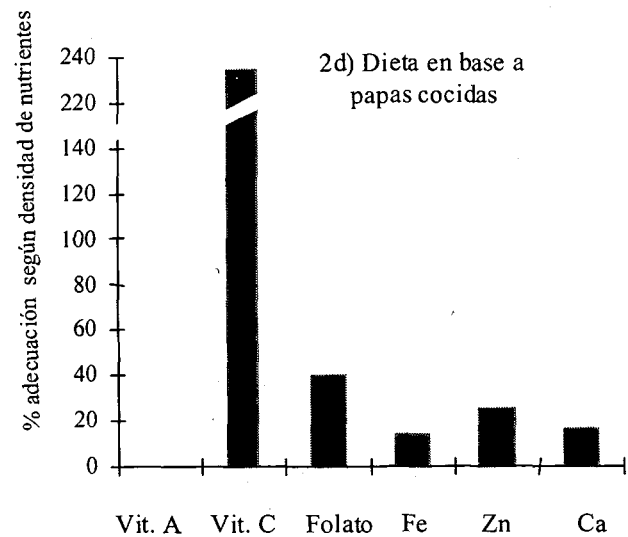
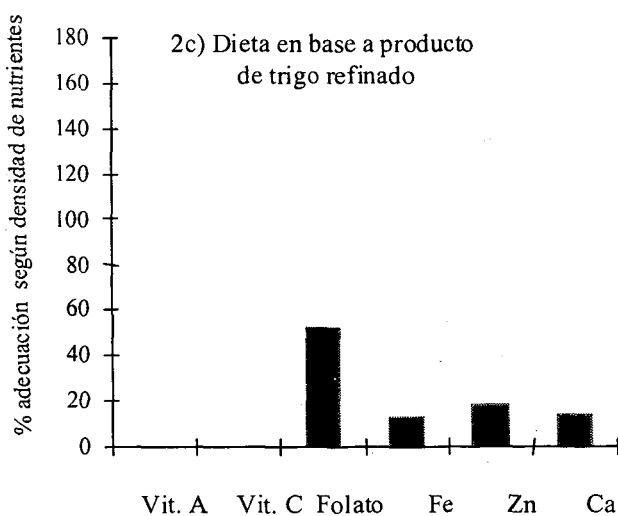
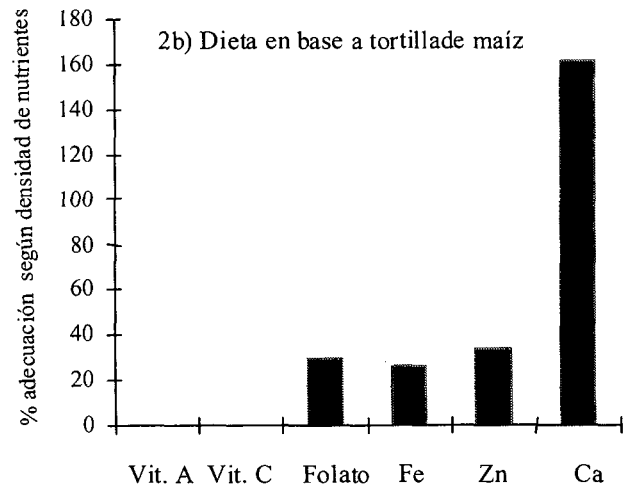
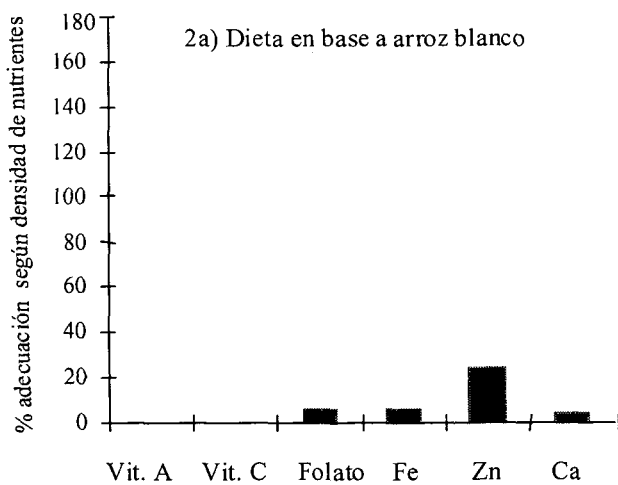


TABLA 2  
Composición de dietas en base a arroz, maíz, trigo y papas, respectivamente, y valores de densidad nutricional por 1000 kcal para vitamina A, vitamina C, folato, hierro, zinc y calcio

DIETA EN BASE A INGREDIENTE PRINCIPAL				
	Arroz blanco 598 g Aceite vegetal 25 g	Tortilla maíz 368 g Aceite vegetal 20 g	Trigo refinado 697 g Aceite vegetal 25 g	Papas 907 g Aceite vegetal 25 g
P %	5%	8%	11%	6%
CHO %	72%	67%	66%	71%
G %	23%	25%	23%	23%
Vitamina A (µg ER)	0	0	0	0
Vitamina C (mg)	0	0	0	67,2
Folato (µg)	12	59	105	80
Hierro (mg)	1,2	5,2	2,6	2,8
Zinc (mg)	2,4	3,4	1,8	2,5
Calcio (mg)	18,0	647,7	55,7	67,2

P%: porcentaje de kilocalorías proveniente de las proteínas

CHO %: porcentaje de kilocalorías proveniente de los carbohidratos

G %: porcentaje de las kilocalorías proveniente de las grasas

Nota: La composición de nutrientes se estimó en base al alimento cocido.

### Aumentando la diversidad y adecuación nutricional de dietas básicas

A continuación se describe la forma como una dieta se puede complementar a través de la incorporación de alimentos ricos en vitaminas y minerales, con el objeto de mejorar la adecuación nutricional de: vitamina A, vitamina C, folatos, hierro, zinc y calcio.

#### Vitamina A

La mayor parte de las dietas basadas en ingredientes básicos del tipo cereal o tubérculo, pueden incrementar significativamente su contenido de vitamina A con la incorporación de una porción relativamente pequeña de alimentos vegetales con alto contenido de carotenos (Figuras 3a, 4a). Por ejemplo, una porción regular de zanahoria cocida (50 g) presente en la dieta diaria, o 21 g de zanahoria por 1000 kcal, aportan 500 µg de ER, cantidad que corresponde a la densidad nutricional recomendada para esta vitamina. También frutas tales como mango, papaya y melón, contienen cantidades significativas de carotenos nutricionalmente activos (2,4,10-12). Por otra parte, la promoción del consumo de aceite de palma roja, con alto contenido de carotenos con actividad de provitamina A, representa una excelente oportunidad de asegurar el consumo nutricionalmente adecuado de esta vitamina (2). Cabe señalar, que a pesar de que este tipo de aceite vegetal es alto en grasas saturadas y ellas deben mantenerse bajo el 10% de las calorías totales, en el caso de dietas de poblaciones con recursos económicos limitados, no alcanzaría a ser un problema debido a la limitada disponibilidad

de alimentos de origen animal (2). Consecuentemente, una porción regular de aceite de palma roja incorporada a la dieta individual, puede aportar más de un 100% de los equivalentes de retinol requeridos diariamente.

Por otra parte, la vitamina A preformada o retinol, está presente en alimentos de origen animal en una forma altamente biodisponible. Por ello, es importante considerar la alternativa de lograr la adecuación de vitamina A mediante la incorporación, aunque sea esporádica, de una fuente animal. Por ejemplo, la incorporación a la dieta de una pequeña cantidad de hígado de ave (20-25 g) por persona aporta cantidades de vitamina A preformada, que cubren las recomendaciones de todos los grupos étnicos y sexos.

#### Vitamina C

En el caso de la vitamina C se logra un incremento significativo de este nutriente con la incorporación de una fruta cítrica u otras frutas con alto contenido de ácido ascórbico. Por ejemplo, la parte comestible (60 g) de una naranja de tamaño pequeño, aporta la densidad de vitamina C recomendada. En las Figuras 3b y 4b, se observa como las dietas en base a maíz y trigo alcanzan el nivel deseado de ácido ascórbico con la incorporación de una naranja. Otras buenas fuentes de ácido ascórbico son: kiwi, frutillas, papaya, mango, melón cantaloupe, espinaca, acelga, tomate, espárragos y repollo bruselas. Todos estos alimentos, al ser incorporados a la dieta, en porciones de tamaño normal, aumentan significativamente la densidad nutricional para esta vitamina. (8,5,13).

FIGURA 3

Dieta en base a tortilla de maíz complementada con alimentos ricos en micronutrientes, % de adecuación según densidad de nutrientes para vitamina A, vitamina C, folato, hierro, zinc y calcio

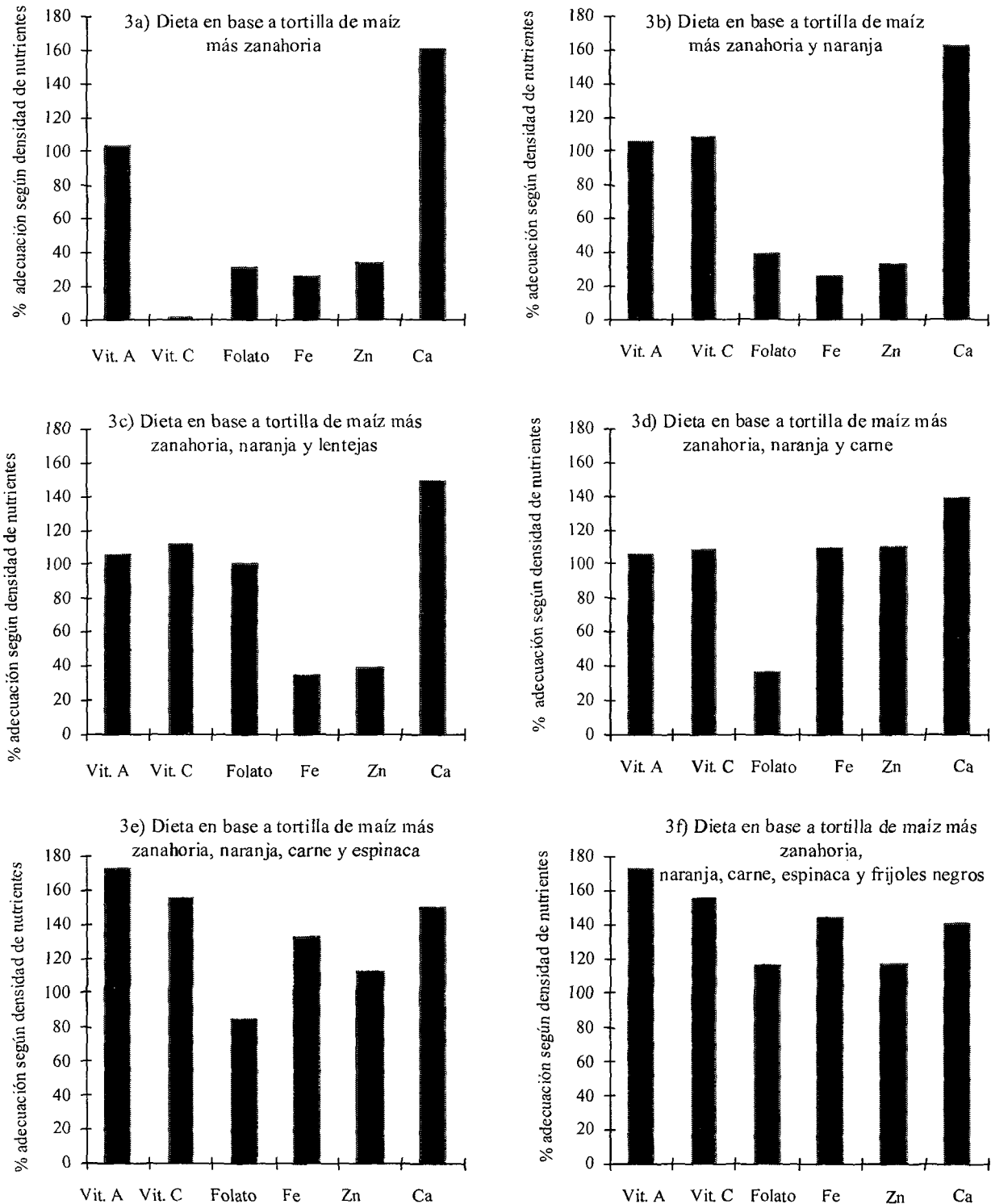
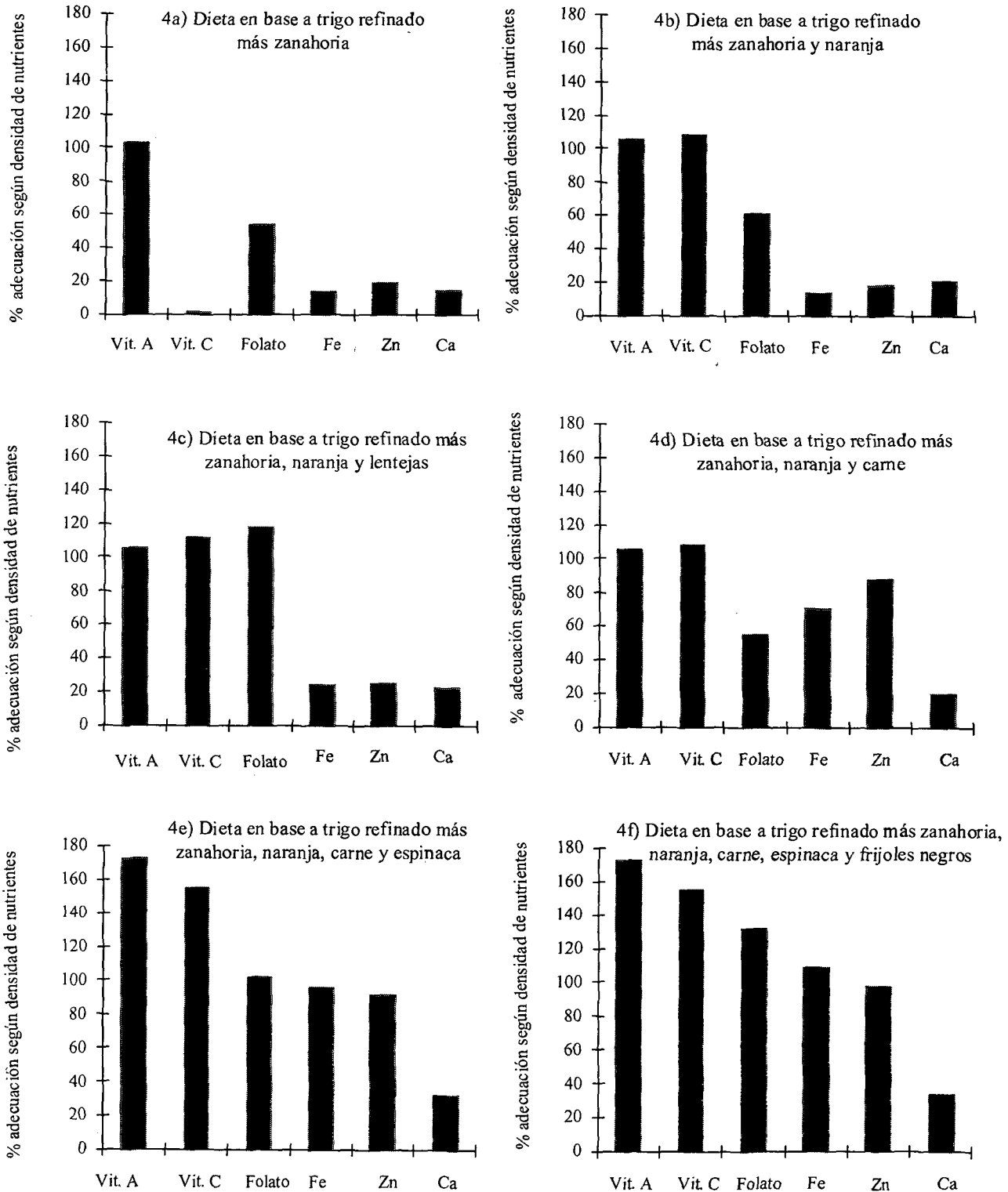


FIGURA 4

Dieta en base a trigo refinado complementada con alimentos ricos en micronutrientes, % de adecuación según densidad de nutrientes para vitamina A, vitamina C, folato, hierro, zinc y calcio



### Folatos

La adecuación nutricional de folatos es importante no sólo para la prevención de anemia macrocítica, sino también para el desarrollo fetal normal, la salud cardiovascular y las capacidades cognitivas en personas adultas mayores (14,15). Las dietas en base a cereales y tubérculos tienen un contenido insuficiente de folatos, el cual puede ser incrementado por la incorporación de legumbres o de vegetales de hoja verde a la dieta. Por ejemplo, en el caso de dietas en base a - maíz y trigo, (Figuras 3c, 4c), una porción pequeña de lentejas cocidas (70 g) son suficientes para completar la densidad de folatos deseada en estas dietas. Otras legumbres, como los frijoles y arvejas, son también buenas fuentes de esta vitamina, pero se requieren porciones de mayor tamaño que en el caso de las lentejas para lograr el nivel deseado de folatos (100 g en el caso de frijoles y 170 g en el caso de las arvejas). Otra excelente fuente de micronutrientes es el hígado de ave. Sólo una pequeña porción (20-25 g) es suficiente para alcanzar simultáneamente la densidad de nutrientes deseada para folatos y vitamina A. En general, las mejores fuentes de folatos son: vísceras y vegetales de hoja verde. Por ejemplo la incorporación de espinaca a las dietas estudiadas aumenta el aporte de folatos en aproximadamente un 50% (Figuras 3e, 4e).

### Hierro y zinc

Los minerales hierro y zinc se encuentran en pequeñas cantidades en dietas en base a cereales o tubérculos y en el caso de ambos minerales, su biodisponibilidad es favorecida por la presencia de alimentos de origen animal (5, 17, 23). Debido a lo anterior y siguiendo el enfoque alimentario para cubrir las necesidades de nutrientes, se requiere necesariamente la incorporación a la dieta de alimentos de origen animal. Por ejemplo, la adición de una pequeña cantidad de carne, ave o pescado (50 g), aumentará no sólo el contenido total de hierro en la dieta, sino también la cantidad de hierro biodisponible (17).

En el caso de la nutrición de zinc, también la presencia de una pequeña cantidad de carne de vacuno, ave o pescado (50 g) asegura su adecuación en la mayoría de las dietas básicas. Ver caso del maíz y trigo en las Figuras 3d y 4d.

Un beneficio adicional de la incorporación de una fuente animal a estas dietas básicas es el alcance de una distribución óptima de los macronutrientes respecto de su aporte energético. En estas dietas, un 55% a 60% de energía proviene de los hidratos de carbono, un 12% a 17% de las proteínas y un 28% a 29% de las grasas.

Continuando con el enfoque alimentario, se explora aún más la diversificación de alimentos al incorporar simultáneamente una legumbre y una fuente animal a las dietas estudiadas. Como se observa en las Figuras 3f y 4f, la presencia simultánea de una pequeña porción de frijoles negros (45 g), espinaca (50 g), carne (55 g), naranja (60 g) y

de zanahoria (21 g), por 1000 kcal, aportan a la dieta en base a - maíz y trigo, un complemento que alcanza los niveles deseados de las vitaminas A, C y folatos y de los minerales hierro y zinc.

### Calcio

En el caso de las dietas en base a trigo refinado se observa que la diversidad de alimentos propuestos mejora sólo muy levemente la densidad de calcio, con el aporte de vegetales de hoja verde y leguminosas (Figura 4) y no es posible lograr la adecuación de este mineral en ausencia de una fuente de origen lácteo. Lo mismo ocurre en el caso de dietas en base a arroz y a papas. Por otra parte, en el caso de la dieta en base a tortilla de maíz, cuando esta es preparada según el método tradicional con adición de cal, el aporte de calcio es suficiente (Figura 3).

## DISCUSION

En un acercamiento a la realidad de comunidades que tienen dificultad para acceder a una variedad adecuada de alimentos, este trabajo considera el aporte nutricional de dietas teóricas de subsistencia en base a un alimento principal del tipo cereal (arroz, trigo, maíz) y tipo tubérculo (papa). Los resultados obtenidos del análisis de la densidad de los nutrientes -vitamina A -vitamina C -folatos -hierro -zinc y -calcio, muestran que el aporte nutricional de estas vitaminas y minerales en estas dietas es insuficiente, salvo en el caso de la papa respecto de la vitamina C y en el caso de la tortilla de maíz, elaborada por método tradicional, en el caso del calcio. Sin embargo, en el caso de la papa, aunque aparentemente pueda ser una fuente importante de vitamina C, su biodisponibilidad es cuestionable debido a que se consume cocida y esta vitamina es muy sensible a las altas temperaturas (5,13). Por otra parte, en el caso de la tortilla de maíz, esta es buena fuente de calcio sólo si es elaborada por el método tradicional (24-26), es decir, nixtamalización con adición de cal, proceso que en la actualidad está siendo reemplazado por la preparación industrial de harina de maíz para tortillas.

En el caso de todas las dietas estudiadas, la incorporación de alimentos con aporte significativo en vitaminas o minerales, mejora sustancialmente su adecuación nutricional. En los ejemplos propuestos se observa como una porción pequeña de una fruta o verdura rica en beta carotenos (21 g de zanahoria / 1000 kcal), de fruta cítrica (60 g / 1000 kcal), de verdura (50 g de espinaca / 1000 kcal), carne (55g / 1000 kcal) y de legumbres (45 g frijol negro / 1000 kcal) logran mejorar la adecuación nutricional de la dieta para las vitaminas A, C, folatos y para los minerales hierro y zinc. En el caso del calcio, se sugiere considerar una porción de leche o producto lácteo para completar la diversidad de

alimentos requerida para satisfacer las necesidades nutricionales de todo el grupo familiar, debido a que el calcio aportado por una fuente láctea tiene la mejor biodisponibilidad (18).

Para lograr en la práctica la optimización de una dieta con la diversificación propuesta, es indispensable considerar la optimización de la biodisponibilidad de los nutrientes de interés. En este sentido es muy importante considerar la forma como se preparan los alimentos y los hábitos culturales de la población. Por ejemplo, en el caso de verduras con alto contenido de vitamina C, folatos y otras vitaminas hidrosolubles o sensibles a las temperaturas altas, es importante recomendar que sean cocinadas durante el mínimo de tiempo y en la menor cantidad de agua posible (4, 13, 15, 17).

En el caso del hierro, cuando éste es de origen vegetal, su biodisponibilidad puede ser potenciada con la presencia simultánea de ácido ascórbico o de carne, los cuales actúan como mejoradores de la absorción. Por otra parte, su biodisponibilidad también se puede ver desfavorecida por la ingesta simultánea de inhibidores, tales como los taninos y fitatos. Para contra restar el efecto de los inhibidores de la absorción del hierro, se recomienda aumentar la ingesta de semillas germinadas, de cereales fermentados y/o de cereales procesados con temperatura, carnes y frutas o verduras con alto contenido de vitamina C. Simultáneamente se debe intentar que el consumo de té, café, chocolate o infusiones de hierbas, no se realice junto con las comidas, ya que estas bebidas también contienen inhibidores de la absorción del hierro (4, 17).

En el caso del zinc, las carnes mejoran la absorción de este mineral, mientras que dietas con presencia de fitatos la inhiben, por ejemplo, las dietas en base a cereales integrales. En el caso del zinc, su biodisponibilidad puede ser estimada en base a la relación molar de los contenidos de fitato y zinc (fitatos/zinc) de la comida (19).

Por otra parte, para lograr el complemento de dietas en base a cereales/tubérculos, mediante la incorporación de alimentos ricos en vitaminas y minerales, es esencial trabajar con estrategias que promuevan y faciliten la diversidad alimentaria entre la población de bajos recursos. La publicación FAO/ILSI (1997) (5) promueve la diversificación alimentaria como medio para implementar el enfoque de las GABA y propone las siguientes estrategias para ayudar a lograr este objetivo:

*a) Desarrollo de huertos de verduras y frutas a nivel del hogar y de la comunidad*, cuyo objetivo es que productos como verduras de hoja verde, legumbres y frutas sean más accesibles y tengan una disponibilidad sostenible en el tiempo. Este tipo de proyectos requiere de una buena integración de la comunidad, con conocimiento de la realidad local y que involucre a la mujer. La disponibilidad de tierra y el suministro de agua pueden ser restricciones comunes

que requieren la intervención y apoyo del gobierno local. Paralelamente, el esfuerzo educacional debe ser dirigido hacia el aseguramiento apropiado de la distribución intrafamiliar, considerando las necesidades de los miembros más vulnerables de la familia, especialmente niños y jóvenes.

*b) Producción de peces, aves y otros animales pequeños (conejos, cabras, cerdos de guinea)*, que son excelentes fuentes de vitaminas y minerales (vitamina A, hierro y zinc) de alta biodisponibilidad. Debido al alto costo de los productos de origen animal, su producción a nivel local es un acceso más viable en el caso de poblaciones de bajos ingresos. Estos proyectos requieren especialmente de apoyo de la comunidad y de la autoridad local para sobrepasar las dificultades de costos de implementación y de entrenamiento de productores.

*c) Implementación de producción de verduras y frutas a escala comercial, iniciativa que puede tener un doble propósito*. Por un lado ser una fuente de trabajo y por otro proveer a la comunidad alimentos ricos en nutrientes, a precios razonables. La existencia de un mercado competitivo permite una baja en el precio de los productos a nivel de los consumidores, sin bajar los precios a nivel de los productores. Esta iniciativa es de principal importancia en las zonas urbanas y en las zonas rurales no productoras de alimentos.

*d) Reducción de pérdidas post-cosecha y del valor nutricional de alimentos ricos en micronutrientes, tales como frutas y verduras*. A nivel del hogar, el promover métodos apropiados para cocinar los alimentos y formas prácticas para preservarlos (secado solar de alimentos estacionales ricos en micronutrientes, tales como: uvas, mangos, duraznos y damascos) puede aumentar significativamente el acceso a alimentos con buena biodisponibilidad de micronutrientes. Así mismo, a nivel comercial, las buenas prácticas de clasificación, almacenamiento, transporte y de comercialización de los productos alimenticios, reducen pérdidas y optimizan la generación de ingresos.

*e) Mejoramiento del nivel de micronutrientes en los suelos y cultivos*. Las alteraciones de la calidad de las tierras agrícolas debido a cambios en la alcalinidad de las mismas y al empobrecimiento del contenido mineral por efectos de la erosión, hacen necesario implementar prácticas agrícolas que las contrarresten y que permitan incrementar el contenido de micronutrientes de los alimentos.

## CONCLUSIONES

La identificación de las características nutricionales de los alimentos básicos de consumo habitual en los sectores más vulnerables desde el punto de vista socioeconómico, es esencial para definir las GABA, las que deberán incluir recomendaciones para la complementación de los nutrientes deficitarios a través de políticas de producción y programas

de alimentación y de educación nutricional, los cuales tiendan a optimizar la calidad de la dieta y a cubrir las recomendaciones nutricionales de toda la población.

Para asegurar un aporte nutricional óptimo a la mayoría de los grupos etáreos de la comunidad, lo más adecuado es la incorporación a la dieta base, de alimentos con alta densidad de nutrientes, como son las legumbres, carnes, verduras de hoja verde y frutas. Así mismo, el conocimiento reciente del rol de los fito-químicos y antioxidantes sobre la salud y su presencia en alimentos de origen vegetal son un respaldo adicional a la recomendación de aumentar el consumo de verduras y frutas.

Cuando existe disponibilidad diaria de alimentos con alta densidad nutricional, es posible satisfacer las necesidades de nutrientes y de energía de la población en general. Desafortunadamente, para muchas personas en el mundo, el acceso a tal variedad de alimentos ricos en nutrientes no es posible. Como se demuestra en nuestro análisis de dietas en base a cereales y tubérculos, para cubrir las necesidades nutricionales, la dieta diaria requiere la presencia de alimentos ricos en nutrientes, tales como carne, lácteos y una variedad de alimentos de origen vegetal (frutas, verduras, legumbres y cereales). Esto puede no ser realista para muchas comunidades que viven en condiciones de pobreza. Es así como la fortificación de alimentos y la suplementación, son alternativas válidas para complementar el enfoque en base a alimentos. Por un lado, la estrategia de fortificación de alimentos, es aceptada como sustentable bajo la mayoría de las condiciones, además de ser económicamente efectiva cuando se implementa con éxito a gran escala, por ejemplo fortificación de la harina de trigo con hierro, de la sal con yodo (20-22) y del azúcar con vitamina A (28). Cabe destacar que la fortificación dirigida a satisfacer una necesidad de salud pública debe perseguir el enriquecimiento de un alimento de consumo masivo y con un nutriente de buena biodisponibilidad en el sistema alimenticio usado como vehículo. Por su parte, la suplementación debe estar restringida a los grupos vulnerables que no pueden satisfacer sus necesidades nutricionales a través de los alimentos (mujeres en edad fértil, niños preescolares y escolares, adultos mayores de bajo nivel socioeconómico, personas desplazadas, refugiados y otras situaciones de emergencia). Por ejemplo, la suplementación con hierro se reconoce como la única opción para controlar o prevenir anemia en la mujer embarazada y la suplementación con ácido fólico debe ser considerada al menos en toda mujer en edad fértil que ha dado a luz previamente un niño con defecto al tubo neural, para prevenir que ocurra nuevamente (23,27).

En resumen, este trabajo muestra como el desarrollo y aplicación de las Guías Alimentarias Basadas en Alimentos (GABA) para una población determinada, representa una estrategia viable y sustentable para satisfacer las necesidades

nutricionales de ese grupo de personas. Sin embargo, lo anterior requiere de un esfuerzo integrado en las comunidades de bajos ingresos, para llevar a la práctica proyectos que hagan factible la disponibilidad de alimentos requerida. Esta propuesta debe ser además complementada con las estrategias de fortificación y suplementación, para el caso de los nutrientes más críticos y difíciles de satisfacer por el costo de los alimentos que los contienen y/o la variable biodisponibilidad de los mismos. Esto es de especial importancia al considerar los requerimientos nutricionales de los grupos poblacionales más vulnerables, como son los niños preescolares, mujeres embarazadas y adultos mayores.

## REFERENCIAS

1. FAO/WHO. International Conference on Nutrition. World Declaration and Plan of Action for Nutrition. FAO, Rome, 1992.
2. FAO/WHO. Preparation and Use of Food-Based Dietary Guidelines. Report of a Joint FAO/WHO Consultation. Nicosia, Cyprus, 1996.
3. WHO. Energy and protein requirements. Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation. Geneva, World Health Organization, 1985. (WHO Technical Report Series, No. 724).
4. FAO/WHO. Requirements of Vitamin A, Iron, Folate and Vitamin B<sub>12</sub>, Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation. FAO, Rome, 1988. (Food and Nutrition Series, No. 23).
5. FAO/ILSI. Preventing Micronutrient Malnutrition: A Guide to Food-Based Approaches, ILSI Press, Washington DC, 1997.
6. Castillo C, Uauy R, Atalah E, eds. Guías de Alimentación para la Población Chilena, Santiago, Chile. Imprenta Diario La Nación, 1997.
7. FAO. Hojas de Balance de Alimentos. Roma, 1996 (Serie informática FAOSTAT PC).
8. Nutritionist IV by N2 and First Data Bank, 1994.
9. Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes, Food and Nutrition Board, Institute of Medicine, The National Academy of Sciences. Calcium and related nutrients: overview and methods. En Dietary Reference Intakes for Calcium, Phosphorus, Magnesium, Vitamin D and Fluoride. National Academy Press. U.S. 1997.
10. Olson JA. Needs and Sources of Carotenoids and Vitamin A. Nutr Rev 1994; 52(2II)S67-S73.
11. Saskia de Pee, West C, Muhilal E, Karyadi D, Hautvast J. Lack of improvement in vitamin A status with increased consumption of dark-green leafy vegetables. Lancet 1995; 346:75-81.
12. Saskia de Pee, Hautvast J, West C. Food-Based Approaches for Controlling Vitamin A Deficiency: Studies in breastfeeding women in Indonesia, 1996.
13. WHO. Requirements of Ascorbic Acid, Vitamin D, Vitamin B<sub>12</sub>, Folate and Iron. Report of a Joint FAO/WHO Expert Group. Geneva, WHO, 1970 (WHO Technical Report Series, No. 452).
14. Bower C. Folate and Neural Tube Defects, Nutr Rev 1995; 53 (9)II: S33-S38.

15. Oakley GP, Adams MJ, Dickinson Ch M. More Folic Acid for Everyone, Now, *J Nutr* 1996; 126:751S-755S.
16. Tucker KL, Mahnken B, Wilson P, Jacques P, Selhub J. Folic Acid Fortification of the Food Supply. Potential Benefits and Risk for the Elderly Population. *JAMA* 1996; 277:1879-85.
17. Allen LH, Ahluwalia N. Improving Iron Status Through Diet. The Application of Knowledge Concerning Dietary Iron Bioavailability in Human Populations. John Snow, Inc. / OMNI Project. 1997.
18. NIHCC. Optimal calcium intake: National Institute of Health Consensus Development Panel. *JAMA* 1994; 272:1942-1948.
19. WHO. Trace Elements in Human Nutrition. World Health Organization, Geneva. 1996.
20. Lotfi M, Venkatesh-Mannar M, Merx R, Naber-van den Heuvel P. Micronutrient Fortification of Foods. Current practices, research, and opportunities. MI/IDRC/ IAC, 1996.
21. Kim S, Freire W. Micronutrient Fortification: Basics of Quality Assurance. PAHO/WHO, Division of Health Promotion and Protection, Food and Nutrition Program, Washington, D.C. 1997.
22. Stanbury JB. Prevention of Iodine Deficiency. In: Prevention of Micronutrient Deficiencies. Tools for Policymakers and Public Health Workers. National Academy Press, Washington, D.C. 1998, p:167-201.
23. Viteri FE. Prevention of Iron Deficiency. In: Prevention of Micronutrient Deficiencies. Tools for Policymakers and Public Health Workers. National Academy Press, Washington, D.C. 1998, p: 45-102.
24. Serna-Saldivar SO, Rooney LW, Greene LW. Effect of lime treatment on the availability of calcium in diets of tortillas and beans. Rat growth and balance studies. *Cereal Chem* 1991;68:565-570.
25. Serna-Saldivar SO, Rooney LW, Greene LW. Effect of lime treatment on the bioavailability of calcium in diets of tortilla and beans. Bone and plasma composition in rats. *Cereal Chem* 1992; 64: 78-81.
26. Ponens AG, Erdman JW Jr. Bioavailability of calcium from tofu, tortillas, dry milk and mozzarella cheese in rats. Effect of supplemental ascorbic acid. *J Food Sci* 1988; 53:208-210.
27. Daly S, Mills J, Molloy A, Conley M, Lee Y, Kirke P, Weir D, Scott J. Minimum effective dose of folic acid for food fortification to prevent neural-tube defects. *The Lancet* 1997; 350:1666-69.
28. Dary O. Centroamérica cerca de declararse libre de deficiencia de vitamina A gracias a la fortificación del azúcar- Reunión de Fortificación del Azúcar. Ezulwini, Swazilandia, 29-30 de Junio, 1999.

Recibido: 30-08-1999

Aceptado: 05-02-2001

## Prevalencia de las anemias nutricionales de mujeres en edad fértil. Costa Rica. Encuesta nacional de nutrición, 1996

*Sara Rodríguez, Adriana Blanco, Louella Cunningham, Melany Ascencio, Mario Chávez, Leda Muñoz*

Instituto Costarricense de Investigación y Enseñanza en Nutrición y Salud «Inciensa», Ministerio de Salud,  
Universidad de Costa Rica.

**RESUMEN.** En 1996 el Ministerio de Salud de Costa Rica y el Instituto Costarricense de Investigación y Enseñanza en Nutrición y Salud, realizaron la Encuesta Nacional de Nutrición. El propósito de este trabajo es presentar las prevalencias de las anemias nutricionales en 884 mujeres en edad fértil de áreas: metropolitanas, urbana y rural. La anemia nutricional se valoró mediante las determinaciones de hemoglobina, ferritina y folatos plasmáticos. Además, se determinó el patrón de hemoglobina mediante electroforesis. Los puntos de corte fueron los recomendados por la Organización Mundial para la Salud. El 18,6% de las Mujeres Fértiles presentó anemia. La prevalencia de deficiencia severa y moderada de hierro (<12 ng/dL) y de folatos (<6 ng/dL) fue de 43,2 y 24,7%, respectivamente. La magnitud de la anemia es leve; de deficiencia de hierro severa y de folatos moderada. Se concluye que la anemia en Costa Rica es un problema de salud pública moderado no generalizado, que se ha mantenido inalterado en la última década. En las Mujeres Fértiles la deficiencia de hierro constituye la primer causa de anemia, seguida por la de folatos y en muy poca proporción por las hemoglobinopatías. La parasitosis dejó de ser un agente causal de anemia. La prevalencia anemia nutricional está condicionada por el grado de urbanización de la población. Se concluye que, a pesar de las ventajosas condiciones de salud que presenta Costa Rica, la prevalencia de anemia y de deficiencia de hierro en Mujeres Fértiles es similar a la del resto de la región latinoamericana. Para superar esta situación se requiere la implementación de medidas de intervención en salud pública.

**Palabras clave:** Anemia, hierro, folatos, ferritina.

### INTRODUCCION

La anemia es un problema de salud pública que afecta a grandes proporciones de la población mundial con una prevalencia global de 30%. En mujeres adultas la prevalencia mundial es de 35%, valor que es mayor en países en vías de desarrollo con respecto a los desarrollados, 47% y 11%, respectivamente (1).

En América Latina la tasa promedio de anemia en mujeres no embarazadas se estima en 20%, con un rango de 8% (Chile y Uruguay) a 35% (Guatemala, Cuba y Perú). En la región, la prevalencia de anemia severa, hemoglobina

**SUMMARY. Prevalence of nutritional anemia in women of reproductive age. Costa Rica. National Nutrition Survey, 1996.** In 1996, The Ministry of Health and Inciensa conducted the latest National Nutrition Survey, to provide support and guidance to the national policies, plans and programs in the field of food and nutrition. The present paper reports the results for the prevalence of anemia estimated in a total of 884 women of reproductive age, in three areas: metropolitan area, other urban areas and rural areas. Anemia was determined through measurements of hemoglobin, plasma ferritin and plasma folates. In addition, hemoglobin patterns were determined by electrophoresis. The cut-off points used were those recommended by the WHO. Anemia was present in 18,6% of the women. Severe to moderate deficiency of iron (<12 ng/dl) and of folates (< 6 ng/dl) were found in 43,2 and 24,7% of women respectively, with statistically significant differences by area of residence. The magnitude of the problem for anemia can be classified as mild, for iron deficiency as severe, and for folate deficiency as moderate. In conclusion, Anemia represents a public health problem for Costa Rica that has remained constant throughout the last decade. In women of reproductive age, iron deficiency is the main cause of Anemia, followed by folates deficiency, and in a small percentage hemoglobinopathies. Intestinal parasites are not longer a mayor cause of Anemia. Prevalence of Anemia is influenced by place of residence, but not by age. In summary, despite the favorable health conditions present in Costa Rica, the prevalence of Anemia and of iron deficiency are similar to those of the Latin-American region. To improve this situation, public health interventions are necessary.

**Key words:** Anemia, iron, folate, ferritin.

(Hb <7g/dL), es menor al 1 % (2).

La causa más frecuente de anemia es la deficiencia de hierro. Las mujeres en edad fértil constituyen uno de los grupos de mayor riesgo de presentarla debido a las pérdidas fisiológicas del mineral y al incremento de los requerimientos del mismo durante el embarazo (3). Alrededor del 10% de las mujeres sufren pérdidas importantes de sangre con la menstruación (4) y no son conscientes de ello (5). El uso de anticonceptivos, tipo dispositivos intrauterinos aumentan la menorragia en un 30%-50% de los casos (6), mientras los anticonceptivos orales reducen el sangrado (7).

La Organización Mundial de la Salud estimó que el 50% de las mujeres en edad reproductiva y un porcentaje similar de adolescentes presenta deficiencia de hierro (8). Para América Latina se estima que del 10%-30% de las mujeres en edad reproductiva y hasta un 40%-70% de las mujeres embarazadas pueden ser deficientes en hierro (9). En Estados Unidos de América del 2,5% al 14,2% de las mujeres entre 15 y 44 años presenta deficiencia de hierro (10).

En Costa Rica, las anemias nutricionales principalmente por carencia de hierro, y en menor grado de ácido fólico, constituyen un problema nutricional bien identificado a partir de la primera Encuesta Nacional de Nutrición realizada en 1966 (11). En 1982 la proporción de mujeres en edad fértil con valores deficientes de hemoglobina fue de 20% (12). Por otro lado, la prevalencia de hemoglobinas anormales en escolares es de 10,9% AS (heterocigoto para HbS), 3,7% AC (heterocigoto para HbC), 0,3% SS (homocigoto para HbS) (13).

El presente estudio tuvo por objeto evaluar la prevalencia de la anemia en mujeres en edad fértil mediante la valoración de los niveles de hemoglobina, ferritina, folatos plasmáticos y la determinación del patrón de hemoglobina en la población con el propósito de apoyar y orientar las políticas, planes y programas nacionales en el campo alimentario-nutricional.

## MATERIALES Y METODOS

### Población

Se estudio la prevalencia de anemia en mujeres en edad fértil en una muestra representativa del nivel nacional, y según zona metropolitana, resto urbana y rural. La estimación del tamaño muestral se hizo mediante un diseño de muestreo simple aleatorio según el procedimiento de Fleiss (14). El diseño del estudio consistió en un conglomerado bietápico. En la primera etapa se seleccionó por muestreo aleatorio sistemático 114 segmentos censales del marco muestral de la Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples de la Dirección General de Estadística y Censos. En la segunda etapa, se seleccionaron por muestreo aleatorio sistemático once hogares con niños preescolares por segmento. Salvo unas pocas excepciones, la madre del niño fue la seleccionada como la mujer fértil (MF) a estudiar. Mayores detalles aparecen en el Fascículo de Micronutrientes (15). La muestra calculada fue de 884 mujeres de 15 a 44 años. Para la participación en el estudio se entregó a la encargada del hogar, una carta de consentimiento informado.

### Procedimientos de laboratorio

La recolección de las muestras se realizó durante el período comprendido entre el 6 de mayo y el 27 de junio de 1996, se efectuó directamente en el hogar de cada mujer fértil. Las muestras de sangre se obtuvieron por punción

venosa en tubos con heparina de sal de amonio como anticoagulante. Las muestras fueron trasladadas en refrigeración al laboratorio del INCIENSA en un período no mayor de 8 horas para la determinación inmediata de hemoglobina y la separación del plasma por centrifugación (1500 R.P.M. por 10 minutos a 4°C). El plasma se transvasó a viales eppendorf y se almacenó durante dos meses a -70°C para el posterior análisis de ferritina y folatos.

La determinación de hemoglobina se realizó mediante el método de la cianometahemoglobina (16). La ferritina se cuantificó mediante un ensayo inmunoradiométrico (IRMA) de fase sólida (Diagnostic Products Corporation, DPC). Para la cuantificación de folatos se empleó la técnica de radioinmunoensayo (RIA) de fase sólida (DPC) (17,18). Las muestras y los estándares se analizaron por duplicado. En las técnicas radioisotópicas se utilizaron los controles CON 4,5 y 6 de la DPC, lote N° 015 y para la hemoglobina el control de HbCN del Centro de Investigaciones en Hemoglobinas Anormales y Trastornos Afines (CIHATA), lote N° H420797. La variabilidad intraensayo para hemoglobina y ferritina fue de 1,2% y 5,3%, respectivamente. La variabilidad interensayo para hemoglobina, ferritina y folatos fue de 9,6%, 11,6% y 16,6%, respectivamente.

El patrón de hemoglobina fue determinado por la técnica de electroforesis de hemoglobina en pH alcalino en el CIHATA (19).

### Análisis de la información

Se agruparon los datos de hemoglobina, ferritina y folatos plasmáticos según segmento censal, zona, edad de las MF y magnitud del problema. El procesamiento y análisis estadístico se realizó mediante el programa C sample del paquete Epi-Info versión 6 del Center for Disease Control and Prevention (CDC), Atlanta, USA.

La hemoglobina se ajustó por altura, a razón de 0,2 mg/dL por cada 500 metros después de los 1000 metros sobre el nivel del mar. El criterio utilizado para definir anemia en mujer en edad fértil fue hemoglobina < 12 g/dL. Se clasificó la anemia según su magnitud en severa, moderada y leve correspondiendo los siguientes puntos de corte para hemoglobina: <7,0, 7,0-10,9 y 11,0-11,9 g/dL, respectivamente. Los niveles de folatos y de hierro se clasificaron según la magnitud de la deficiencia y los puntos de corte utilizados fueron: para la deficiencia severa de folatos <3, deficiencia moderada 3-5,99, normal 6,00-19,99 y alto  $\geq$  de 20 ng/dL; para la deficiencia severa de hierro fue ferritina plasmática < 12, moderada 12- 17 y leve 18-23 ng/dL. Los valores de ferritina plasmática mayores de 300 ng/dL se consideraron como sobrecarga de hierro (3). Los puntos de corte utilizados concuerdan con los recomendados por la Organización Mundial de la Salud (20,21).

## RESULTADOS

La distribución de los niveles de hemoglobina: El rango estuvo comprendido entre 5,5 y 16,1 g/dL. La mediana (13,0 g/dL) y la media (12,9 g/dL) fueron semejantes, de la misma forma que el percentil 25 (12,3 g/dl).

En la Tabla 1 se presenta la prevalencia de anemia, deficiencia de hierro y de folatos en las mujeres en edad fértil. En el nivel nacional el 18,6% de las mujeres presentó anemia, encontrándose una tendencia de prevalencia mayor ( $p>0.05$ ) en las residentes en la zona rural. La prevalencia de deficiencia severa y moderada de hierro fue del 43,2%, siendo significativamente menor en la zona urbana y mayor en la zona metropolitana ( $p<0.05$ ). La deficiencia de folatos mostró una prevalencia nacional de 24,7% con una distribución que difiere marcadamente ( $p=0.001$ ) según el grado de urbanización. La deficiencia de folatos fue más frecuente en las mujeres de la zona rural, que en aquellas residentes en el área metropolitana y el resto urbano.

TABLA 1  
Prevalencia de anemia, deficiencia de hierro y de folatos en mujeres en edad fértil según grado de urbanización. Costa Rica, 1996

Grado de urbanización	Anemia (%) n=820	Deficiencia de hierro, severa y moderada (%) n=820	Deficiencia de folatos (%) n=879
Nacional	18.6	43.2	24.7
Metropolitana	16.8	49.4	18.7
Resto urbano	17.2	36.5	23.5
Rural	21.8	43.7	31.6
P*	>0.05	<0.01	<0.01
Puntos de corte	<12g/dl	<18ng/dl	<6ng/dl

\*: Nivel de significancia según  $X^2$  por grado de urbanización

TABLA 2  
Magnitud de la prevalencia nacional de la deficiencia de hierro y de folatos en mujeres en edad fértil. Costa Rica, 1996

Magnitud	Hierro (%)	Folatos (%)
Deficiencia severa	33.5	4.0
Deficiencia moderada	9.6	20.7
Deficiencia leve	11.2	—
Normal	44.6	67.5
Alto	1.0	7.7

(Ver puntos de corte en el texto)

La prevalencia de anemia, deficiencia de hierro y la deficiencia de folatos fue significativamente diferente entre los segmentos censales participantes en el estudio ( $p<0.001$ ).

En las MF predomina la anemia leve (13,6%) y solamente el 0,1% presentó anemia severa. Más de la mitad de las mujeres en edad reproductiva (54,3%) presentaron algún grado de deficiencia de hierro, constituyendo la deficiencia severa la más frecuente (33,5%). La cuarta parte de las MF (24,7%) presentó deficiencia de folatos y alrededor de dos terceras parte presentó niveles normales, aspecto que se refleja en la mediana nacional (8,7 ng/dL).

La prevalencia de anemia, deficiencia severa de hierro y deficiencia de folatos no es afectada por la edad de las mujeres ( $p>0.05$ ), sin embargo las mujeres entre 25 y menos de 40 años fue el grupo que presentó la prevalencia más elevada de anemia y de deficiencia de folatos. Por otro lado, en las mujeres más jóvenes se encontró la mayor prevalencia de deficiencia de hierro y la menor de folatos (Tabla 3).

TABLA 3  
Prevalencia de anemia, deficiencia de hierro y de folatos en mujeres en edad fértil según edad. Costa Rica, 1996

Edad (años)	Anemia (%)	Deficiencia de hierro, severa y moderada (%)	Deficiencia de folatos (%)
15-19	12.7	50.0	14.3
20-24	16.4	43.4	26.4
25-29	22.2	39.2	25.9
30-34	22.8	40.2	25.9
35-39	22.8	49.0	24.2
40-44	14.4	43.0	25.0
Promedio	18.6	43.2	24.7
P*	>0.05	>0.05	>0.05

\*: Nivel de significancia según  $X^2$  por grado de urbanización

En la Tabla 4 se observa que las mujeres entre 15-24 y 30-34 años de edad presentan un amplio rango en el nivel de ferritina pero solo una pequeña proporción presentó sobrecarga de hierro (> 300 mg/dL).

El patrón de hemoglobina encontrado con mayor frecuencia, fue el normal (97,9% AA) y en pequeña proporción las hemoglobinopatías (1,4 AS, 0,3 AA2, 0,2 AC y 0,1% AR). La asociación entre anemia y el patrón de hemoglobina fue significativo ( $p<0.05$ ).

En las mujeres anémicas 56,9% presentaron deficiencia de hierro, 22,4% deficiencia de folatos y 4,2% hemoglobinopatías. El restante 16,5% de las anemias se debe a otras causas.

TABLA 4  
Ferritina plasmática en mujeres en edad fértil según edad.  
Costa Rica, 1996

Edad	n	Rango	>300 (nd/dl)	Percentil		
				25	50	75
15-20	62	0.5-958	1,6	3,7	18.5	32.7
20-25	129	0.3-911	3	7.9	21.5	42.0
25-30	188	0.2-309	0	8.9	22.4	40.9
30-35	194	0.4-730	1	10.7	23.1	51.9
35-40	149	0.3-243	0	4.0	18.2	40.1
40-45	100	0.3-304	1	9.1	21.0	54.6
Total	822	0.2-958	1	7.8	21.5	42.5

(Ver puntos de corte en el texto).

## DISCUSION

En las mujeres en edad reproductiva de Costa Rica la anemia constituye un problema de salud moderado, donde la mayor parte sufren de anemia leve; esta situación se ha mantenido su prevalencia en los últimos 14 años. Según Mora (2) en la región latinoamericana la tendencia de este problema no es concluyente, más la ausencia de acciones específicas para controlarlo, posiblemente la han mantenido inalterada durante décadas.

La prevalencia de anemia de las mujeres en edad fértil de Costa Rica, semeja al promedio estimado en América Latina, con una prevalencia mucho menor de anemia severa. Posiblemente, ello se deba al conjunto de programas sociales y sanitarios que se implementaron en el país en los años setenta (22).

En concordancia con lo reportado en la Encuesta Nacional de Micronutrientes realizada en Guatemala en 1996 (23) y por Monge y colaboradores en mujeres adolescentes (24) existe una mayor prevalencia de anemia en el área rural. Esta podría estar asociada, en el caso de Costa Rica fundamentalmente con la calidad de la dieta. Aunque el porcentaje de consumo aparente per cápita de hierro fue semejante en las tres zonas, se encontró que la dieta rural es más energética, y tiene una menor adecuación de vitamina A y posiblemente vitamina C (25) y por lo tanto un mayor desbalance nutricional. Otro nutriente que podría contribuir a esta explicación son los folatos, posiblemente su consumo (que no pudo ser cuantificado) es mucho menor en la zona rural que la urbana, que se confirma al encontrar una mayor prevalencia de deficiencia de folatos en la zona rural. Por otro lado, según lo reportado en el fascículo 5 de la Encuesta Nacional de Nutrición de 1996 (26), la prevalencia de helmintos en la zona rural fue la más elevada (9%) del país; sin embargo, la asociación entre anemia y helmintos resultó no ser significativa ( $p > 0.05$ ).

El efecto del grado de urbanización en la distribución de las deficiencias de micronutrientes, se observa también en el hierro. El hecho que la prevalencia de la deficiencia de hierro en el resto urbano, sea menor que en el área metropolitana podría deberse a la inmigración hacia esta última, de personas de bajos recursos y posiblemente con mayores deficiencias nutricionales.

El análisis de las prevalencias de las deficiencias nutricionales según segmento censal confirma que su distribución no es homogénea ni uniforme en el país. Un análisis adicional, que compare su distribución con las áreas de pobreza del país podría explicar este resultado.

La magnitud de la deficiencia de hierro en las mujeres en edad fértil de Costa Rica fue semejante a los límites superiores reportados por Piñero (9) para el resto de la región latinoamericana. Esta constituye una condición bastante preocupante debido a las consecuencias de la deficiencia en el bienestar de la madre y la atención de su familia, en su productividad, así como en un eventual embarazo que incrementa aún más sus necesidades de hierro (1,3,9). En Costa Rica la elevada prevalencia de deficiencia severa de hierro podría deberse a la baja adecuación de ingesta de este micronutriente, pues se encontró que el 78.8% de las familias presentaban un consumo aparente de hierro bajo (<90% adecuación) y a la baja disponibilidad biológica (23); se desconoce el grado de contribución de la menorragia en las mujeres en edad fértil y el consumo real de hierro por parte de las mujeres, el cual podría ser aún más bajo que el de la familia debido a su mayor requerimiento y prácticas de distribución de alimentos.

La mayor prevalencia de deficiencia de hierro severa y moderada en las mujeres más jóvenes, la mitad de las evaluadas, podría explicarse al mayor aumento en la demanda de este micronutriente debido al rápido crecimiento que recientemente han experimentado (3). Debido al creciente aumento en los embarazos en adolescentes que está ocurriendo en Costa Rica (27), este grupo etario constituye una prioridad para ser intervenido.

En las mujeres fértiles la prevalencia severa de hierro fue 1.8% veces mayor que la de anemia, valor ligeramente menor al propuesto por Dallman (al menos el doble de la prevalencia de hierro) (28). Este hallazgo se refleja en que a pesar de que 56,9% de las anemias sean por deficiencia de hierro, el restante 43,1% se deben a otras causas.

Debido a limitaciones presupuestarias, la única prueba confirmatoria que se realizó para valorar con mayor especificidad el estado de hierro fue la ferritina plasmática. Dado que la concentración de ferritina sólo se encuentra disminuida en la carencia de hierro, se puede concluir que los valores obtenidos sí reflejan el grado de deficiencia. Además, esta deficiencia podría estar subestimada, ya que no se eliminaron los falsos negativos debidos a factores como,

inflamación aguda o crónica, que elevan la concentración de ferritina plasmática (4, 29).

Una cuarta parte de las mujeres en edad fértil presenta deficiencia de folatos, aspecto que resulta preocupante, por su relación con la prevención del desarrollo de defectos del tubo neural en el feto. Durante el embarazo las demandas de folatos aumentan, por lo que aún aquella con niveles normales pre-embarazo podrían evolucionar a un nivel de deficiencia y provocar problemas congénitos (30). Esto es sumamente importante al considerar que los defectos del tubo neural se encuentran entre las primeras tres malformaciones congénitas de mayor frecuencia registradas en el Centro de Registro de Enfermedades Congénitas del país (31). Además, todas las malformaciones del sistema central se encuentran asociadas a la deficiencia de ácido fólico, una de las principales causas de mortalidad infantil en el país (32).

Otro aspecto que se debe tomar en cuenta en la evaluación de la deficiencia de folatos, es su asociación con el aumento en el riesgo de enfermedades cardiovasculares, producto de una hiperhomocisteinemia, y varios tipos de cáncer (33,34). La permanencia en el tiempo de las anemias nutricionales en las mujeres fértiles de Costa Rica podría deberse a que: los preescolares, escolares y mujeres embarazadas han sido los grupos de mayor interés de intervención nutricional, relegándose a las mujeres en edad reproductiva; se cuestiona la efectividad del suplemento de sulfato ferroso. Además, hasta el momento de la Encuesta, se estaba fortificando con hierro, la harina de trigo, cuyo control de calidad del nivel de enriquecimiento y evaluación de su efectividad no se le había dado seguimiento. Por otra parte, en el pasado las deficiencias nutricionales en Costa Rica se enfocaron fundamentalmente a las deficiencias de energía y proteína, que una vez superados, no se prosiguió con las de micronutrientes.

Se concluye que la anemia en Costa Rica es un problema de salud pública moderado y que se está lejos de cumplir el compromiso adquirido en la Conferencia Internacional de Nutrición (35), pues dicha situación se ha mantenido constante en la última década. Además, la anemia es nutricional, pues alrededor del 80% se deben a deficiencia de hierro y de folatos. El hierro constituye el nutriente prioritario a intervenir, seguida por los folatos. La prevalencia de anemia y de deficiencia de hierro en MF es similar a la del resto de la región latinoamericana. Esta situación sólo se podrá superar si existe un compromiso político sostenible para implementar intervenciones específicas y articuladas de fortificación de alimentos, promoción de la salud, comunicación masiva y suplementos de hierro más efectivos y aceptados. También, se requiere de la experiencia e investigación para evaluar otras causas de pérdida sanguínea en la mujer, el desarrollo de estrategias efectivas para producir cambios en los hábitos alimentarios, a fin de lograr una mayor ingesta de hierro

biodisponible; mediciones más exactas de la ingesta de hierro y otros micronutrientes dietarios; así como la implementación de técnicas de laboratorio más específicas.

## AGRADECIMIENTO

Se agradece a todas aquellas personas participantes en la Encuesta Nacional de Nutrición de 1966, especialmente al Dr. Luis Tacsan, a la Dra. Xiomara Badilla, personal de campo y técnico de laboratorio por su colaboración. Al Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá por su asesoría en el diseño y análisis de la información. A las organizaciones internacionales y empresas: UNICEF y Unión Europea, Productos Roche, Unimar Grupo Numar, la industria salinera, Pfizer y Colgate- Palmolive por su contribución en calidad de entes cooperadores.

## REFERENCIAS

1. De Maeyer E, Adeels-Tegman M. The prevalence of anemia in the world. *World Health Stat. Q.* 1985;38: 302-16.
2. Mora JO, Mora OL. Deficiencias de micronutrientes en América Latina y el Caribe. Anemia ferropriva. USAID, OPS. s.l., s.f.
3. Yip R, Dallman P. Hierro. En: *Conocimientos actuales sobre nutrición*. Washington: ILSI/OMS. Séptima edición. 1997;294-311.
4. Bothwell TH, Charlton RW, Cook JP, Finch CA. *Iron metabolism in man*. Blackwell Scientific, Oxford 1979 (Original no consultado tomado de la referencia N° 3).
5. Hallberg L, Hogdahl A, Nilsson L, Rybo G. Menstrual blood loss. A population study. *Acta Obstet. Gynecol. Scand.* 45:320-35, 1996. (Original no consultado tomado de la referencia N° 3)
6. Israel R, Shaw ST, Martin MA. Comparative quantitation of menstrual blood loss with the Lippes loop, Dalkon shield, and Cooper T intrauterine devices. *Contraception* 1974;10:63-71.
7. Hefnawi F, Askalani H, Zaki K. Menstrual blood loss with cooper intrauterine devices. *Contraception*. 1974;9:133-139.
8. World Health Organization, Report of WHO/UNICEF/Joint Committee on Health Policy, 30th Session. Strategic approach to operationalizing selected end-decade goals: reduction of iron deficiency anemia by one third of the 1990 levels. *JCHP* 30/95/4.5 Geneva, 1994.
9. Beard JL, Piñero D. Deficiencia de hierro y desarrollo rural: metabolismo de hierro en el cerebro. *Boletín Kellogg's Dieta y salud.* 5(3): s.p., 1988.
10. Group ESW. Summary of a report on assessment of the iron nutritional status of the United State population. *Am J Clin Nutr.* 42: 1318-30, 1985.
11. Instituto de Centro América y Panamá. Oficina de Investigaciones Internacionales de los Institutos Nacionales de Salud. Ministerio de Salubridad Pública (EEUU). Evaluación nutricional de la población de Centro América y Panamá. Costa Rica. INCAP V-28, 1969.

12. Ministerio de Salud, Inciensa. Desplegable Micronutrientes. San José, Costa Rica, 1997.
13. Sáenz GF, Elizondo G, Arroyo G, Valenciano E, Rojas F, Jiménez J, Montero G. Hemoglobinopatías en 1200 escolares. *Acta. Med. Costarric.* 1980;23:89-99.
14. Fleiss JL. *Statistical methods for rates and proportions.* New York: Wiley. Segunda edición, 1981.
15. Ministerio de Salud-Inciensa. Encuesta Nacional de Nutrición. «Fascículo 2. Micronutrientes». Costa Rica, 1996
16. Sáenz R, Chaves, Valenciano E, Montero G, Jiménez J, Hemoglonometria: Normalización de la metodología. Preparación Nacional del Estándar de calibración y hemolizado control. *Rev Cost Cienc Med.* 1984;5(1):83-96.
17. Diagnostic Products Corporation. Coat a Count. Ferritin IRMA. Los Angeles, C.A. p:4,1994.
18. Diagnostic Products Corporation. Dual count. Solid phase no boil assay for folic acid. Los Angeles, C.A. p:5,1995.
19. Sáenz GH. Hemoglobinopatías y trastornos afines. Esquemas analíticos para su detección, con especial énfasis en las pruebas para escrutinio en masas de Hb S: Análisis crítico. *Sangre* 1978;23: 358-363.
20. Pan American Health Organization..Plan of action for the control of iron deficiency anemia in the Americas. 1996;15-16.
21. Organización Mundial de la Salud. Anemias nutricionales. Serie de informes técnicos: 405. Ginebra: 1968;9-12.
22. Mohs E. Health policies and strategies. En: *The nutrition and health transition of democratic Costa Rica.* Eds. C. Muñoz y N. Scrimshaw. Boston: International Foundation for Developing Countries. 1995;1-32.
23. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Encuesta Nacional de Micronutrientes. Informe Ejecutivo. Guatemala, 1996.
24. Monge R, Faiges F, Rivero A, Quintana E. Iron and folate status in urban and rural 13-17 year old Costa Rican Teenagers. *Arch Med Res.* (en prensa).
25. Ministerio de Salud-Inciensa. Encuesta Nacional de Nutrición. «Fascículo 3. Consumo Aparente». Costa Rica, 1996.
26. Ministerio de Salud-Inciensa. Encuesta Nacional de Nutrición. «Fascículo 5. Parásitos intestinales». Costa Rica, 1996.
27. Nuñez H, Rojas A. Marco teórico y metodológico para la formulación de políticas locales de prevención y atención del embarazo en la adolescencia, con énfasis en comunidades urbanas pobres. Documento de trabajo. UNICEF- Costa Rica, 1998.
28. Dallman PR, Yip R, y Johnson C. Prevalence and causes of anemia in the United States, 1976. *Am J Clin Nutr.* 1984; 39:437-445.
29. Beard J, Piñero D. Metabolismo del hierro. En: *Deficiencia de hierro.* Eds.: O'Donnell, A; Viteri, F; Carmuega, E. Buenos Aires: CESNI. 1997;13-47.
30. Scott JM. Acido fólico y prevención de los defectos del tubo neural. *Boletín Kellogg's: Dieta y Salud* 5(1): s.p., 1994.
31. Achoy R, Umaña L, Meseguer MA y Calzada R. Malformaciones congénitas en Costa Rica: 10 años de registro. Centro de Registros de Enfermedades Congénitas. Serie Documentos Técnicos de Inciensa (en revisión).
32. Ministerio de Salud, Dirección Sistemas de Información, Centro de Información. Comportamiento de la mortalidad y natalidad, 1995. Costa Rica, junio 1997.
33. Trugo A. Micronutrient regulation in pregnant and lactating women from Rio de Janeiro. *Arch Latinoam Nutr.* 1997;47(2): 30-34.
34. Pietrzik K, Bronstrup A. The role of homocysteine, folate and other B-vitamins in the development of atherosclerosis. *Arch Latinoam Nutr.* 1997;47(2): 9-12.
35. FAO/OPS. Declaración de América Latina para enfrentar el desafío nutricional y Plan de Acción Regional. Reunión preparatoria para la Conferencia Internacional sobre Nutrición. Ciudad de México, 20 de marzo de 1992.

Recibido: 20-01-2000

Aceptado:11-12-2000

## Prevalencia de deficiencia subclínica de vitamina A y desnutrición en niños marginales de Maracaibo - Venezuela

Haydée V. Castejón, Pablo Ortega, María E. Díaz, Daisy Amaya, Gisela Gómez, María Ramos, María V. Alvarado,  
Jesús R. Urrieta

Universidad del Zulia-Maracaibo, Venezuela

**RESUMEN.** El presente estudio fue realizado para estimar la prevalencia de deficiencia de vitamina A en niños, mediante examen clínico, oftalmológico y por citología de impresión conjuntival (CIC); y el estado nutricional, analizando los indicadores antropométricos T//E, P//E y P//T. La población de estudio incluyó 157 niños, 2-6 años de edad, provenientes de barrios marginales urbanos y rurales de Maracaibo, Venezuela. La CIC se realizó de acuerdo a la técnica convencional de ICEPO. Se aplicó puntaje Z a los datos antropométricos con patrón de referencia NCHS-OMS. No se detectaron signos clínicos ni oftalmológicos de deficiencia de vitamina A. La prevalencia de déficit sub-clínico de vitamina A, detectada por CIC anormal, fue de 35.4%, siendo mas alta en el área rural (48.3%). Estos valores sobrepasan los límites de prevalencia establecidos por OMS/UNICEF para indicar problema de salud pública (> 20%). Se detectó desnutrición global y retardo de crecimiento, ambos de leve a moderado en el 36.1% y 44.6% de los niños, respectivamente. Una respuesta alterada de CIC se observó tanto en los niños adecuadamente nutridos como en los desnutridos ( $\cong$  35%). No hubo diferencia significativa en la distribución de los resultados de CIC en relación al estado nutricional. Estos hallazgos indican que la prueba de CIC y la aplicación de puntaje Z a los datos antropométricos nutricionales son útiles para caracterizar el riesgo de deficiencia de vitamina A y de desnutrición en comunidades. Se recomienda implementar en dichas comunidades programas de intervención nutricional integral que incluya suplementación, fortificación de alimentos y diversificación dietaria; así como mejorar su condición socio-económica y de salubridad, y el nivel educacional, haciendo énfasis en la educación nutricional y para la salud.

**Palabras clave:** Deficiencia de vitamina A, citología de impresión conjuntival, estado nutricional, desnutrición infantil.

**SUMMARY.** Prevalence of sub-clinical vitamin A deficiency and malnutrition in slum children in Maracaibo-Venezuela. The present cross sectional study was carried out to estimate the prevalence of vitamin A deficiency among children by means of clinics and conjunctival impression cytology (CIC), and nutritional status by anthropometric indicators H//A, W//A, W//H. The study population included 157 children 2-6 y old, from urban and rural slums of Maracaibo, Venezuela. Conjunctival impression cytology was performed by ICEPO standard procedure. Z - score was applied to anthropometric data with reference values of NCHS-WHO. No evidence of clinical or ophthalmologic signs of vitamin A deficiency were detected. The prevalence of subclinical vitamin A deficiency, as detected by abnormal CIC, was 35.4%, being higher in rural children (48.3%). These prevalence values are higher than the criteria laid down by WHO/UNICEF to indicate a public health problem (>20%). Mild or moderate protein-energy global malnutrition and stunting were detected in 36.1% and 44.6% of children, respectively. Abnormal CIC was indistinctly observed ( $\cong$  35%) as much in children with adequate nutrition as in malnourished ones. There was no significant difference in the distribution of the CIC results in relation to nutritional status. The findings indicate that CIC and Z-score of nutritional anthropometric data are useful to characterize the risk of vitamin A deficiency and of malnutrition in communities. Beside the implementation of an integral nutritional program which includes supplementation, food fortification and dietary diversification, improvement of socio-economic and sanitation conditions and also the educational level, with emphasis on nutritional and health education, are highly recommended.

**Key words:** Vitamin A deficiency, nutritional status, conjunctival impression cytology, children malnutrition.

### INTRODUCCION

La deficiencia de vitamina A aparece ampliamente difundida en los países en vías de desarrollo, considerándose problema importante de salud pública, ya que afecta primordialmente a los niños, siendo causal de daños oculares y ceguera (1-3), y del incremento de las tasas de morbilidad y mortalidad infantil, particularmente por diarrea severa, sarampión y otras infecciones, aun en aquellos niños que

muestran un estado nutricional aparentemente adecuado, sin signos clínicos específicos de deficiencia (3-12). Su importancia en el mantenimiento y defensa de la integridad estructural de las mucosas, especialmente respiratoria e intestinal, así como su participación en la función visual ha sido bien documentada (1,7,9,13-15). Recientemente, los carotenos, precursores algunos de la vitamina A han sido también postulados como antioxidantes en la prevención del cáncer y de enfermedades cardiovasculares; sin embargo,

varios de estos estudios son controversiales (16-18). Detectar poblaciones en riesgo de, o con deficiencia de vitamina A, es de gran importancia para prevenir y reducir las tasas de morbi-mortalidad infantil, especialmente, en aquellos niños que se acompañan de desnutrición y/o anemia, condiciones frecuentemente coexistentes con el déficit de vitamina A (19-27). Se han hecho esfuerzos para diseñar métodos que permitan detectar el estado marginal de la vitamina A. De acuerdo a la OMS/UNICEF los distintos métodos ofrecen ventajas y limitaciones; ninguno de los métodos biológicos para medir deficiencia sub-clínica de vitamina A es definitivo; por lo que recomiendan valores de puntos de corte con los distintos indicadores, para separar los valores aceptables como normal, de los inaceptables; así como los niveles de prevalencia de los valores inaceptables, para indicar problema de deficiencia en salud pública (3). Entre las pruebas más frecuentemente utilizadas se destacan las pruebas bioquímicas, como el análisis del retinol sérico, el cual es un método invasivo y sus concentraciones en suero reflejan el estado de la vitamina A, solo cuando los depósitos hepáticos están seriamente depletados, o saturados con vitamina A (13, 27); la repuesta a la administración de una dosis de vitamina A (RDR) y la respuesta modificada relativa a la dosis (MRDR) (9), las cuales se basan también en el análisis de retinol que, por otro lado, requiere de equipos sofisticados. Una prueba funcional es la citología de impresión conjuntival (CIC), la cual es menos invasiva, las muestras pueden ser fácilmente obtenidas y guardadas por tiempo indefinido, requiriendo solo de un microscopio óptico para su interpretación; lo que la hace ventajosa para ser utilizada en estudios poblacionales (2, 4, 5, 9, 13, 22, 23, 25, 28-35). La técnica originalmente diseñada por Wittpenn et al. (1) y Amedee-Manesme et al. (13), se basa en la obtención de células superficiales conjuntivales, por medio de la aplicación suave y breve, de una tira de papel de acetato de celulosa contra la conjuntiva ocular. Las células más externas del epitelio conjuntival se adhieren al papel, siendo luego fijadas, coloreadas y analizadas con un microscopio óptico. Un resultado de citología alterada, con metaplasia y queratinización de las células epiteliales conjuntivales y ausencia de células caliciformes secretoras de moco, representan las alteraciones tempranas causadas por deficiencia de vitamina A. La respuesta anormal de CIC guarda relación con los valores indicativos de deficiencia de vitamina A de las pruebas bioquímicas, aunque este aspecto ha sido controversial, siendo apoyado por unos (13, 28-30, 32-35), negado por otros (5, 23, 31, 36) que sostienen que este método es poco conveniente para analizar el estado nutricional de vitamina A en individuos en particular. Sin embargo, continúa siendo la prueba más recomendada para caracterizar el riesgo de deficiencia de vitamina A en comunidades (5, 22, 23, 28-35). Por otro lado, en una investigación realizada con el objeto de analizar la

posible relación entre los niveles orgánicos de vitamina A y la gravedad de los procesos neumónicos en niños hospitalizados (37), se encontró que en los niños con CIC anormal, la neumonía era dos veces más frecuente que en los niños con CIC normal; mientras que no se observó asociación entre la gravedad de la neumonía y los niveles séricos de retinol.

En los niños, una escasa ingesta de alimentos provenientes de fuentes animales conduce a un deficiente consumo de vitamina A preformada, cuadro que se acentúa al prescindir de alimentos de origen vegetal amarillos o verde-oscuro ricos en carotenoides (pro-vitamina A), agregado a un consumo insuficiente de grasas y aceites, y una excesiva infestación por parásitos intestinales. Todo esto limita aun más la absorción de la vitamina A presente en la dieta. Por estas razones, la deficiencia de vitamina A se acompaña usualmente de desnutrición proteico calórica y de infecciones, aumentando la morbilidad y mortalidad por enfermedades respiratorias y diarreicas, así como por enfermedades virales como el sarampión (4, 11, 23, 37, 38). Este podría ser el caso de Venezuela, país tropical con abundancia de frutos y vegetales ricos en pro-vitamina A, pero que sin embargo, son frecuentes los factores de riesgo que conducen a deficiencia de vitamina A (3), entre otros, pobreza, marginalidad socio-económica, bajo nivel de escolaridad de las madres, suministro irregular de agua potable, parasitosis intestinal y alta prevalencia de desnutrición o nutrición inadecuada en la población infantil marginal, con tasas altas de morbi-mortalidad especialmente por diarreas y enfermedades respiratorias.

Nuestro propósito en la presente investigación ha sido analizar la prevalencia de desnutrición, así como el estado nutricional de la vitamina A, mediante mediciones antropométricas, examen clínico-oftalmológico y la prueba de CIC, en una muestra de niños de Maracaibo, Estado Zulia, Venezuela, cuya condición socio-económica los ubica en el sector menos privilegiado o marginal de la sociedad.

## MATERIAL Y METODOS

El estudio, efectuado en el período Marzo-Junio de 1999, fue realizado en una muestra de 157 niños de 2 a 6 años (F=80, M=77) de Maracaibo, cuya condición socio-económica estimada por el método de Graffar, adaptado para Venezuela por Méndez Castellano y Méndez (39), los ubica en los estratos socio-económicos menos privilegiados de la población, IV (pobreza relativa) y V (pobreza extrema). Los niños con estas características fueron seleccionados de: a) Comedor infantil de atención nutricional a niños desprotegidos (n = 21) de la Fundación privada Santa Ana, ubicado en un barrio urbano, b) Pre-escolar Rómulo Gallegos (n=100), ubicado en un barrio suburbano, ambos en el

Municipio Maracaibo ; y c) Multihogar de la Escuela Granja María Alejandrina Faría (n=36) del asentamiento campesino La Estrella, a 20 Km de la ciudad de Maracaibo (área rural).

Previo consentimiento escrito de los padres o representantes, los niños fueron examinados por el equipo de campo, constituido por médicos, uno de ellos oftalmólogo, dos bioanalistas y una nutricionista. Cada examinador recabó por separado la historia de cada niño hasta completar su diagnóstico. En la evaluación nutricional, se realizaron mediciones antropométricas, analizándose las variables Peso, Talla, Edad, para construir los indicadores P//E, T//E y P//T, y aplicando puntaje Z, con patrón de referencia internacional NCHS- OMS (40). En la historia clínica se registró nombre, sexo, edad, fecha de nacimiento, enfermedades previas, signos clínicos para detectar desnutrición u otra condición patológica y observaciones en cuanto a colaboración del niño, llanto, lagrimeo, etc., que pudieran influir luego en el examen de citología conjuntival. En el examen oftalmológico se analizaron signos clínicos de deficiencia de vitamina A (xerosis conjuntival o corneal, manchas de Bitot, ulceración corneal) o conjuntivitis, procediéndose de inmediato a realizar la técnica de CIC, de acuerdo al Manual de Instrucciones del International Center for Epidemiologic and Preventive Ophthalmology ICEPO (41), USA. Brevemente, se cortaron tiras de papel de filtro de acetato de celulosa (HAWP34, Millipore Corp, USA) de 20x4 mm, las cuales se guardaron en cápsulas de Petri tapadas hasta el momento de su uso. Para su aplicación, con la punta de los dedos se tomó un extremo de la tira y se aplicó el otro extremo, con ligera presión a la conjuntiva bulbar temporal, por 3 a 5 segundos, retirándola suavemente. Se aplicó una tira de papel en cada ojo. Completado este proceso, las tiras con las células epiteliales adheridas se colocaron en una mezcla de fijación de formaldehído 37% - etanol - ácido acético glacial - agua destilada, llenando el vial completamente, para evitar adherencia de la tira a las paredes, o su secado. Una vez en el laboratorio, y previo lavado en agua corriente por 2 minutos, se procedió a la coloración del PAS (ácido periódico - reactivo de Schiff) - hematoxilina de Harris; lavándose luego en agua corriente, deshidratación en concentraciones crecientes de etanol, aclaramiento en xilol, hasta colocar las dos tiras de papel sobre una lámina portaobjeto, agregando varias gotas de medio de montaje (Permount), cubriéndolas con laminillas cubreobjeto, teniendo cuidado de extraer todo el aire. Cada lámina portaobjeto se identifica con el número del vial, que corresponde también con el de la historia clínica. Los criterios de clasificación de esta prueba se basan en la presencia de células caliciformes y manchas de mucina y en la integridad del tejido epitelial. Estos criterios permiten clasificar los resultados en **Normal**: abundantes células caliciformes (más de cinco) y manchas de mucina e hileras continuas o en masa, de células epiteliales pequeñas. Este estado se corresponde

con un estado nutricional normal de vitamina A; **Límite o Marginal**: muy pocas células caliciformes (menos de 5) o manchas de mucina, células epiteliales agrandadas que comienzan a separarse. Estas características son sugestivas de un estado funcional marginal o bajo de vitamina A; **Anormal**: ausencia de células caliciformes o manchas de mucina y células epiteliales con marcado aumento de tamaño, disgregadas y núcleos picnóticos. Estos cambios son indicativos de deficiencia funcional de vitamina A. Se tomó también en cuenta el número de muestras que fueron ilegibles, bien por escasa cantidad de tejido epitelial, o por artefactos en el procedimiento de impresión conjuntival o en la tinción o montaje de las muestras (tiras dobladas, rotas, secas, etc.)

Para el análisis de los datos antropométricos T//E, P//E y P//T, se utilizó el paquete estadístico Epi-Info versión 6.04. (Centers for Disease Control and Prevention, Atlanta, Georgia, U.S.A. OMS, 1994). Las relaciones entre las variables antropométricas y los resultados de la CIC fueron examinadas por la prueba de independencia de Chi cuadrado, usando el paquete de análisis estadístico SAS/STAT (ver versión 6.12, SAS Inst Inc, Cary, NC., 1996).

## RESULTADOS

La presente investigación se realizó inicialmente en una población infantil (n = 157) cuya distribución de acuerdo a edad y sexo se muestra en la Tabla 1. Como en 16 niños la CIC fue ilegible, éstos fueron excluidos del estudio nutricional, resultando una población total de 141 niños, cuyo estado nutricional según puntaje Z, se muestra también en la Tabla 1. Según la metodología de puntaje Z, los criterios de normalidad nutricional cubren el rango +2DE a -2DE. La prevalencia de déficit nutricional franco (desnutrición moderada a severa) se define como la proporción de niños que se encuentran entre <-2DE a > -3DE de la mediana ; valores menores a -3DE indican desnutrición muy severa. Sin embargo, en poblaciones en riesgo, es conveniente desglosar los rangos de puntuación Z con la finalidad de realizar tamizaje de niños que puedan necesitar intervención nutricional (24); de allí que decidimos analizar por separado los niños ubicados en el rango de -1DE a > -2DE, para definir situación de riesgo o con desnutrición leve. Nótese en la misma Tabla 1 que con el indicador T//E, el 13.4% de los niños presentaba un franco déficit estatural y el 31.2% se ubicaba en el rango de situación de riesgo o desnutrición crónica leve. Con el indicador P//E, con el cual se detecta una desnutrición global, el 5.6% de los niños presentó un déficit ponderal moderado a severo, mientras que casi la tercera parte de los niños se situaba en el rango de déficit leve o a riesgo. Con el indicador P//T, el cual revela desnutrición aguda o reciente o descompensación de una

desnutrición crónica, ningún niño fue ubicado en el rango franco de desnutrición; aunque 16 niños mostraban ya un déficit leve de adecuación. No se detectó desnutrición severa con ninguno de los indicadores. El diagnóstico nutricional antropométrico fue corroborado con el examen clínico, siendo los signos predominantes, además del déficit de peso y talla, la sequedad y palidez de la piel, y fragilidad del pelo y las uñas. En cuanto al examen oftalmológico, ningún niño mostró signos oculares de deficiencia de vitamina A, o de alguna otra patología, con excepción de una niña que había sido intervenida tres años atrás, con diagnóstico de retinoblastoma del ojo derecho (enucleación).

**TABLA 1**  
Descripción de la población infantil en estudio

Variable	Nº de sujetos	%
<b>Total de sujetos</b>	157	100
<b>Edad (meses)</b>		
24 - 48	31	19.7
49 - 60	53	33.7
61 - 72	73	46.5
Promedio $\pm$ DE : 56.9 $\pm$ 11.8 meses		
<b>Sexo</b>		
Masculino	77	49.0
Femenino	80	50.9
<b>Estado nutricional (puntuación Z)</b>		
Sujetos estudiados	141	
<b>Talla/Edad</b>		
> 1	—	—
1 a > -1	78	55.3
-1 a > -2	44	31.2
-2 a > -3	19	13.4
< -3	—	—
Media $\pm$ DE : - 0.84 $\pm$ 1.06		
<b>Peso//Edad</b>		
> 1	—	—
1 a > -1	90	63.8
-1 a > -2	43	30.4
-2 a > -3	8	5.6
< -3	—	—
Media $\pm$ DE : - 0.50 $\pm$ 1.08		
<b>Peso//Talla</b>		
> 1	—	—
1 a > -1	125	88.6
-1 a > -2	16	11.3
-2 a > -3	—	—
< -3	—	—
Media $\pm$ DE : 0.07 $\pm$ 0.92		

En la Tabla 2 se muestran los resultados de la aplicación de la CIC en la población infantil analizada (n = 141). Nótese que el 35.4% de los niños presentaron deficiencia sub-clínica de vitamina A, desglosada en citología marginal (11 niños)

y citología anormal (39 niños). De acuerdo a recomendaciones de Amadée - Manesme et al. (13), las categorías marginal y anormal pueden fusionarse, ya que ambas indican deficiencia funcional de vitamina A. La Tabla 3 muestra ya la fusión de estas dos categorías en una sola, anormal; resaltándose la distribución de niños con déficit de vitamina A de acuerdo a la región de procedencia. El 48.3% de los niños rurales presentaron deficiencia de vitamina A, y casi un tercio de los urbanos y sub-urbanos mostraron también dicha deficiencia. El análisis de la distribución de la población infantil con citología de impresión conjuntival anormal (CIC-A) de acuerdo a sexo y edad, reveló que del total de niñas analizadas (n = 76) 22 presentaron CIC-A (28.9%); mientras que en el sexo masculino, 28 de los 65 niños analizados (43%) mostraron tal alteración ( $\chi^2 = 3.05$ ; P = 0.08). En cuanto a los grupos etarios más afectados, del total de niños menores de 4 años (n=25), 12 presentaron CIC-A (48%); mientras que en los mayores de 4 años (n=116), el 32.7% (n=38) mostraron la anormalidad ( $\chi^2 = 2.08$ , P = 0.14).

**TABLA 2**  
Distribución de una población pre-escolar de Maracaibo, Venezuela, de acuerdo a los resultados de citología de impresión conjuntival

Clasificación	Población analizada (n=141)	
	n	%
Normal (n)	91	64.5
Marginal (m)	11	7.8
Anormal (a)	39	27.6
Total	141	100.0

Se consideran las citologías marginal y anormal como reflejo de déficit funcional de vitamina A (13).

**TABLA 3**  
Prevalencia de deficiencia de vitamina a determinada por citología de impresión conjuntival en una población infantil de Maracaibo - Venezuela (n = 141), de acuerdo a su procedencia

Procedencia	Citología de impresión conjuntival			
	Normal		Anormal*	
	n	%	n	%
Rural (n = 31)	16	51.6	15	48.3
Sub-urbana (n = 90)	61	67.7	29	32.2
Urbana (n = 20)	14	70.0	6	30.0

\* Se han fusionado las categorías marginal y anormal en una sola categoría.

A pesar de la aparente mayor prevalencia en la población rural, no hubo diferencia significativa:  $\chi^2 = 2.9$ , P = 0.08.

En la Tabla 4 se presenta la prevalencia de niños con CIC-A según el estado nutricional antropométrico de éstos. Con el indicador T//E, poco más de un tercio de todos los niños, tanto los adecuadamente nutridos como los ubicados en situación de riesgo de desnutrición o desnutrición franca, mostraron deficiencia sub-clínica de vitamina A. Con el indicador P//E, el 34.4% de los niños adecuadamente nutridos y el 39.5% de los desnutridos leves mostraron CIC-A; mientras que en el grupo de niños con desnutrición moderada a severa, solo el 25% presentó citología anormal indicativa de deficiencia de vitamina A. Con el indicador P//T, el 37.6% de los niños ubicados en el rango de normalidad y el 18.7% de los niños en situación de riesgo de déficit nutricional o desnutrición leve presentaron anomalía en su citología. No hubo diferencia significativa en la distribución de los resultados de la CIC en relación a los puntajes Z de los indicadores antropométricos (ver Tabla 4).

TABLA 4  
Prevalencia de déficit de vitamina A (CIC-A) en una población infantil de Maracaibo, Venezuela (n = 141), según su estado nutricional antropométrico

Puntuación Z	T//E n	CIC-A		P//E n	CIC-A		P//T n	CIC-A	
		n	%		n	%		n	%
+1 DE a >?-1DE	78	28	35.8	90	31	34.4	125	47	37.6
-1 DE a >?-2DE	44	15	34.1	43	17	39.5	16	3	18.7
-2 DE a >?-3DE	19	7	36.8	8	2	25.0	-	-	-

T//E:  $\chi^2 = 0.22$ ; P = 0.89; P//E:  $\chi^2 = 0.73$ ; P = 0.69; P//T:  $\chi^2 = 3.59$ ; P = 0.05

## DISCUSION

En el presente estudio, conducido en un grupo de pre-escolares de condición socio-económica marginal, con altas posibilidades de encontrarse en riesgo de deficiencia de vitamina A, no se observaron manifestaciones clínicas ni oftalmológicas de tal deficiencia. En vista de la frecuente asociación de desnutrición con deficiencia de vitamina A (21, 23, 25, 27, 42), evaluamos en la muestra de niños el estado nutricional por medidas antropométricas. Aplicamos puntaje Z a los datos obtenidos con los indicadores T//E, P//E y P//T porque permite que los valores puedan ser promediados y analizados estadísticamente (24, 40). En el presente estudio, la aplicación de puntaje Z permitió establecer que el 13.4% y 5.6% de esta población infantil tenían déficit moderado a severo, en talla y peso, respectivamente. Estas prevalencias son relativamente altas si se comparan con el patrón de referencia internacional. Se observó también retardo de crecimiento y déficit ponderal, leves, en el 31.2% y 30.4%

de los niños, respectivamente. La desadaptación del peso con respecto a la talla, se detectó, aunque en grado leve, en el 11.3% de los niños. La sumatoria de prevalencia de desnutrición leve y moderada permiten establecer que casi la mitad de los niños estudiados están sufriendo los rigores de una inadecuada nutrición, sacrificando su talla; y que en más de un tercio, el peso también está siendo sacrificado. La prevalencia de déficit nutricional de esta población infantil superó también el promedio nacional para Venezuela, de acuerdo a los datos reportados por el sistema de vigilancia nutricional (SISVAN) (43) de dicho país.

De acuerdo a la base global de datos de puntaje Z del NCHS-OMS (40), cuando en el análisis de una población, el promedio de puntaje Z tiende a ser menor que 0 (valor esperado para la distribución del patrón de referencia), la población entera analizada está siendo afectada; de allí que la utilización de la media del puntaje Z, como índice de monitoreo de la severidad de los problemas de nutrición de una comunidad, es importante para estar alerta y aplicar medidas de intervención cuando se requieran, no solo para aquellos que han sido clasificados como malnutridos sino para la comunidad entera. En nuestro estudio, las medias de puntaje Z obtenidas con los indicadores T//E y P//E aparecieron desviadas hacia el rango negativo ( $-0.84 \pm 1.06$  y  $-0.50 \pm 1.08$ , respectivamente, ver Tabla 1), por lo que se deduce que toda la población infantil analizada se encuentra en riesgo de déficit nutricional. Por otro lado, analizar el valor de DE de la media de distribución del puntaje Z es útil para determinar la calidad de los datos antropométricos; estos valores deberían ser constantes y cercanos al valor esperado de 1, para la distribución de referencia. Una DE de puntaje Z por encima de 1.3 sugiere datos inadecuados debido a errores en las mediciones o en la edad (40). En nuestros resultados, con los tres indicadores antropométricos utilizados, la DE de la media de la distribución de puntaje Z estuvo muy cercana a la unidad (ver Tabla 1), indicando la rigurosidad de los datos y la homogeneidad de la muestra analizada.

Como ha sido reportado por otros autores (2, 29, 30, 42), el descenso de los valores de retinol sérico y los cambios histológicos del epitelio conjuntival ocurren cuando los depósitos hepáticos de vitamina A están depletados y/o justo un poco antes de que se desarrollen los primeros signos clínicos de deficiencia de vitamina A; de allí que, la anomalía en la prueba de CIC haya sido tomada como indicador temprano de deficiencia de vitamina A. En nuestra investigación el examen clínico oftalmológico de los niños no reveló signos de deficiencia de vitamina A; mientras que la prueba de CIC mostró que el 35.4% de los niños analizados presentaban citología anormal. La prevalencia fue mayor, casi el 50%, en los niños procedentes del área rural. Sin embargo, no hubo diferencias significativas entre los valores

encontrados en la región urbana y la rural ( $\chi^2 = 2.9$ ,  $P = 0.08$ ); aunque si se aumenta la casuística de la población infantil rural, es posible que la diferencia se haga significativa.

En ocasiones, los hallazgos de la citología pueden ser afectados por otros factores, p.e, escasez o ausencia de células caliciformes o epiteliales, por fallas en la técnica de impresión, originando falsos positivos, e incluso muestras ilegibles, especialmente en niños poco cooperadores o con exceso de lágrimas, o en los niños menores de tres años (29, 31), por lo que es conveniente realizar, cuando sea posible, encuestas nutricionales (44) que apoyen los resultados. De hecho, en nuestro estudio las muestras de 16 niños fueron ilegibles y excluidas para el análisis estadístico. Por otro lado, el presente trabajo es parte de un proyecto de investigación que se conduce en nuestro laboratorio, donde se analizan, en una población mayor de niños, los valores de retinol sérico, su correlación con CIC, así como encuestas alimentarias y socio demográficas. Los resultados preliminares de estas últimas parecen indicar que una ingesta inadecuada de alimentos ricos en vitamina A o provitamina A, por bajo poder adquisitivo y escasa educación nutricional, así como problemas de salubridad en el hogar por el bajo nivel educacional de las madres, carencia de agua potable y deficiencia en el depósito de excretas, son los factores limitantes predominantes, todos, factores de riesgo de deficiencia de vitamina A (3, 36).

Al analizar los resultados de la CIC de acuerdo al estado nutricional de los niños, se constató que la deficiencia sub-clínica de vitamina A se presentaba casi en igual proporción en los niños adecuadamente nutridos, como en los que ya tenían afectados talla y peso. En los niños con desnutrición aguda leve ( $n = 16$ ) sólo el 18.7% mostró una CIC anormal. Estos resultados son sugestivos de que en la población estudiada prevalecen la deficiencia crónica de macronutrientes y un riesgo sostenido de déficit de micronutrientes como la vitamina A. El hecho de que la prevalencia de CIC anormal fuera mayor, aunque no significativa, en los niños de procedencia rural apoya esta suposición, ya que es en las poblaciones rurales donde se manifiesta con mayor intensidad la escasa disponibilidad y variabilidad de alimentos, especialmente de aquellos ricos en vitamina o pro-vitamina A, los cuales, aun estando disponibles en la comunidad, son destinados al patrón o a la venta, y no al consumo intrafamiliar (45). Además, la escasa educación nutricional y para la salud en estas comunidades agrava el proceso de déficit. De hecho, en la encuesta socio-económica realizada para este estudio, menos del 10% de las madres habían culminado la educación básica (9 años).

En la anamnesis de los niños, no se preguntó sobre ceguera nocturna, porque este criterio es muy subjetivo y depende de la agudeza de la madre en detectar tal alteración. Ningún niño presentó signos de inflamación conjuntival. Esto es

importante, ya que algunos estudios clínicos han sugerido reversibilidad de la queratinización en presencia de inflamación conjuntival, por lo que la sensibilidad y especificidad de la técnica de CIC para detectar deficiencia de vitamina A podría perderse, si está presente una conjuntivitis aguda o crónica o alguna otra inflamación ocular externa (2, 46).

Desde el punto de vista de salud pública, existe un problema de deficiencia de vitamina A, con la CIC como indicador funcional, cuando la prevalencia de citología anormal es mayor de 20% (3). En nuestro estudio, esta prevalencia límite fue sobrepasada ampliamente, tanto en la muestra de pre-escolares de las zonas urbana y sub-urbana, como en la rural; por lo que podemos indicar que en la población infantil analizada, el problema de salud pública no es solo por causa del déficit nutricional de macronutrientes sino también por deficiencia de micronutrientes como la vitamina A, lo cual amerita programas complejos de intervención nutricional (47). Tomando en cuenta que esta investigación incluye solo a tres poblaciones pediátricas, reflejando su situación de hipovitaminosis A, con estos resultados no se pretende hacer inferencia de lo que sucede con la vitamina A en la población pediátrica a nivel estatal, ni mucho menos a nivel nacional. Sin embargo, nuestros resultados eran previsibles, ya que estudios realizados por Jaffe y Entrena (48) sobre la disponibilidad de vitamina A en Venezuela, muestran que durante la década 1980-1990, este país mantuvo una oferta inadecuada, encontrándose las cifras de consumo, para los estratos poblacionales de bajos recursos, por debajo de la adecuación deseable de este micronutriente. De hecho, investigaciones realizadas en pre-escolares de estratos pobres en el Estado Carabobo (49, 50), reportan alta prevalencia de niños con valores marginales de retinol sérico. Así mismo, en un Taller sobre revisión y formulación de normas nacionales para suplementación de micronutrientes en edad pediátrica, organizado por UNICEF e INN (51) en Caracas en 1997, se estableció que los porcentajes de adecuación y los niveles de retinol sérico en los niños venezolanos de 6 meses a 12 años eran deficitarios en más del 50% de la población estudiada, siendo mayor el déficit en aquellos niños pertenecientes a grupos familiares ubicados en los estratos socio-económicos IV y V.

Se han formulado a nivel mundial diferentes estrategias para combatir y prevenir la deficiencia de vitamina A; entre éstas, la suplementación con dosis altas o bajas de vitamina A, la fortificación de alimentos, diversificación dietaria, programas de cultivos de vegetales ricos en pro-vitamina A, a nivel comunitario y familiar (3, 7, 11, 12, 52, 53). Sin embargo, estas estrategias no han sido planificadas en forma integral, involucrando a todos los sectores de la sociedad (52), por lo que los resultados no han sido siempre los esperados. En Venezuela, las instituciones gubernamentales

de salud y nutrición han aplicado desde 1993, estrategias para combatir la deficiencia de vitamina A (54) mediante fortificación obligatoria de algunos alimentos (leches y harinas de maíz y de trigo); sin embargo, persiste el problema de déficit ya que las causas subyacentes, factores de riesgo, no han sido corregidas, aun menos el problema de la desnutrición. La suplementación por vía oral a bajas dosis semanalmente, o a dosis mas altas, pero con una periodicidad mayor (hasta cuatro meses), ha mostrado un efecto preventivo en pre-escolares, no sólo por mejorar sus curvas de crecimiento, sino también por el descenso de la prevalencia de diarreas e infecciones respiratorias agudas y por la mejoría de sus condiciones hematológicas (7,8,12,14,20).

Como se ha evidenciado en este estudio, la desnutrición y el déficit sub-clínico de vitamina A coexisten en las comunidades pobres; por lo que insistimos en un programa de intervención nutricional integral que incluya suplementación, fortificación de alimentos y diversificación dietaria, asociado a un programa para mejorar la calidad de vida de las familias, su condición socio-económica, las condiciones de salubridad e higiene, los servicios de agua potable y disposición de excretas y, primordialmente, elevar su nivel educacional, incluyendo la educación nutricional y para la salud.

## REFERENCIAS

1. Wittpenn JR, Tseng S, Sommer A. Detection of early xerophthalmia by impression cytology. *Arch Ophthalmol* 1986; 104: 237-9.
2. Natadisastra G, Wittpenn JR, West KP, Muhilal, Sommer A. Impression cytology for detection of vitamin A deficiency. *Arch Ophthalmol* 1987; 105: 1224-8.
3. Underwood B. Hypovitaminosis A: International Programmatic Issues. *J Nutrition* 1994; 124:1467S-1472S.
4. Sommer A, Katz J, Tarwotjo J, Increased risk of respiratory disease and diarrhoea in children with pre-existing mild vitamin A deficiency. *Am J Clin Nutr* 1984; 40: 1090-5.
5. Coutsoudis A, Mametja D, Jinabhar Ch, Couvadia H. Vitamin A deficiency among children in a periurban South African settlement. *Am J Clin Nutr* 1993; 57: 904-7.
6. Butler JC, Havens PL, Sowell AL, Huff DL, Peterson DE, Day SE, Chusid MJ, Bennin RA, Circo R, Davis JP. Measles severity and serum retinol (vitamin A) concentration among children in the United States. *Pediatrics* 1993; 91: 1176-1181.
7. Sommer A. Vitamin A, infectious disease and childhood mortality: A 2c Solution?. *J Infect Dis* 1993; 167: 1003-7.
8. Barreto ML, Santos MLP, Assis AMO, Araujo MPN, Farenzena GG, Santos PAB, Fiaccone RL. Effect of vitamin A supplementation on diarrhea and acute lower-respiratory-tract infections in young children in Brazil. *Lancet* 1994; 344: 228-231.
9. Olson JA. Hypovitaminosis A: Contemporary scientific issues. *J Nutrition*. 1994; 124: 1461S-6S.
10. Fawzi WW, Herrera MG, Willett WC, Nestel P, El Amin A, Mohamed KA. Dietary vitamin A intake and the incidence of diarrhea and respiratory infection among sudanese children. *J Nutrition* 1995; 125: 1211-1221.
11. Solomons NW. Vitamin A and developing countries. *Internat Child Health* 1995; 6: 33-47.
12. Semba RD. Vitamin A as "Anti-infective" therapy, 1920-1940. *J Nutrition* 1999; 129: 783-791.
13. Amedee-Manesme O, Luzeau R, Wittpenn JR, Hank A, Sommer A. Impression cytology detects subclinical vitamin A deficiency. *Am J Clin Nutr* 1988; 47: 875-8.
14. Fawzi WW, Herrera MG, Willett WC, El Amin A, Nestel P, Lipsitz S, Spiegelman D, Mohamed KA. Vitamin A supplementation and dietary vitamin A in relation to the risk of xerophthalmia. *Am J Clin Nutr* 1993; 58: 385-391.
15. McCullough FS, Northrop-Clewes CA, Thurnham DI. The effect of vitamin A on epithelial integrity. *Proc Nutr Soc* 1999; 58: 289-293.
16. Lippman SM, Meyskens Jr FL. Vitamin A derivative in the prevention and treatment of human cancer. *J Am Coll Nutr* 1988; 7: 269-284.
17. Min Lee I. Antioxidant vitamins in the prevention of cancer. *Proc Ass Amer Physicians* 1999; 111: 10-15.
18. Kritchevsky SB. B-carotene, carotenoids and the prevention of coronary heart disease. *J Nutrition* 1999; 129: 5-8.
19. Araujo RL, Araujo MB, Sieiro RO, Machado RD, Leite BV. Diagnosis of hipovitaminosis A and nutritional anemia status in the population of Vale do Jequitinhonha, Minas Gerais, Brazil. *Arch Latinoam Nutr* 1986; 36: 642-653.
20. Mejia LH, Chew F. Hematological effect of supplementing anemic children with vitamin A alone and in combination with iron. *Am J Clin Nutr* 1988; 48: 595-600.
21. Carlier C, Moulia-Pelat JP, Ceccom JF, Monroy MS, Ameline B, Fall M, N'Diaye M, Amedee-Manesme O. Prevalence of malnutrition and vitamin A deficiency in the Diourbel, Fatick and Kaolack regions of Senegal: feasibility of the method of impression cytology with transfer. *Am J Clin Nutr* 1991; 53: 66 -9.
22. Carlier C, Costa J, Etchepan M, Amedee-Manesme O. Conjunctival impression cytology with transfer as field-applicable indicator of vitamin A status for mass screening. *Int J Epidemiol* 1992; 21: 373-380.
23. Fuchs GJ, Ausayakhun S, Ruckphaopunt S, Tansuhaj A, Suskind RM. Relationship between vitamin A deficiency, malnutrition, and conjunctival impression cytology. *Am J Clin Nutr* 1994; 60: 293-8.
24. Waterlow JC. Evaluación del estado nutricional en la comunidad. En Waterlow JC editor, *Malnutrición protéico-energética*. Publicación científica No. 555. Organización Panamericana de la Salud. OMS. Washington, D.C., 1996; 160-280.
25. Khandait DW, Vasudeo ND, Zodpey SP, Kumbhalkar DT, Koram MR. Subclinical vitamin A deficiency in undersix children in Nagpur, India. *Southeast Asian J Trop Med Public Health* 1998; 29: 289-292.
26. Nestel P, Melasa A, Rosado J, Mora JO. Vitamin A deficiency an anemia among children 12-71 months old in Honduras. *Rev Panam Salud Publica* 1999; 6: 34-43.

27. Rankins J, Green NR, Tremper W, Stacewicz - Sapuntzakis M, Phyllis B, Ndiaye M. Undernutrition and vitamin A deficiency in the Department of Linguère, Louga region of Sénégal. *Amer J Clin Nutr* 1993; 58: 91-7.
28. Natadisastra G, Wittpenn JR, Muhilal, West KP, Mele L, Sommer A. Impression cytology: a practical index of vitamin A status. *Am J Clin Nutr* 1988; 48: 695-701.
29. Gadomsky AM, Kjolhede CL, Wittpenn J, Buhn J, Rosas AR, Forman MR. Conjunctival impression cytology (CIC) to detect subclinical vitamin A deficiency: comparison of CIC with biochemical assesment. *Am J Clin Nutr* 1989; 49: 495-500.
30. Kjolhede C, Gadomsky AM, Wittpenn J, Bulux J, Rosas A, Solomons NW, Brown KH, Forman MR. Conjunctival impression cytology: feasibility of a field trial to detect subclinical vitamin A deficiency. *Am J Clin Nutr* 1989; 49: 490-4.
31. Rahman MM, Mahalanabis D, Wahed MA, Islam M, Habte D, Khaled MA, Alvarez JO. Conjunctival impression cytology fails to detect subclinical vitamin A deficiency in young children. *J Nutrition* 1995; 125: 1869-1874.
32. Chowdhury S, Kumar R, Ganguly NK, Kumar L, Verma M, Walia BN. Dynamics of conjunctival impression cytologic changes after vitamin A supplementation. *Br J Nutr* 1997; 77: 863-9.
33. Singh M, Singh G, Dwevedi S, Singh K, Kumar D, Tiwari A, Aggarwal M. Conjunctival impression cytology in xerophthalmia among rural children. *Indian J Ophthalmol* 1997; 45: 25-9.
34. Polizzi A, Schenone M, Sacca SC, Burlando S, Freedman D, Marimari G, Cuneo S, Rovida S, Formelli F, Camerini G. Role of impression cytology during hypovitaminosis A. *Br J Ophthalmol* 1998; 82: 303-5.
35. Usen SO, Akinyinka OO, Akanni OA, Ajaiyeoba IA, Falade AG, Osinusi K, Akang EE. Conjunctival impression cytology with transfer in the assessment of vitamin A status in Nigerian children. *Acta Cytol* 1999; 43: 416-421.
36. Rosen DS, Sloan NL, del Rosario A, de la Paz TC. Risk factors for vitamin A deficiency in rural areas of the Philippines. *J Trop Pediatr* 1994; 40: 82-7.
37. Moreira EE, Valdés AI, Rojo M, Martínez - Canalejo H, López IR, Pacheco Y. Vitamina A, citología conjuntival y complicaciones clínicas en niños hospitalizados por neumonía. *Bol Oficina Sanit Panam* 1996; 121: 283-290.
38. Bates CJ. Vitamin A. *Lancet* 1995; 345: 31-5.
39. Méndez Castellano H, Méndez MC. Estratificación social y biología humana. *Arch Venez Puer Ped* 1986; 49: 93-104
40. WHO (1995) Physical status : The use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO Expert Committee. WHO Technical report Series No 854. Geneva : World Health Organization.
41. ICEPO. Training Manual. Assessment of vitamin A status by impression cytology. The Johns Hopkins University School of Medicine. International Center for Epidemiologic and Preventive Ophthalmology. Baltimore. MD. USA. 1988; pp 1-27.
42. Reddy V, Rao V, Arunjyothi, Reddy M. Conjunctival impression cytology for assessment of vitamin A status. *Am J Clin Nutr* 1989; 50: 814-7.
43. Sistema de Vigilancia Alimentaria y Nutricional (SISVAN) Instituto Nacional de Nutrición. Boletín informativo sobre el estado nutricional de los niños menores de 15 años. 1994-1997. Caracas, Venezuela 1998.
44. Wang G, Brun TA, Geissler CA, Parpia B, Root M, Ming L, Campbell TC, Chen J. Vitamin A and carotenoid status in rural china. *Br J Nutr* 1996; 76: 809-820.
45. Navarrete-Navarro S, Avila-Figueroa C, Beltran-Silva S, Cashat-Cruz M, Hernández-Hernández DN, Santos-Preciado JI. Deficiencia de vitamina A: frecuencia y características clínicas en dos poblaciones del Estado de Chiapas. *Bol Med Hosp Infant Mex* 1995; 52: 280-6.
46. Lietman TM, Dhital SP, Dean D. Conjunctival impression cytology for vitamin A deficiency in the presence of infectious trachoma. *Br J Ophthalmol* 1998; 82: 1139-1142.
47. Coskun T. Blinding and immunocompromising malnutrition : vitamin A deficiency. *IPA J Int Child Health* 1998; 9: 1-17 - <http://www.ipor-france.net>.
48. Jaffe W, Entrena A. La situación de vitamina A en Venezuela. *An Venez Nutr* 1993; 6:19-24.
49. Yépez CE, Ludovic I, Naranjo RS, Solano-Rodriguez L. Niveles séricos de vitamina A, C y E en una población pre-escolar del municipio Los Guayos, Estado Carabobo (Resumen). *Arch Latinoam Nutr* 1994; 44: 42S-3S.
50. Solano L, Meertens L, Peña E, Arguello F. Situación actual de micronutrientes en Venezuela. *An Venez Nutr* 1998; 11: 48-54.
51. UNICEF-INN (Organizadores). Taller de revisión y formulación de normas nacionales para suplementación de micronutrientes en edad pediátrica. *Reseñas de Nutrición*, 1997; 2, Supl 3.
52. Underwood BA, Smitasiri S. Micronutrient malnutrition: Policies and programs for control and their implications. *Annu Rev Nutr* 1999; 19: 303-324.
53. Filteau SM, Tomkins AM. Promoting vitamin A in low - income countries. *Commentary. Lancet* 1999; 353: 1458-9.
54. Chávez Pérez JF. Políticas de agregados de nutrientes a los alimentos. La experiencia venezolana. En : Ediluz (Eds). *Nutrición y Calidad de Vida. Memorias de las IV Jornadas Científicas XXX Aniversario de La Escuela de Nutrición y Dietética, Facultad de Medicina, Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela. 1998; pp 20-6.*

Recibido: 13-02-2000

Aceptado: 11-10-2000

## Niveles de zinc en leche humana de término y pretérmino

Ronayne de Ferrer P.A., Weisstaub A., López N., Ceriani Cernadas J.M.

Universidad de Buenos Aires, Hospital Italiano, Buenos Aires, Argentina

**RESUMEN.** El zinc es un elemento esencial, muy importante para el crecimiento y desarrollo temprano y para una adecuada inmunocompetencia, cuya deficiencia puede ser especialmente crítica en neonatos prematuros. Algunos estudios han hallado valores anormalmente bajos de zinc en leche pretérmino.

El objetivo de este trabajo fue determinar si los niveles de zinc en leche de término y pretérmino en nuestra población presentaban valores normales y si se observaban diferencias entre ambos tipos de leche, durante el primer mes de lactancia. Para ello, se analizaron muestras obtenidas de madres de 24 neonatos pretérmino y 20 de término (edad gestacional  $30,9 \pm 0,5$  y  $39,5 \pm 0,2$  semanas, respectivamente). Se mantuvieron a  $-20^{\circ}\text{C}$  hasta su análisis por espectrometría de absorción atómica, previa digestión con ácido nítrico. Tanto en la leche de término como en la pretérmino, los niveles de zinc estuvieron dentro de valores normales, sin que se registraran diferencias significativas entre estos dos tipos de leche. Se observó una tendencia decreciente en el tiempo, que fue significativa entre las muestras de calostro y las de leche madura (ANOVA,  $p < 0,05$ ). En el grupo de término, las concentraciones de zinc en calostro y leche madura ( $\mu\text{g/mL}$ ) ( $X \pm \text{ESM}$ ) variaron entre  $6,96 \pm 0,69$  y  $2,44 \pm 0,11$ , mientras que en el grupo de pretérmino lo hicieron entre  $6,20 \pm 0,89$  y  $2,28 \pm 0,54$ . Se concluye que el contenido de zinc en la leche de pretérmino no fue significativamente menor que en la leche de término.

**Palabras clave:** Zinc, leche humana, recién nacido prematuro.

**SUMMARY.** Zinc levels in term and preterm milk. Zinc is an essential element, important for early growth and development, and immune competence, which deficiency might be especially critical in preterm infants. Since published data have shown that some preterm milks have abnormally low zinc values, we decided to measure zinc levels in term and preterm milk, in order to assess if they were within normal values and if there were differences between both groups. Samples from 24 preterm and 20 term mothers (mean gestational age,  $30.9 \pm 0.5$  and  $39.5 \pm 0.2$  weeks, respectively) were collected and kept at  $-20^{\circ}\text{C}$  until analyzed by atomic absorption spectrophotometry, prior wet ashing with nitric acid.

Both term and preterm milk showed zinc values within normal levels. No significant differences were registered between them. A decreasing trend was observed along time, which was significant between colostrum and mature milk samples (ANOVA,  $p < 0.05$ ). In the term group, zinc concentrations in colostrum and mature milk ( $\mu\text{g/mL}$ ) ( $X \pm \text{SEM}$ ) varied between  $6.96 \pm 0.69$  y  $2.44 \pm 0.11$ , while in the preterm group the values were  $6.20 \pm 0.89$  y  $2.28 \pm 0.54$ . According to our results, zinc values in human milk were comparable between preterm and term mothers.

**Key words:** Zinc, human milk, premature infant

### INTRODUCCION

El zinc es un elemento esencial para el ser humano; es cofactor de más de 200 enzimas involucradas en diversas vías metabólicas y juega un papel fundamental en la regulación de la transcripción, uniéndose a proteínas nucleares, para formar complejos llamados «zinc fingers» (1). Es muy importante no sólo para el crecimiento y desarrollo temprano sino también para una adecuada inmunocompetencia. Estudios recientes (2-4) han sugerido que el zinc podría ser, junto con el nitrógeno, un nutriente limitante del crecimiento neonatal, si bien hay discrepancias al respecto (5,6). El zinc interviene en la estructura y función cerebral y se cree que su deficiencia podría llevar a retrasos en el desarrollo neurocognitivo (7,8).

Se considera que el estado nutricional con respecto a este mineral en neonatos de término amamantados es adecuado, si el aporte de leche es suficiente, ya que los niveles de zinc en etapas tempranas de la lactancia cubrirían los requerimientos (9,10). Sin embargo, su deficiencia puede ser especialmente crítica en neonatos prematuros. Diversos estudios (11-15) han hallado valores anormalmente bajos de zinc en leche pretérmino; incluso, publicaciones recientes (16,17) han informado sobre casos de deficiencia transitoria de zinc en neonatos de término, debidos a la misma causa. El objetivo de este trabajo fue el de determinar si los niveles de zinc en leche humana de término y pretérmino en nuestra población presentaban valores normales y si se observaban diferencias entre la leche de madres que tuvieron niños a término o prematuros, durante el primer mes de lactancia, incluyendo desde calostro hasta leche madura.

## MATERIALES Y METODOS

Las muestras de leche se recolectaron en la División Neonatología, Departamento de Pediatría, del Hospital Italiano de Buenos Aires, a lo largo del primer mes posparto, durante la mañana (entre las 10 hs y el mediodía) por vaciado total de un pecho en forma manual o por medio de una bomba. Se recogieron en envases plásticos previamente lavados con ácido nítrico y se mantuvieron a  $-20^{\circ}\text{C}$  hasta su análisis, que se realizó dentro de los 3 meses posteriores a la recolección.

Las muestras obtenidas de 24 madres de neonatos pretérmino y 20 de término (edad gestacional en semanas,  $30,9 \pm 0,5$ , rango 27 a 35, y  $39,5 \pm 0,2$ , rango 38-41, respectivamente), fueron analizadas en las Cátedras de Bromatología y Nutrición de la Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires, incluyendo calostro (2 a 5 días), leche de transición (6 a 15 días) y leche madura (>15 días posparto). Todas las mujeres eran clínicamente sanas, pertenecientes a un grupo de clase media, con cobertura social, que dieron su consentimiento para participar en el estudio, durante su internación. No se incluyeron madres adolescentes.

La edad gestacional se determinó a partir de la última fecha de menstruación y se confirmó por examen físico según Capurro y col (18). Se consideró pretérmino el rango comprendido entre 26 y 36 semanas, y término entre 38 y 42 semanas de gestación. El peso promedio de los recién nacidos fue  $1440 \pm 66$  gramos en los prematuros y  $3303 \pm 118$  gramos, en los de término. No se incluyeron embarazos múltiples.

La concentración de zinc se determinó por espectrofotometría de absorción atómica (espectrofotómetro Varian, modelo SpectrAA-20), a una longitud de onda de 213,9 nm, previa digestión con ácido nítrico, llevada a cabo en un horno de microondas con bombas Parr (19).

El análisis estadístico se realizó por análisis de varianza (ANOVA) de dos factores, utilizando el programa INSTAT, con un nivel de significación del 5%.

## RESULTADOS Y DISCUSION

No se registraron diferencias significativas en las concentraciones de zinc en leche de término y de pretérmino (Tabla), en concordancia con publicaciones previas (20-24). En ambos grupos se observó una tendencia decreciente en función del tiempo, que fue significativa entre las muestras de calostro y las de leche madura (ANOVA,  $p < 0,05$ ). Esta marcada declinación del zinc en la leche humana es fisiológica; en consecuencia, dicho comportamiento ha sido observado por numerosos investigadores (25-33), si bien no existe una explicación clara para el mismo. Es posible que los cambios en la concentración de zinc a lo largo de la lactancia se relacionen con cambios en la concentración de

sus ligandos (tales como proteínas y citrato) (25,33). Sin embargo, se ha señalado que la declinación del citrato, por ejemplo, no es tan brusca como la del zinc (34). Por otra parte, se desconoce el mecanismo que regula la captación del zinc por la glándula mamaria pero se cree que podría estar relacionado con la presencia de  $\alpha_2$ -macroglobulina (35).

TABLA  
Niveles de zinc ( $\mu\text{g/mL}$ ) (X+ESM)

	Calostro	Leche de transición	Leche de transición	Leche madura
	Días 2-5	Días 6-10	Días 11-15	Días 16-30
Pretérmino	$6,20 \pm 0,89$	$3,57 \pm 0,31$	$3,25 \pm 0,32$	$2,28 \pm 0,54$
Término	$6,96 \pm 0,69$	$4,27 \pm 0,51$	$3,36 \pm 0,31$	$2,44 \pm 0,11$
P	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.

En todos los casos los niveles de zinc estuvieron dentro de rangos normales, hasta  $12 \mu\text{g/mL}$  en calostro y entre 1 y  $3 \mu\text{g/mL}$  en leche madura (25); ninguna muestra mostró valores extremadamente bajos, tales como en los casos reportados en leches de madres de neonatos que presentaron una deficiencia transitoria de zinc (11-17), situación que resultó más frecuente en neonatos pretérmino que en los nacidos a término. La particular vulnerabilidad de los prematuros se explica en función de sus bajas reservas hepáticas y totales, en combinación con pérdidas locales excesivas y requerimientos para el crecimiento relativamente altos (36). Por este motivo, es práctica habitual la suplementación de los niños prematuros con zinc. Sin embargo, en un trabajo reciente (37) en el que se estudiaron prematuros durante el primer año de vida, se concluyó que los bebés alimentados con leche de sus propias madres en el hospital, y luego amamantados hasta los 6 meses de edad corregida, crecían normalmente y no parecían necesitar suplementos de zinc.

La secreción de zinc en la leche está estrechamente controlada, probablemente bajo regulación genética, aunque podría modificarse por el estado nutricional materno o por factores locales como la mastitis (27). También se ha indicado que las concentraciones lácteas de zinc pueden variar según el área geográfica y en grupos de distinto nivel socio-económico (6). Numerosos estudios han mostrado que no existe una correlación consistente entre las ingestas maternas de zinc durante la lactancia y su concentración láctea. Sin embargo, investigaciones recientes (32) han encontrado que la ingesta de zinc durante la gestación se correlaciona con los niveles lácteos de zinc.

Comparando las concentraciones de zinc lácteo en países desarrollados y en vías de desarrollo, mientras algunos autores (25) encuentran valores similares, otros (10) indicarían que cuando las ingestas de zinc son marginales, su concentración

en leche tiende a ser más baja. Diversas encuestas dietéticas realizadas en nuestro país (38-40) indican, tanto en mujeres embarazadas y en período de lactancia, como en estudiantes universitarios, una elevada proporción de ingestas marginales de este mineral. Por eso, se presume que en este grupo de madres, si bien no se registraron ingestas ni se midieron indicadores bioquímicos, se daría la misma situación. A pesar de ello, en el presente estudio, los niveles de zinc se encontraron dentro de rangos normales.

### CONCLUSIONES

Tanto en la leche de término como en la de pretérmino, los niveles de zinc estuvieron dentro de valores normales, sin que se registraran diferencias estadísticamente significativas entre ambos tipos de leche.

### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha realizado dentro de la Programación UBACYT (Proyectos FA044 y AB11)

### REFERENCIAS

- Portela MLPM de. Vitaminas y minerales en nutrición. Buenos Aires. López Libreros Editores S.R.L.1993.
- Dorea JG. Is zinc a first limiting nutrient in human milk? *Nutr Res* 1993; 13:659-66.
- Krebs NF, Reidinger CJ, Robertson AD, Hambidge KM. Growth and intakes of energy and zinc in infants fed human milk. *J Pediatr* 1994; 124:32-9.
- Dorea JG. Zinc in urban infants and children from Brasilia. *Arch Latinoamer Nutr* 1997; 47:39-40.
- Michaelsen KF, Samuelson G, Graham TW, Lonnerdal B. Zinc intake, zinc status and growth in a longitudinal study of healthy Danish infants. *Acta Paediatr* 1994; 83:1115-21.
- Salmenperä L, Perheentupa J, Näntö V, Siimes MA. Low zinc intake during exclusive breast-feeding does not impair growth. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 1994; 18:361-70.
- Hambidge KM. Zinc deficiency in young children. *Am J Clin Nutr* 1997; 65:160-1.
- Black MM. Zinc deficiency and child development. *Am J Clin Nutr* 1998; 68 (suppl): 464S-9S.
- Paul AA, Bates CJ, Prentice A, Day KC, Tsuchiya H. Zinc and phytate intake of rural Gambian infants: contribution from breastmilk and weaning foods. *Int J Food Sci Nutr* 1998; 49:141-55.
- Krebs NF. Zinc supplementation during lactation. *Am J Clin Nutr* 1998; 68 (suppl): 509S-12S.
- Zimmerman AW, Hambidge KM, Lepow ML, Greenberg RD, Stover ML, Casey CE. Acrodermatitis in breast-fed premature infants: evidence for a defect of mammary zinc secretion. *Pediatrics* 1982; 69:176-83.
- Atkinson SA, Whelan D, Whyte RK, Lönnerdal B. Abnormal zinc content in human milk. Risk for development of nutritional zinc deficiency in infants. *AJDC* 1989; 143: 608-11.
- Heinen F, Matern D, Pringsheim W, Leititis JU, Brandis M. Zinc deficiency in an exclusively breast-fed preterm infant. *Eur J Pediatr* 1995; 154:71-5.
- Stapleton KM, O'Loughlin E, Relic JP. Transient zinc deficiency in a breast-fed premature infant. *Australas J Dermatol* 1995; 36:157-9.
- Piela Z, Szuber M, Mach B, Janniger CK. Zinc deficiency in exclusively breast-fed infants. *Cutis* 1998; 61:197-200.
- Stevens J, Lubitz L. Symptomatic zinc deficiency in breast-fed term and premature infants. *J Paediatr Child Health* 1998; 34:97-100.
- Inoue K, Kito M, Kato S, Osawa M, Okuda H, Yabuta K, Maeda T. A case of acquired zinc deficiency in a mature breast-fed infant. *J Perinat Med* 1998; 26:495-7.
- Capurro H, Konichesky S, Fonseca D, Caldeyro Barcia R. A simplified method for diagnosis of gestational age in the newborn infants. *J Pediatr* 1978; 93:120-2.
- Sapp RE, Davidson SD. Microwave digestion of multi-component foods for sodium analysis by atomic absorption spectrometry. *J Food Sci* 1991; 56:1412-14.
- Sann L, Bienvenu F, Lahet C, Bienvenu J, Bethenod M. Comparison of the composition of breast milk from mothers of term and preterm infants. *Acta Paediatr Scand* 1981; 70: 115-6.
- Mendelson RA, Anderson GH, Bryan MH. Zinc, copper and iron content of milk from mothers of preterm and full-term infants. *Early Hum Dev* 1982; 6:145-51.
- Butte NF, Garza C, Johnson CA, O'Brian-Smith E, Nichols BL. Longitudinal changes in milk composition of mothers delivering preterm and term infants. *Early Hum Dev* 1984; 9:153-62.
- Atkinson SA. Effects of gestational stage at delivery on human milk components. In: Jensen RG, editor. *Handbook of milk composition*. San Diego, CA: Academic Press, 1995: 222-37.
- Friel JK, Andrews WL, Jackson SE, Longerich HP, Mercer C, McDonald A et al. Elemental composition of human milk from mothers of premature and full-term infants during the first 3 months of lactation. *Biol Trace Element Res* 1999; 67:225-47.
- Casey CA, Smith A, Zhang P. Microminerals in human and animal milks. In: Jensen RG, editor. *Handbook of milk composition*. San Diego, CA: Academic Press, 1995:622-74.
- Hurley LS, Lönnerdal B. Trace elements in human milk. In: Hanson LA, editor. *Biology of human milk*, Nestlé Nutrition Workshop Series, Vol 15. Nestec Ltd, Vevey, Raven Press Ltd, New York, 1988:75-94.
- Casey CE, Neville MC, Hambidge KM. Studies in human lactation: secretion of zinc, copper, and manganese in human milk. *Am J Clin Nutr* 1989; 49:773-85.
- Anderson RR. Longitudinal changes of trace elements in human milk during the first 5 months of lactation. *Nutr Res* 1993; 13:499-510.
- Agget PJ. Cinc. En: *Elementos traza en pediatría*. Anales Nestlé Vol 51, NESTEC S.A., Vevey, Suiza, 1994:15-29.

30. Robberecht H, Benemariya H, Deelstra H. Daily dietary intake of copper, zinc, and selenium of exclusive breast-fed infants of middle-class women in Burundi, Africa. *Biol Trace Element Res* 1995; 49:151-9.
31. Carias D, Velasquez G, Cioccia AM, Piñero D, Inciarte H, Hevia P. Variaciones temporales en la composición y aporte de macronutrientes y minerales en leches maternas de mujeres venezolanas. *Arch Latinoamer Nutr* 1997; 47:110-7.
32. Ortega RM, Andrés P, Martínez RM, López-Sobaler AM, Quintas ME. Zinc levels in maternal milk: the influence of nutritional status with respect to zinc during the third trimester of pregnancy. *Eur J Clin Nutr* 1997; 51:253-8.
33. Rossipal E, Krachler M. Pattern of trace elements in human milk during the course of lactation. *Nutr Res* 1998; 18:11-24.
34. Poiffait A, Adrian J. Composition minérale du lait de femme: 2- Oligoelements. *Med et Nut* 1994; XXX:63-71.
35. Lönnerdal B. Effect of milk and milk components on calcium, magnesium, and trace element absorption during infancy. *Physiol Rev* 1997; 77:643-69.
36. Salmenperä L. Detecting subclinical deficiency of essential trace elements in children with special reference to zinc and selenium. *Clin Biochem* 1997; 30:115-20.
37. Wauben I, Gibson R, Atkinson S. Premature infants fed mothers' milk to 6 months corrected age demonstrate adequate growth and zinc status in the first year. *Early Hum Dev* 1999; 54:181-94.
38. Ronayne de Ferrer PA, Delfino SB, Sambucetti ME, López N, Ceriani Cernadas JM. Zinc intakes in two groups of lactating mothers. *FASEB J* 1997; 11:A400 (Abstract 2319)
39. Portela ML, Weisstaub A. Zinc nutritional evaluation of pregnant healthy women from Buenos Aires. *FASEB J* 1998; 12:A345 (Abstract 2003)
40. Portela ML, Weisstaub AR. Basal urinary zinc/creatinine ratio as an indicator of dietary zinc intake in healthy adult women. *J Am Coll Nutr* 2000; 19:413-7.

Recibido: 20-01-2000

Aceptado: 18-09-2000

## Prevalencia de anemia, deficiencia de hierro y folatos en niños menores de siete años. Costa Rica, 1996

*Louella Cunningham, Adriana Blanco, Sara Rodríguez, Melany Ascencio*

Instituto Costarricense de Investigación y Enseñanza en Nutrición y Salud "Inciensa". Costa Rica

**RESUMEN.** En 1996, se estudiaron en Costa Rica 961 niños con edades comprendidas entre uno y seis años, con representación por zona metropolitana, resto urbano y rural del país. Se aplicaron los criterios de clasificación emitidos por la Organización Panamericana de la Salud y la Organización Mundial de la Salud. La población preescolar presentó en el ámbito nacional una prevalencia de anemia del 26,3 % (niños de 1 a 4 años con hemoglobina <11,0 g/dL y los de 5 a 6 años de edad con hemoglobina <12,0 g/dL). La prevalencia de reservas de hierro depletadas (ferritina <12 ng/mL) y deficiencia de hierro (Ferritina <24 ng/mL) fueron de 24,4% y 53,8%, respectivamente. La deficiencia de folatos (<6,0 ng/mL) fue de 11,4%. La deficiencia de hierro fue mayor en niños menores de 4 años, encontrándose la máxima deficiencia en los niños de 1 año de edad (75%). Más del 40% de los niños preescolares presentaron deficiencia sub-clínica de hierro; de ellos, el 10% mostró deficiencia severa de hierro sin presencia de anemia. Los niños de la zona rural presentaron la mayor prevalencia de anemia y reservas de hierro depletadas, mientras que en la zona metropolitana se encontró con más frecuencia deficiencia de hierro. Las anemias nutricionales aún constituyen un problema moderado de salud pública en Costa Rica. La principal causa es la deficiencia de hierro, asociada en menor proporción con la deficiencia de folatos y otros factores asociados con la eritropoyesis.

**Palabras clave:** Anemia, eritropoyesis, hierro, folatos, ferritina, deficiencia nutricional.

**SUMMARY.** *Prevalence of anemia, iron deficiency and folate in children smaller than seven years. Costa Rica, 1996.* In 1996, were studied in Costa Rica 961 children with ages between one and six years, with representation for metropolitan, urban and rural zones of the country. The classification approaches applied were emitted by the Pan-American Health Organization and the World Health Organization. The preschooler population presented in the national environment a prevalence of anemia of 26,3% (children from 1 to 4 years with hemoglobin < 11,0 g/dL and those from 5 to 6 years old with hemoglobin < 12,0 g/dL). The prevalence of Iron depletion (Ferritin < 12 ng/mL) and iron deficiency (Ferritin < 24 ng/mL) were 24,4% and 53,8%, respectively. The folate deficiency (< 6,0 ng/mL) was 11,4%. The iron deficiency was higher in children smaller than 4 years, being the maximum deficiency in the 1 year-old (75%). More than 40% of the preschool children presented sub-clinical deficiency of iron; of them, 10% showed severe deficiency of iron without presence of anemia. The children from the rural area presented the highest prevalence of anemia and iron depletion, while the metropolitan area met more frequency with iron deficiency. The nutritional anemias still constitute a moderate problem of public health in Costa Rica. The main cause is iron deficiency, associated in small proportion with folate deficiency and other factors associated with the erythropoiesis.

**Key words:** Anemia, erythropoiesis, iron, folate, ferritin, nutritional deficiency.

### INTRODUCCION

El hierro es un micronutriente indispensable para el organismo humano ya que participa en gran variedad de procesos biológicos, tales como la eritropoyesis, en donde interviene en los procesos de división celular y síntesis de hemoglobina (1-3). Además, es fundamental para el funcionamiento apropiado de numerosas enzimas, por lo que su deficiencia puede deteriorar una amplia gama de funciones metabólicas incluida la respuesta inmunológica (2,3). El ácido fólico por su parte, es una vitamina que interviene en la reproducción celular y en la formación y crecimiento de diversos tejidos como son las células de la sangre (4). Ocupa el segundo lugar como causa en las anemias nutricionales y se debe a dietas escasas en folatos, su deficiencia puede

prevalecer en la población sin producir anemia obvia (5,6). Otros micronutrientes que pueden actuar como agentes etiológicos de anemia son la vitamina B<sub>12</sub> y vitamina A (5,7).

La deficiencia de hierro es un desorden nutricional de alta prevalencia y la causa más común de anemia en todo el mundo (5). Afecta dos mil millones de personas, más de la mitad de las cuales presentan anemia. Los grupos más susceptibles a esta deficiencia son las mujeres en edad fértil, niños preescolares y el adulto mayor (8,9). En los niños menores de tres años, esta deficiencia se debe en gran parte al aporte insuficiente, baja disponibilidad de hierro en la dieta y al aumento en el requerimiento del mineral debido al rápido crecimiento durante los dos primeros años de vida (2,9).

La forma más grave de la deficiencia de hierro es la anemia y cuando ésta es moderada o severa se asocia a un

aumento de la mortalidad y de la susceptibilidad a las infecciones, disminución de la habilidad en el aprendizaje y del rendimiento físico, entre otras (5,9). Los niños pequeños son más vulnerables a esta deficiencia y aún sin presentar anemia, sufren alteraciones en el desarrollo psicomotor, problema que no puede ser corregido en su totalidad con el suplemento de hierro (10-12).

La prevalencia de anemia muestra grandes variaciones en el mundo y se presenta con mayor frecuencia en países poco desarrollados (7,13-15). Desde hace treinta años en Costa Rica se identificó la anemia por carencia de hierro, como el cuarto y bien definido problema nutricional (6). La encuesta realizada en 1982 mostró una prevalencia de anemia de 21,7% en niños menores de seis años de edad (16).

En América Latina se ha estimado que del 20 al 25% de los niños preescolares sufren de anemia, que en la mayoría de los casos se debe a la deficiencia de hierro (14). Guatemala reporta en su última encuesta una prevalencia nacional de anemia del 26,0% con una mediana de 11,7 g/dL para niños de uno a cinco de edad (15).

En general se dispone de poca documentación sobre la deficiencia de folatos en el ámbito mundial. Esta deficiencia con mucha frecuencia es enmascarada por la severidad y dominio de la deficiencia de hierro (6,7). En 1966, en Costa Rica se encontró niveles deficientes de folatos séricos en el 19 y 9% de la población rural y urbana, respectivamente (6).

El objetivo del estudio fue evaluar la situación nutricional de la población preescolar de Costa Rica mediante análisis hematológicos y bioquímicos, con el fin de orientar las políticas, planes y programas nacionales relacionadas con el campo alimentario nutricional.

## METODOS

### Muestra

Se estudió 961 niños en edades comprendidas entre uno y seis años, con representación por zona metropolitana, resto urbano y zona rural de Costa Rica. La estimación del tamaño de la muestra se hizo para un diseño de muestreo simple aleatorio, mediante el procedimiento de Fleiss (17), con un efecto de diseño de 1,5 para ajustar por el diseño por conglomerado. El diseño del estudio se efectuó por conglomerado bietápico. En la primera etapa se seleccionó por muestreo aleatorio sistemático 114 segmentos censales del marco muestral de la Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples de la Dirección General de Estadística y Censos. En la segunda etapa, se seleccionaron por muestreo aleatorio sistemático 11 hogares con niños preescolares por segmento, los cuales habían sido previamente identificados. La determinación de ferritina se realizó en 266 preescolares tomados de una submuestra de 30 segmentos, mediante muestreo aleatorio sistemático.

Las muestras de sangre se obtuvieron entre los meses de mayo y agosto de 1996.

### Determinaciones

A cada niño se le tomó una muestra de sangre, previo consentimiento informado de los padres, mediante punción venosa en tubos para sangrado al vacío con heparina de sal de amonio como anticoagulante. Las muestras fueron trasladadas el mismo día de la toma, en cadena de frío, a los laboratorios del Instituto Costarricense de Investigación y Enseñanza en Nutrición y Salud (**Incinsa**), para ser procesadas en un período de tiempo no mayor de ocho horas después de su recolección. Luego de determinar la concentración de hemoglobina (Hb), las muestras fueron centrifugadas a 1500 r.p.m. por 10 minutos a 4°C, los plasmas se transvasaron a viales eppendorf y se almacenaron a -70°C para análisis posteriores. A las 961 muestras efectivas (52% niñas, 48% niños) también se les determinó la concentración de folatos. En una submuestra de 266 niños (27,6% del total), seleccionados por medio de un muestreo simple aleatorio, se analizó el estado de la ferritina plasmática.

La concentración de hemoglobina se determinó por el método colorimétrico de cianometahemoglobina (CNMHb). Se usó el diluyente de Van Kampen y Zijlstra, estándares de CNMHb y hemolizado control (lote N° H420797) del Centro de Investigaciones en Hemoglobinas Anormales y Trastornos Afines (CIHATA) de la Universidad de Costa Rica (18).

Las concentraciones de ferritina y folatos se determinaron mediante métodos radioinmunométricos de fase sólida de la casa comercial Diagnostic Products Corporation (DPC), IRMA y RIA, respectivamente (19,20). Se usó controles CON 4, 5 y 6 de la casa DPC, lote N° 015 y se valoró la variabilidad intra e inter-ensayo de las mismas. La validez de los ensayos estuvo dada por los indicadores de control de calidad interna: unión máxima y unión no específica (21).

Se clasificó a los niños en anémicos y deficientes en hierro con base a las normas internacionales emitidas por la Organización Panamericana de la Salud (22) y la Organización Mundial de la Salud (22). Se consideró anémicos a los niños de 1 a 4 años con Hb menor a 11,0 g/dL y a los de 5 a 6 años con Hb menor a 12,0 g/dL (23). Se realizaron ajustes por altitud a razón de 0,2g/dL por cada 500 metros después de 1000 metros de altura. La concentración de Hb menor de 7,0 g/dL se clasificó como anemia severa; concentraciones entre 7,0 y 9,9 g/dL como moderada y se consideró anemia leve hemoglobinas de 10,0 a 10,9 g/dL para niños menores de 5 años y de 10,0 a 11,9 g/dL para niños de 5 ó más años (24).

Se definió al niño con deficiencia de hierro leve, aquel cuyo valor de ferritina se encontró dentro del rango de 18 a 23 ng/mL; niños con deficiencia moderada, entre 12 y 17 ng/mL y niños con deficiencia severa, ferritinas menores de

12 ng/mL (22). Valores mayores de 300 ng/mL se clasificaron como niveles altos de ferritina.

La deficiencia de folatos se denominó como severa cuando las concentraciones fueron menores de 3 ng/mL, moderada cuando se hallaron entre 3,0-5,9 ng/mL. Se consideraron niveles normales de folatos los valores entre 6-20 ng/mL y los mayores de 20 ng/mL como niveles altos (23).

### Análisis de la información

Para el análisis de los datos se utilizó métodos estadísticos descriptivos con corrección de los límites de confianza por efecto de diseño muestral. El análisis de regresión simple y la determinación de las medianas también se realizaron mediante el programa Epi info, Versión 6 del CDC de Atlanta, USA (25).

## RESULTADOS

Se obtuvieron 1191 muestras de sangre total de las cuales se descartaron 230 (19,3%); el 16,3% por hemólisis producida durante la toma, transporte y/o procesamiento de las mismas y el 3% por ambigüedad en los datos. Se procesaron 961 muestras (80,7%), cantidad adecuada para la representación de la población estudiada en las diferentes zonas del país.

Los parámetros de control de calidad interno de la determinación de hemoglobina (n=30) mostraron una variabilidad intra-ensayo de 1,2% e inter-ensayo de 9,6%. En los ensayos radioinmuno-métricos (n=7) se obtuvo una unión máxima de 65,0±9,2 y 35,7±4,2% y la unión no específica fue de 0,19±0,04 y 0,46±0,28% para ferritina y folatos, respectivamente. La variabilidad intra-ensayo se evaluó únicamente para el método de la ferritina y fue de 5,3%. La variabilidad inter-ensayo fue de 11,0% y 16,6% para ferritina y folatos, respectivamente. Se trabajó con una sensibilidad de 0,5 ng/mL para la ferritina y de 0,3 ng/mL en el caso de los folatos.

La prevalencia de anemia en la población preescolar fue de 26,3% (26,5% en niños y 26,2% en niñas), deficiencia severa de hierro 24,4%, algún grado de deficiencia de hierro 53,8% y de folatos 11,4%. Se encontró que en la distribución de la anemia, la edad es un factor crítico. El grupo de niños con mayor prevalencia de deficiencia severa de hierro (reservas de hierro depletadas) fueron los de 1 y 2 años de edad y con reservas de hierro bajas los menores de 4 años, la máxima deficiencia por edad fue en niños de 1 año (75,0%). La distribución de la deficiencia de folatos según la edad fue bastante homogénea, los niños de 5 y 6 años fueron los menos afectados (p< 0.05) (Tabla 1).

TABLA 1  
Prevalencia nacional de anemia, deficiencia de hierro y de folatos en niños de 1 a 6 años de edad.  
Costa Rica, 1996

Edad años	Anemia (%)*	Algún grado de deficiencia de hierro (%)**	Deficiencia severa de hierro (%)**	Algún grado de deficiencia de folatos (%)*
1	37,2***	75,0***	45,0***	12,9
2	24,2	57,1***	35,7***	15,3***
3	16,6	60,9***	21,7	11,9
4	10,2	50,9	17,5	13,6
5	35,6***	44,4	13,3	8,0
6	34,1***	40,0	22,0	9,0
Total	26,3	53,8	24,4	11,4

\* : En 961 niños    \*\* : En 266 niños    \*\*\*: Niños más afectados

Anemia\*

Niños de 1 a 4 años: Hemoglobina < 11,0 g/dL, Niños de 5 a 6 años: Hb < 12,0 g/dL

Hierro\*\*

Def. severa: Ferritina < 12 ng/mL, Def. moderada: Ferritina de 12-17 ng/mL y Def. leve: Ferritina de 18-23 ng/mL

Folatos\*

Def. severa: Folatos < 3,0 ng/mL, Def. moderada: Folatos de 3,0 - 5,9 ng/mL.

Se encontró una mayor prevalencia de la deficiencia severa de hierro con respecto a la moderada y la leve; menos del 50% de la población posee reservas de hierro adecuadas. La prevalencia de la deficiencia severa de folatos fue baja (2,3%) con relación a la moderada. El 22,4% de los niños presentaron niveles altos de folatos plasmáticos (Tabla 2).

TABLA 2  
Magnitud de la prevalencia nacional de la deficiencia de hierro y folatos en niños de 1 a 6 años de edad.  
Costa Rica, 1996

Magnitud	Prevalencia de la deficiencia de: Hierro (%) (n=266)	Folatos (%) (n= 961)
Deficiencia severa	24,4 (65)	2,3 (22)
Deficiencia moderada	18,0 (48)	9,1 (88)
Deficiencia leve	11,3 (30)	SP
Nivel normal	46,3 (123)	66,2 (636)
Nivel alto	0	22,4 (215)

n : Número de niños

SP: Sin parámetro para la clasificación

Hierro Def. severa: Ferritina < 12 ng/mL, Def. moderada: Ferritina de 12-17 ng/mL

Def. leve= Ferritina de 18-23 ng/mL, Nivel normal: 24-300 ng/mL, Nivel alto: > 300 ng/mL.

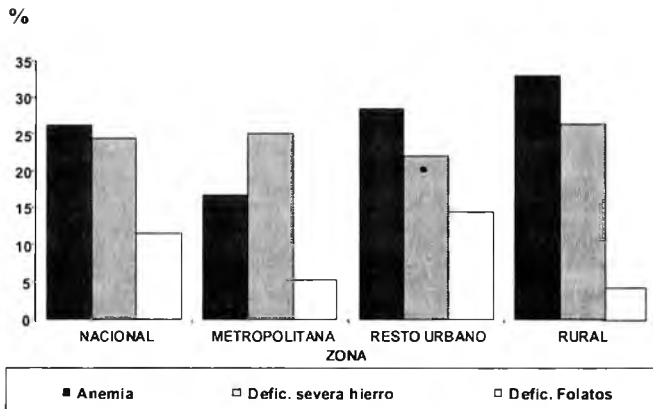
Folatos Def. severa: Folatos < 3 ng/mL, Def. moderada: Folatos de 3,0-5,9 ng/mL,

Nivel normal: Folatos de 6-20 ng/mL, Nivel alto: Folatos > 20 ng/mL.

El lugar de residencia mostró un efecto altamente significativo ( $p=0.00001$ ) en la prevalencia de anemia. Con respecto a las tres variables se encontró que la deficiencia de folatos presenta un comportamiento similar en las diferentes zonas no así en el caso de anemia y deficiencia de hierro. En la zona metropolitana la deficiencia de hierro es más frecuente que la anemia, situación contraria en las dos zonas restantes. Esto hace pensar que en el área metropolitana la principal causa de anemia es la deficiencia de hierro mientras que en las zonas urbana y rural intervienen otros factores; probablemente las infecciones crónicas, deficiencia de vitamina A y deficiencia de B<sub>12</sub> (Gráfico 1).

GRAFICO 1

Prevalencia nacional de anemia, deficiencia de hierro y folatos en niños de 1 a 6 años de edad según lugar de residencia. Costa Rica. 1996

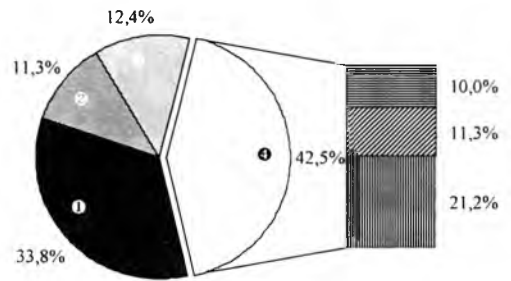


En la submuestra de 266 preescolares se encontró una menor proporción de anemia ferropriva (12,4%) con relación al grupo con deficiencia de hierro sin anemia (42,5%). No obstante, en este último grupo se detectó un 10% de preescolares con reservas de hierro depletadas, el 21,2 y 11,3% con deficiencia moderada y leve, respectivamente. La proporción de niños con anemia debida a otras causas fue del 11,1%. Sólo la tercera parte del grupo no presentó anemia ni deficiencia de hierro (Gráfico 2).

El valor de hemoglobina en niños de 1 a 6 años se muestra en la Tabla 3. El valor promedio y la mediana de hemoglobina son semejantes para cada edad y no se encontró diferencia significativa según sexo ( $p=0,276$ ). Los niveles de hemoglobina mostraron una distribución normal y simétrica, el valor para el percentil 25 fue de 11,2 g/dL.

GRAFICO 2

Distribución de niños menores de siete años según anemia y deficiencia de hierro n=266



- 1- Sin anemia, reserva de Fe adecuada
- 3- Anemia ferropriva
- ▨ Deficiencia severa
- ▩ Deficiencia moderada
- ▧ 2- Anemia por otras causas
- 4- Sin anemia, reserva de Fe baja
- ▨ Deficiencia leve

TABLA 3

Valores de hemoglobina\* en niños de 1 a 6 años de edad. Costa Rica, 1996. (n=961)

Edad años	n	Promedio**		
		±DE	IC 95%	Mediana**
1	137	11,4 ± 1,3	10,1 – 12,7	11,5
2	121	11,9 ± 1,3	10,6 – 13,2	12,0
3	145	12,2 ± 1,2	11,0 – 13,4	12,3
4	187	12,3 ± 1,2	11,1 – 13,5	12,4
5	204	12,4 ± 1,0	11,4 – 13,4	12,4
6	167	12,4 ± 1,1	11,3 – 13,5	12,4

- n : Número de niños
- \* : Valor ajustado por altitud
- \*\* : g/dL
- DE: Desviación estándar
- IC: Intervalo de confianza

La proporción de niños con Hb menor a 7,0 g/dL (anemia severa) fue de 0,3% correspondiente al grupo de 2 años de edad y el 2,6% presentó anemia moderada. El 73,7% de la población presentó concentraciones de Hb superiores al punto de corte para anemia.

## DISCUSION

La mayoría de las encuestas nacionales de nutrición realizadas en Costa Rica (6,16) presentan diferencias en cuanto a los métodos utilizados, los criterios de diagnóstico para clasificar la anemia y la forma de agrupar los niños según edad y grado de urbanización del país; condición que dificulta la comparación de los resultados. Sin embargo, se observa una tendencia en el aumento de la prevalencia de anemia en los últimos treinta años. Así mismo, la situación de la deficiencia de hierro en los países en desarrollo no ha mostrado mejoría en los últimos años (14,15). Costa Rica no alcanzó la meta propuesta en la Cumbre Mundial de la Infancia en 1990 y la Conferencia Internacional sobre Nutrición en 1992, de reducir en un tercio la anemia por deficiencia de hierro antes del año 2000 (14,15), puesto que en la década de los 90 la prevalencia de la deficiencia de hierro no ha mejorado (14).

La zona de residencia y edad del niño están relacionados de manera importante con la presencia de anemia. Es así como, la prevalencia fue mayor en la zona rural y en niños menores de 3 años, similar a lo que se reporta en la reciente encuesta realizada en Guatemala (15). El detrimento de la población de las zonas rurales con respecto a las urbanas en América Latina ha sido reportado por otros autores (14,15).

La deficiencia severa de hierro es más frecuente en niños menores de tres años, grupo conocido como el más propenso a esta deficiencia, debido a las grandes necesidades de hierro en relación con la rapidez de crecimiento y el bajo contenido y disponibilidad de hierro en la dieta durante los dos primeros años de vida (2,7,13). Por la magnitud de la deficiencia de hierro encontrada en niños menores de tres años de edad y la asociación que tiene con el desarrollo psicomotor, que no es reversible en su totalidad con el suplemento de hierro (8,10,11), es de suma importancia centrar los esfuerzos en pro de la reducción de esta deficiencia mediante intervenciones específicas en este grupo de niños. Se debe tomar en cuenta que los factores nutricionales son los principales agentes causales de deficiencia de hierro, por tanto es prioritario conocer las prácticas alimentarias y de ablactación, la disponibilidad de hierro en los alimentos consumidos y el consumo de alimentos enriquecidos con el fin de garantizar la efectividad de las intervenciones o programas permanentes que se establezcan para contrarrestar el problema.

El 42.5% de los niños con reservas de hierro bajas no habían desarrollado anemia, es decir que presentaron deficiencia sub-clínica de hierro, de no evaluarse las reservas de hierro, este grupo pasaría inadvertido (5,13). El 10% de niños con depleción de las reservas, pasarían a incrementar el grupo de anémicos ferroprivos a muy corto plazo. Además, se debe tener presente que las reservas de hierro bajas, aún

en ausencia de anemia, están relacionadas con retardo en el desarrollo cognoscitivo, aprendizaje y conductas del niño (5,10). La valoración del estado de hierro basado sólo en el examen de Hb, causaría en el presente caso, una subestimación del problema de anemia porque ésta representa únicamente la parte final del espectro de la deficiencia severa de hierro; la magnitud real de esta deficiencia en la población es superior a la reflejada por la concentración de Hb (26). Por ello, cada vez que se evalúe el indicador hematológico de anemia, es necesario determinar el estado de las reservas de hierro mediante pruebas como la ferritina sérica, receptores de transferrina, porcentaje de saturación de transferrina y/o la protoporfirina eritrocitaria, ello permitirá estimar el grado de suficiencia o de insuficiencia del hierro con la mayor certeza posible (27); un factor limítrofe puede ser el costo elevado de alguno de estos análisis.

La prevalencia de anemia disminuye conforme aumenta la edad del niño, comportamiento que se mantiene hasta los cuatro años. El grupo de preescolares de cinco y seis años presentaron prevalencias de anemia mayores que las de uno a cuatro años de edad. Este aumento se puede deber a:

1. La presencia de enfermedades crónicas o deficiencia de vitamina A, que alteran la movilización del hierro de las reservas durante la hematopoyesis (2,28). En este grupo se detectó una menor prevalencia de deficiencia de hierro y una mayor prevalencia de riesgo de padecer deficiencia de retinol (47,1% en los niños de 6 años de edad) (29).
2. El ingreso de niños a la educación preescolar entre los 5 y 6 años de edad. Período en que el estado nutricional puede sufrir grandes cambios debido al consumo de alimentos fuera del hogar y variaciones en los patrones dietéticos en donde los niños ingieren meriendas poco nutritivas (30).

Otro hallazgo importante es el grupo de niños con anemia debida a otras causas. En concordancia con lo indicado por Lönnerdal (7) se encontró que la deficiencia de retinol ( $p=0.004$ ) y de folatos ( $p=0.009$ ) actúan como agentes causales de anemia y deficiencia de hierro (28). Estas deficiencias fueron consideradas, por su magnitud, como un problema leve o moderado de salud pública, respectivamente. La presencia de parásitos intestinales y hemoglobinas anormales o hemoglobinopatías carecen de significancia como agentes causales de anemia ya que las prevalencias son muy bajas en este grupo de estudio (29,31).

El 22,4% de los niños presentaron niveles altos de folatos plasmáticos lo que podría explicarse como una sobre estimación de los niveles de la vitamina debido al consumo reciente de alimentos fuentes de folatos o que en realidad los niños consumieron mayor cantidad de folatos que la recomendación diaria; por lo tanto, los valores plasmáticos de folatos deben ser interpretados con discreción. Los niveles

altos de folatos no confieren ningún beneficio sino que pueden ocultar la situación real de la anemia perniciosa (deficiencia de vitamina B<sub>12</sub>) (4). Se debe tener la precaución de suplir a la población con folatos adicionales de tal manera que no sobrepasen los niveles normales establecidos. Con el fin de ser más selectivos en la cuantificación de los mismos, se recomienda incluir en próximas evaluaciones de las anemias nutricionales, una prueba más específica que la utilizada en este estudio, como es la determinación de folato eritrocitario (32).

En concordancia con lo que se indica en la literatura (3) la deficiencia de hierro, folatos y vitamina A no deben ser consideradas en forma aislada, puesto que para combatir la anemia el organismo depende de la interacción entre ellos y otros nutrimentos que deben ser proporcionados en cantidades suficientes y balanceadas.

El presente estudio confirma que las anemias nutricionales continúan representando un problema de salud pública en Costa Rica y que su principal causa en niños menores de 4 años es la deficiencia de hierro; en niños de 5 a 6 años de edad, se puede deber a otros factores como la deficiencia marginal de retinol (29); problema nutricional que se debe evitar y reducir a corto plazo. Además, se proporciona información actualizada y confiable sobre la magnitud del problema de anemia, deficiencia de hierro en niños menores de seis años y se identifican poblaciones a riesgo; esto con el propósito de contribuir en la orientación de políticas, planes y programas alimentario nutricionales. También se demuestra la necesidad de realizar análisis minuciosos de los resultados e incorporar en estudios futuros otros indicadores bioquímicos que faciliten la evaluación del estado nutricional de la población.

#### AGRADECIMIENTOS

Se agradece a todas las personas que participaron en la Encuesta Nacional de Nutrición de 1996, en especial Dr. Luis Tacsan Chen, la Dra. Xiomara Badilla Vargas, al personal de campo y técnico de laboratorio por su colaboración incondicional. Al Dr. Luis González Salas y al M.Sc. Rafael Monge Rojas por su motivación y orientación durante la elaboración del manuscrito. Al Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá por su asesoría en el diseño y análisis de la información.

#### REFERENCIAS

- Sáenz R, Chaves M, Barrantes A, Orlich J. Hematología analítica. Tomo 1. 3<sup>TM</sup>. De Edit. EDNASSS. San José. Cap. 14, 17, 18. 1995.
- Yip R, Dallman PR. Hierro. En: Conocimientos actuales de nutrición. Séptima edición. Washington DC: ILSI/OMS. (Publicación Científica); 1997; 295-311, Cap. 28.
- Blum M. Fortificación de alimentos. Nutriview, edición especial. 1997;1-10.
- Scott JM. Ácido fólico y la prevención de los defectos del tubo neural. Dieta y Salud, Órgano informativo de Kellogs; 1998; 5(1): 2-7.
- Micronutrient deficiency. The global situation. De: SCN News #9 Mid 1993.
- Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá. Oficina de Investigaciones Internacionales de los Institutos Nacionales de salud, Ministerio de Salubridad Pública. Evaluación Nutricional de la Población Centroamérica y Panamá. Costa Rica; 1969. INCAP U-28. Guatemala.
- Lönnerdal Bo, Dewey KG. Epidemiología de la deficiencia de hierro lactantes y niños. Anales Nestlé 1995; 53: 12-19.
- Gueri M, Viteri FE. Informe del II taller subregional sobre control de las anemias nutricionales y la deficiencia de hierro. PAHO/HPP/96.01. OPS. Washington DC, Enero 1996. Anexo 2.
- Underwood B. La lucha contra «el hambre oculta»: las deficiencias específicas de vitaminas y nutrimentos inorgánicos. EN: Cuadernos de Nutrición, Julio-Agosto 1998; 21(4): 21-28.
- Walter T. Consecuencias no hematológicas de la deficiencia de hierro. Anales Nestlé 1995; 53: 25-35
- Lozoff B, Jiménez E, Wolf AB. Long-term developmental outcome of infants with iron deficiency. N Engl J Med 1991; 325:687-94.
- James AJ. Patrones cambiantes de anemia ferropriva en el 2º año de vida. BMJ Latinoamérica 1995. Centro América y el Caribe #2. Página 69 Vol. III.
- West CE. Iron deficiency: The problem and approaches to its solution. Food and nutrition Bulletin. 1996;17: (1): 37-41.
- Gueri M. Deficiencia de hierro en América Latina y el Caribe. En: Tercer Taller regional sobre deficiencia de vitamina A y otros micronutrientes en América Latina y el Caribe. Recife; Brasil, 1993; 45-6.
- Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, Organismo Panamericano de la Salud. Encuesta Nacional de Micronutrientes, 1995; 1996. Guatemala.
- Conferencia internacional sobre nutrición: Informe de la República de Costa Rica. 1992; 63.
- Fleiss JL. Statistical methods for rates and proportions. New York: Wiley. Segunda edición, 1981.
- Valenciano E, Schosinsky K, Sáenz GF. Estudio crítico y experimental de hemoglobinometría. Sangre; 1979;24 (8):1133-1141.
- Diagnostic Products Corporation. Coat a count ferritin IRMA USA, 1994; 5.
- Diagnostic Products Corporation. Dual count solid phase no boil assay for Vitamin B<sub>12</sub> / folic acid; 1995. USA.
- Pijasena RD, La Franco G. Radioinmunoassay data processing program for IBM Pc computer. A user's manual. Viena: International Atomic Energy Agency; 1989:11-54 (IAEA-TECC DOC-509).
- Organización Mundial de la Salud. Anemias Nutricionales. Serie de informes técnicos; 1968. 405. Ginebra, Suiza: p. 9-12.

23. Pan American Health Organization. Plan of action for the control of iron deficiency anemia in the Americas; 1996; 15-16.
24. De Maeyer E, Dallman P, Gurney JM, Hallberg L, Sood SK, Srikantis SG. Preventing and controlling iron deficiency anaemia through primary health care: a guide for administrators and programme managers, Geneva: World Health Organization, 1989.
25. Dean AG, et al. Epi info, Version 6: a work processing database, and statistics program for epidemiology in microcomputers; 1994. Center for Disease Control and Prevention, Atlanta, Georgia, USA.
26. Sharmanov A. Anemia in Central Asia Demographic and Health Survey experience. Food and Nutrition Bull; 1998; 19(4): 307-17.
27. Dallman PR. Exámenes de laboratorio para el diagnóstico de la deficiencia de hierro en el lactante y en la primera infancia. Anales Nestlé; 1995; 53: 20-26.
28. Mejía LA, Arroyave G. Interacción biológica entre vitamina A y hierro. Arch Latinoamer Nutr 1982; 32(1): 33-7.
29. Ministerio de Salud, Instituto Costarricense de Investigación y Enseñanza en Nutrición y Salud. Encuesta Nacional de Nutrición: Fascículo 2, Micronutrientes; 1996. Costa Rica.
30. Quesada H, Ureña M. Tipos de alimentos y valor nutritivo de las meriendas de niños preescolares de centros educativos privados y públicos del cantón de Montes de Oca. (Tesis de licenciatura en Nutrición, Facultad de Medicina, 1997).
31. Ministerio de Salud, Instituto Costarricense de Investigación y Enseñanza en Nutrición y Salud. Encuesta Nacional de Nutrición: Fascículo 4, Helmintos fecales; 1996. Costa Rica.
32. Kirke PM, Molloy AM, Daly LE, Burke H, Weir DG and Scott JM. Maternal plasma folate and vitamin B12 are independent risk factors for neural tube defects. Quarterly Journal of Medicine 1993;86: 703-708.

Recibido: 10-02-2000

Aceptado: 02-03-2001

## Association between prematurity and maternal anemia in Venezuelan pregnant women during third trimester at labor

Arturo Martí, Guiomar Peña-Martí, Sergio Muñoz, Fernando Lanas, Gabriela Comunian

Clinical Epidemiology Unit, Universidad de Carabobo and Ciudad Hospitalaria "Dr. Enrique Tejera",  
Venezuela and Clinical Epidemiology Unit, Universidad de la Frontera, Chile

**SUMMARY.** To determine the association and its magnitude between prematurity and anemia in women in their third trimester of pregnancy and at labor. An incident case - control study was conducted using 2 controls per case. Data was obtained in a tertiary hospital in Valencia, Venezuela. A total of 543 women who delivered between May and December 1996 entered into the study. Women having a preterm delivery, less than 37 weeks of gestation at delivery, were defined as cases (n=181). Anemia was defined according to WHO as Hb less than 11g/dL. Logistic regression was used to analyze the data and likelihood ratio test was done for model comparison. Maternal anemia was found to be significantly associated with prematurity (Odds Ratio: 1.70; 95%CI = 1.18 to 2.57  $P = .001$ ), after adjusting for Placental Abruption, PROM, Previous Premature Labor, Prenatal Care Visits, and Uterine Bleeding during more than one trimester. Maternal anemia at the end of the third trimester of pregnancy, at labor, was associated with an increased risk of prematurity.

**Key words:** Prematurity, anemia, odds ratio, case control, risk, pregnancy, third trimester, Venezuela.

**RESUMEN. Asociación entre prematuridad y anemia materna al final del tercer trimestre en embarazadas venezolanas.** El objetivo de este estudio fue determinar la asociación y su magnitud entre prematuridad y anemia materna al final del tercer trimestre del embarazo ( en el momento del trabajo de parto). Estudio de Casos y Controles (2 controles por caso). Entre mayo y diciembre de 1996 fueron estudiadas 543 embarazadas al final del tercer trimestre gestacional y en trabajo de parto. Los casos fueron 181. La anemia fue definida como la presencia de Hb < de 11g/dL (OMS). Los datos fueron analizados mediante regresión logística. Para evaluar la significancia de los modelos reducidos se utilizó la prueba de razón verosimilitud. Se determinó que la prematuridad está asociada significativamente con anemia materna (OR: 1.70 IC95% = 1.18 a 2.57,  $P = .001$ ), después de ajustar por desprendimiento placentario, ruptura prematura de membranas - RPM - partos prematuros previos, menos de 5 visitas prenatales y sangramiento uterino en más de un trimestre. La anemia materna al final del tercer trimestre está asociada con un mayor riesgo de prematuridad. **Palabras clave:** Prematuridad, prematuro, anemia, odds ratio, casos y control, riesgo, embarazo, tercer trimestre, Venezuela.

### INTRODUCTION

Anemia is the main hematological complication during pregnancy. According to the World Health Organization (WHO) (1), the diagnosis of anemia during pregnancy is established when the Hemoglobin (Hb) level is below 11 g/dL, this being the borderline between "physiologic anemia during pregnancy" and true anemia during pregnancy.

All over the world, anemia during pregnancy is a public health problem (2,3). It is considered that anemia is present in 20% to 40% of pregnant women (4). The WHO (5) points out that there is a high prevalence of anemia in the third trimester of gestation, ranging as low as 2% to as high as 82%. According to WHO (6), there are 2,150 millions anemic people the world and pregnant women represent 51% of this burden.

There is a controversy on the impact of maternal anemia on pregnancy outcome. Maternal anemia has been considered

a risk factor for prematurity (7-9). Other authors point out that there is not such effect (10-15).

Adams et al. (10) in a study about risk factors for preterm delivery in a healthy cohort, examined whether risk factors were different among subgroups of preterm deliveries, and they found that there was no association between anemia and preterm delivery. They concluded that the lack of association is consistent with the conclusion of other investigators showing that most of the causes of preterm delivery are still unknown.

Klebanoff et al. (11), in a control-cases study, reported that anemia at any time during the second trimester, was positively associated with premature delivery; however it did not account for the large ethnic difference in preterm. In other study (12), these same authors found a weak association between prematurity and maternal anemia during early third trimester, while after 30 week of gestation was found no association.

Lu et al. (13), in a uni and multivariable analysis reported that a high Hematocrit (Ht) was associated with fetal retardation and premature delivery, specially when the level of Ht was equal or superior to 43% between 31 and 34 weeks of gestation (Odds Ratio -OR- 1.5 - 2.5). In the research, that included 17.149 pregnant women, most of them took iron and folate supplements; they received prenatal control early and regularly (13).

Knottnerus et al. (14) shown that low birthweight and prematurity were associated with Ht over 38% reporting OR varying between 2.4 and 4.2. They argued that high blood viscosity is a risk factor for a good placental perfusion (14).

Murphy et al. (15) determined, in 54.832 singleton pregnancies, that perinatal death frequency, low weight and prematurity were more frequent in pregnant women with high Ht.

All studies about this issue, with or without association between prematurity and maternal anemia, have been performed in developed countries. The importance of this study is due to the fact of having been carried out in a developing country, in particular in a city (Valencia) where there is a prevalence of 34.44% of anemia during pregnancy.

The main objective of the present research was to determine the association between prematurity and maternal anemia, at the end of third trimester of pregnancy. A case-control study with incident cases was performed.

## METHODS

### Subjects and data acquisition

The data of this research was obtained from "Valencia Anemia during Pregnancy Study -VAPS-", a large research about prevalence of maternal anemia during third trimester, carried out between May and December 1996. It was done in Maternidad "Dr. J.L. Facchín de Boni" of Ciudad Hospitalaria "Dr. Enrique Tejera," in Valencia, Venezuela. Valencia is the first Industrial City of Venezuela.

Both cases and controls came from the VAPS above mentioned. Since pregnant women entered at labor, as much the cases as the controls delivered the same day from the admission to hospital. The process to gathering data is shown in the Appendix No.1.

The inclusion criteria for this study was stated as all pregnant women in their third trimester of gestation at labor. All these patients are based in Valencia (450 meters above sea level). Women with multifetal pregnancies and pregnant women who did not remember their last menstrual period (LMP) were excluded.

A medical history and physical examination were performed for all patients. A questionnaire was used to obtain information about sociodemographic, obstetric, medical non-obstetric, drug, and exposure to toxic substance data. Gestation age at delivery was determined by LMP and was

confirmed by clinical examination in each patient. In each newborn, Capurro's test was done.

By using WHO criteria (1), maternal anemia was defined as Hb less than 11 g/dL in any stage of gestation, and prematurity (16) was defined as any delivery of a live single infant between 24 and 36 weeks of gestation.

Any pregnant woman having systolic blood pressure greater than or equal to 135 mm Hg and/or diastolic blood pressure greater than or equal to 85 mm Hg or receiving antihypertensive therapy, at admission was considered as hypertensive patient.

Smoking and alcohol during pregnancy were also recorded.

Uterine bleeding was categorized as without, bleeding in any one trimester and bleeding in more than two trimesters.

No attempt was made to match the controls for age, parity, or any other variable. Ethnic group classification was not attempted due to the strong race mixture in our population.

At labor, 12 ml of venous blood were obtained in a EDTA containing tube to perform a complete blood count (CBC) using an electronic counter Cobas Helios 3ä (Roche Diagnostic Systems). Blood sample was analyzed at main hospital laboratory within a 2-hour period after drawn.

Every patient agreed to participate in the study and this protocol was conducted with permission from Institutional Review Board.

### Data analysis

Sample size was determined assuming 37% prevalence of anemia in the controls, with an expected minimum prevalence of 50% in cases. In addition, it is assumed a 95% confidence level, 80% power, and a ratio of 2 controls per case. The final sample size was 543 pregnant women (181 cases and 362 controls). Epi Info software (version 5.0, CDC, Atlanta, Ga) was used to perform sample size calculation.

A two-sided chi square or Fisher's exact test (where appropriate) was used to compare differences between cases and controls for dichotomous variables and Student's t-test was used to analyze continuous variables. A two-tailed *P* value of less than 0.05 was considered to indicate statistical significance. Stratified analysis was done using the Mantel-Haenszel procedure.

To adjust for potential confounding factors, multiple logistic regression was used in order to determine the association between prematurity and maternal anemia and its magnitude. Model evaluation was done by using likelihood ratio test (17-19). Only biologic variables and other variables clearly associated with prematurity were included in the initial model to avoid a final model that could lack logical explanation (20).

Initial model was composed by prematurity as the dependent variable, maternal anemia as the exposure variable, and age, obstetric variables [placenta previa, placental abruption,

premature rupture of membranes (PROM), previous preterm birth, number of prenatal care visits (PCV) and uterine bleeding], hypertension and smoking, as potential confounders.

Stata version 6.0 (Stata Corp, College Station, Houston, Tx) was used for statistical analyses.

## RESULTS

Demographic, obstetric characteristics and relevant clinical information for cases and controls are shown on Tables 1 and 2.

Mean of Hb ( $\pm$ SD) in the preterm group ( $n=181$ ) was 10.71( $\pm$ 1.7) g/dL (95%CI = 10.46 to 10.96) while in the control group ( $n=362$ ) it was 11.54( $\pm$ 1.4) g/dL (95%CI = 11.39 to 11.69  $P = .001$ ). While in the term group anemia was present in 31.22%, in the preterm group it was 48.62% ( $P = .001$ ). Differences between both groups were not significant, for hypertension and alcohol ( $P = 0.48$ ,  $P = 0.52$ ).

The mean of gestational week in the preterm group was 33.73 (95%CI = 33.39 to 34.07) while in the term group it was 39 (95%CI = 38.96 to 39.26) ( $P = .001$ ).

On the other hand, it is very important to point out that the term group did not have an appropriate PCV number. They should have arrived to full term with a PCV number in the range between 10 and 12. In accordance with the gestational age that had for the moment of the childbirth, the case group had an appropriate PCV.

TABLE 1  
Background continuous variables of pregnant women according to occurrence of premature birth

Variables	Cases (n=181) Mean ( $\pm$ SD) (95% CI)	Controls (n=362) Mean ( $\pm$ SD) (95% CI)	P
Age (years)	24.8 $\pm$ 7.2 (23.77 to 25.90)	23.8 $\pm$ 6.3 (23.18 to 24)	0.101
Hb (g%)	10.7 $\pm$ 1.7 (10.46 to 10.96)	11.5 $\pm$ 1.4 (11.39 to 11.69)	.001
Ht (%)	33.5 $\pm$ 4.8 (32.81 to 34.22)	36.1 $\pm$ 4.0 (35.73 to 36.57)	.001
Prenatal Care Visits	4.5 $\pm$ 2.9 (4.10 to 4.98)	5.2 $\pm$ 2.6 (5.00 to 5.56)	.0036 0.34
Parity <sup>‡</sup>	2.7 $\pm$ 2.0 (2.36 to 3.12)	2.5 $\pm$ 1.8 (2.25 to 2.78)	
PI*	40.6 $\pm$ 34.4 (34.45 to 46.92)	42.0 $\pm$ 33.6 (37.40 to 46.73)	0.72

‡ Cases: 112 controls: 192

PI: pregnancy interval

\* Cases = 120 controls = 203

TABLE 2  
Background dichotomic variables of pregnant women according to occurrence of premature birth

Variables	Cases (n=181)	Controls (n=362)	P
Anemia	48.62%	31.22%	.001
Prior fetal death	4.97%	1.38%	.001
Prior preterm birth	13.81%	4.70%	.001
Prior abortion	20.44%	13.54%	.03
Uterine bleeding in any trimester	26.52%	16.02%	.003
Placental abruption	3.21%	0.28%	.001
PROM	31.49%	20.17%	.03
Hypertension	27.07%	24.31%	.48
Smoking	10.50%	5.80%	.001
Alcohol	3.31%	3.04%	.52

PROM: premature rupture of membranes

Table 3 shows the risk of prematurity according to the hemoglobin's level of the pregnant women. Crude evaluation of association between prematurity and anemia showed an OR of 2.08 (95%CI = 1.44 to 3.0  $P = .001$ ).

After adjustment for potential confounders, OR and their 95%CIs show that anemia during pregnancy in third trimester is an important predictor of prematurity. Table 4 shows the final model.

TABLE 3  
Risk of prematurity according to hemoglobin's levels.

Hb's Levels (g/dl)	Prematurity	Odds Ratio (95% CI)	P
5 to 8 (n = 20)	13 (65%)	3.92 (1.58 to 9.72)	.001
9 to 9.99 (n=26)	16 (61.54%)	3.41 (1.54 to 7.54)	.001
10 to 10.99 (n= 59)	25 (42.37%)	1.54 (0.89 to 2.66)	.11
11 to 11.99 (n= 119)	42 (35.29%)	1.11 (0.73 to 1.71)	.6
12 to 12.99 (n=144)	48 (33.33%)	1 (0.66 to 1.49)	1.0
13 to 13.99 (n= 112)	25 (22.32%)	0.50 (0.31 to 0.821)	.001
$\geq$ 14 (n= 63)	12 (19.05%)	0.43 (0.22 to 0.821)	.01

TABLE 4  
Final model of Association Between Prematurity and Maternal Anemia

Variable	Odds Ratio	95% CI	P
Anemia	1.74	1.18 to 2.57	.005
Placental abruption	9.15	1.01 to 82.40	.048
PROM	2.02	1.32 to 3.09	.001
Previous preterm delivery	2.95	1.50 to 5.79	.002
Prenatal care visits (< five)	1.78	1.06 to 2.97	.027
Uterine bleeding (During more than one trimester)	2.50	1.33 to 4.69	.004

PROM: premature rupture of membranes

## DISCUSSION

Prematurity is major cause of perinatal mortality (21). The findings support our hypothesis that anemia during pregnancy, evaluated during third trimester, at labor, is a risk factor for prematurity.

After adjustment for potential confounding factors, we have shown that the effect associated with anemia remains recognizable. Therefore, our results suggest that there is an increased risk of a poor obstetric outcome when the level of Hb is less than 10g/dL. We did an analysis to find out what would happen with cut-off points of maternal Hb higher than 11 g/dL, and we founded that hemoglobin's level above 12 g/dL is associated with a reduced risk.

Our study found mild, but positive, relationship between both variables. According to Scholl and Hediger (22), the relationship between anemia during pregnancy, evaluated in third trimester and poor obstetric outcome is not strong.

*Defining maternal anemia as maternal Hb lower than 10g/dL* in a study done in Hong Kong (at sea level), Lao and Pun (23) concluded that pre-natal anemia is not associated with a poor obstetric outcome for both nulliparous and multiparous pregnant women. However, these authors did not use logistic regression analysis in order to adjust for potential confounders.

Several socioeconomic and demographic risk factors for prematurity, such as: never (24) or single (25) married marital status, being nonwhite (24) or belonging to the black race (25), low socioeconomic status (25), poor education (24) have been identified. Nonetheless, we preferred to include only biological and other potential confounding factors which could be modified and/or truly associated with prematurity in order to get a model with a good possible explanation. Lumley (26) suggests that marital status may be a weak measure for some complex social factors. It is important to point out that nearly all of our pregnant women have a low-income status, have never been married or were abandoned by their spouses or partners. These socioeconomic and demographic factors could be the hidden biological reasons causing nutritional maternal anemia, i.e., multiparity, starvation, hookworm and other intestinal parasites, low PCV number, etc.

According to our results, it would seem reasonable to assume that preterm group had fewer visits, nevertheless that group with a better prenatal care attendance had a lower Hb. No reasons to explain this fact were found.

Although in the multivariable analysis, smoking was not significant in the final model, in the univariable analysis this variable was found statistically associated with premature delivery. In this regard, de Hass et al. (24) and Kramer (27) have shown the same results. However, smoking is a modifiable risk factor through prenatal care program.

We have mentioned that the operating criterion for anemia

during pregnancy is defined as Hb less than 11 g/dL, regardless of the stage of gestation and the physiological and/or pathologic factors that take part in the reduction of Hb level. Therefore, it is difficult to interpret and to compare the studies.

The usual cut-off point for Hb (< 11 g/dL, WHO) which define maternal anemia has been questioned, (28) being however the most accepted at present.

Indeed, this criterion has been considered inappropriate because it does not take into account several important factors, such as stage of gestation and altitude. Indeed, Klebanoff (11) has pointed out that the precise definition of pregnant women with anemia is confounded by many factors such as altitude, ethnicity, and use of iron supplements and obstetric changes in plasma volume. Thus, there will be controversy, until a new definition of maternal anemia is established. Lao and Pun (23) proposed to re-evaluate the "normal" Hb level.

What would be the "optimal" maternal Hb level to protect against a poor pregnancy outcome? The problem is that currently the exact mechanisms by which maternal anemia could cause prematurity are unknown (29). It would be better to talk of an association between prematurity and maternal anemia and not to conclude that maternal anemia causes prematurity.

It is necessary to improve the health of women with maternal anemia of the third trimester. The iron and folate supplements could be beneficial in countries with a high prevalence of iron deficiency anemia (30-33).

We believe this study may have one limitation, and therefore its results must be interpreted taking it into account. There is a chance of recall bias in the process of gathering data. Given low income and low socioeconomic status of the pregnant women of this study, it was not feasible to carry out longitudinal studies. These studies tend to be more costly and need many logistic problems in their execution. However, in our country this is the first time that research like this has been carried out.

The need to design an educational program about appropriate use of prenatal care may be one of the implications of this study.

In summary, educational efforts addressing appropriate use of prenatal care should be initiated in our city. All efforts to change patterns of use of the prenatal care program must be encouraged.

## ACKNOWLEDGMENTS

This research was supported by a grant # CDCHT-UC-742-97 from Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico of Universidad de Carabobo, Venezuela. We would like to thank Olga Jiménez, MT, and Julieta Torrealba, MT, for their help in doing CBC.

## REFERENCES

1. World Health Organization. Nutritional Anemias: report of a WHO Scientific Group. Geneva, Switzerland: 1968, Tech Rep Series 405.
2. Dallman PR, Yip R, Johnson C. Prevalence and causes of anemia in the United States, 1976 to 1980. *Am J Clin Nutr* 1984; 39:437-445.
3. Yip R. Iron deficiency: Contemporary scientific issues and international programmatic approaches. *J Nutr* 1994;124:1479S-1490S.
4. Royston, E. The prevalence of nutritional anaemia in women in developing countries. A critical review of available information. *World Health Statistic Quarterly*. Rapport Trimestriel de Statistiques Sanitaires Modiales 1982;35:52-81.
5. Baker SJ, De Maeyer EM. Nutritional anemia: its understandings and control with special reference to the work of the World Health Organization. *Am J Clin Nutr* 1979;32:368-417.
6. World Health Organization. National strategies for overcoming micronutrient malnutrition. Document A 45/3,1992.
7. Lieberman E, Ryan KJ, Monson RR, Schoenbaum SC. Association of maternal hematocrit with premature labor. *Am J Obstet Gynecol* 1988; 159:107-114.
8. Lieberman E, Ryan KJ, Monson RR, Schoenbaum SC. Risk factors accounting for racial differences in the rate of premature birth. *N Engl J Med* 1987; 317: 743-748.
9. Scholl TO, Hediger ML, Fisher RL, Shearer JW. Anemia vs. iron deficiency: increased risk of preterm delivery in a prospective study. *Am J Clin Nutr* 1992; 55:985-988.
10. Adams MM, Sarno AP, Harlass FE, Rawlings JS, Read JA. Risk factors for preterm delivery in a healthy cohort. *Epidemiology* 1995;5: 525-32.
11. Klebanoff MA, Shiono PH, Selby JV, Trachtenberg AI, Graubard BI. Anemia and spontaneous preterm birth. *Am J Obstet Gynecol* 1991; 164:59-63.
12. Klebanoff MA, Shiono PH, Berendes HW, Rhoads GG. Facts and artifacts about preterm delivery. *JAMA* 1989; 262:511-515.
13. Lu ZM, Goldenberg RL, Cliver SP, Cutter G, Blankson M. The relationship between maternal hematocrit and pregnancy outcome. *Obstet Gynecol* 1991;77: 190-194.
14. Knottnerus JA, Delgado LR, Knipschild PG, Essed GGM, Smits F. Haematologic parameters and pregnancy outcome. *J Clin Epidemiol* 1990;43: 461-466.
15. Murphy JF, O'Riordan J, Newcombe RG, Coles EC, Pearson JF. Relation of haemoglobin levels in first and second trimester to outcome of pregnancy. *Lancet* 1986; i: 992-995.
16. World Health Organization. International classification of diseases: manual of the international statistical classification of disease, injuries and causes of death. Ninth Revision. Geneva, Switzerland: World Health Organization, 1977.
17. Kleinbaum D, Kupper L, Muller KE. Applied regression analysis and other multivariable methods. PWS-Kent Publishing Company. Boston, 1988.
18. Schlesselman JJ. Case-Control Studies. Design, conduct, analysis. New York: Oxford Univ. Press; 1982.
19. Rothman KJ. *Modern Epidemiology*. Boston: Little Brown, 1986.
20. Silva Ayçaguer LC. Excursión a la regresión logística en ciencias de la salud. Madrid: Ed. Díaz de Santos, 1995.
21. Hudleston JF. Preterm labor. *Clin Obstet Gynecol* 1982; 25:123-136.
22. Scholl TO, Hediger ML. Anemia and iron-deficiency anemia: compilation of data on pregnancy outcome. *Amer J Clin Nutr* 1994; 59(suppl):492S-501S.
23. Lao TT, Pun TC. Anemia in pregnancy—is the current definition meaningful? *Eur J Obstet Gynecol Repro Biol* 1996; 68:53-58.
24. de Hass I, Harlow BL, Cramer DW, Frigoletto FD. Spontaneous preterm birth: A case-control study. *Am J Obstet Gynecol* 1991; 165:1290-1296.
25. Berkowitz GS, Papiernik E. Epidemiology of preterm birth *Epid Rev* 1993; 1993:414-443.
26. Lumley J. The epidemiology of preterm birth. *Bailliere's Clin Obstet Gynecol* 1993; 7: 477-498.
27. Kramer MS. Intrauterine growth and gestational duration determinants. *Pediatrics* 1987;40: 502-511.
28. Mahomed, K, Hytten, F. Iron and folate supplementation in pregnancy. In: Iaim, Chalmers, Murray Enkin, Marc, J.N.C, and Keirse. *Effective Care in pregnancy and Childbirth*. Oxford: Oxford University Press, 1989:302-317.
29. Allen LH. Pregnancy and iron deficiency. *Nutr Rev* 1997; 55:91-101.
30. Kramer MS. Determinants of low birth weight. Methodological assessment and meta-analysis. *Bull World Health Organ* 1987; 65:663-743.
31. Mahomed K. Folate supplementation in pregnancy (Cochrane Review). In: *The Cochrane Library*, Issue 1, 1999. Oxford: Update Software.
32. Mahomed K. Iron supplementation in pregnancy (Cochrane Review). In: *The Cochrane Library*, Issue 1, 1999. Oxford: Update Software.
33. Villar J, Bergs JP. Scientific basis for the content of routine antenatal care. I. Philosophy, recent studies, and power to eliminate or alleviate adverse maternal outcomes. *Acta Obstet Gynecol Scand* 1997; 76:1-14.

Recibido: 16-10-1999

Aceptado: 14-08-2000

## Comparação da gordura corporal de mulheres idosas segundo antropometria, bioimpedância e DEXA

Aline Rodrigues Barbosa, José Maria Santarém, Wilson Jacob Filho, Eduardo Souza Meirelles,  
Maria de Fátima Nunes Marucci

Universidade da São Paulo, São Paulo. Brasil

**RESUMO.** Verificar a concordância e comparar o percentual de gordura corporal (%GC) através das medidas de dobras cutâneas (DC), bioimpedância (BIA) e DEXA. Foram avaliadas vinte mulheres voluntárias (62 a 79 anos), utilizando-se duas equações distintas para DC (19, 20) e BIA (23) e avaliação por DEXA. As estimativas do %GC foram comparadas através de análise de variância para medidas repetidas (ANOVA- Bonferroni), a correlação foi verificada pelo coef. de Pearson e a concordância pelo procedimento de Bland & Altman (25). O %GC obtido pela BIA apresentou baixa correlação ( $r < 0,5$ ) quando comparado com as duas equações de DC. Os valores do %GC variaram de  $31,5 \pm 5,5$  a  $41,2 \pm 6,1$  (média e desvio padrão) para Jackson (19) e DEXA, respectivamente. A análise de comparação múltipla mostrou que não foram observadas diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) entre os métodos e/ou equações de BIA(RJL-CompCorp) vs. DC-Jackson (19). Para todas as outras comparações, as diferenças foram significativas ( $p < 0,001$ ). Na comparação entre RJL-CompCorp vs. Deurenberg (23), foi verificada boa concordância, assim como para DEXA vs. Durning e Womersley, (20). Embora os métodos e/ou equações utilizados nesse estudo sejam de ampla utilização para estimar a GC em indivíduos idosos, nenhuma técnica deve ser aceita como método único de referência nessa população. Cada método apresenta limitações e a comparação pode ser útil para a interpretação dos resultados obtidos.

**Palavras chave:** Antropometria, DEXA, mulheres idosas, bioimpedância.

**SUMMARY.** Comparison of body fat using anthropometry, bioelectrical impedance and DEXA in elderly women. Verify correspondence and compare percentage body fat (%BF) estimates by skinfold thickness (SKT), bioelectrical impedance analysis (BIA) and DEXA. Twenty voluntaries women (aged 62 - 79 yr) were assessed. The body fat was estimated using two different equations of SKT(Jackson (19); Durning and Womersley, (20)), BIA using two-predictions formulas (23) and DEXA. To compare mean values of %BF was used analysis of variance for repeated measures (ANOVA - Bonferroni), the correlation of the inter-method was verified by Pearson correlation coefficients ( $r$ ), and correspondence between prediction formulas was tested by using the approach by Bland and Altman (25). The %BF assessed by BIA (23) shown poor correlation ( $r < 0,5$ ) with two SKT equations. The %BF ranged from  $31.5 \pm 5.5$  to  $41.2 \pm 6.1$  (mean  $\pm$  SD) for Jackson (19) e DEXA, respectively. The analysis of variance shown no significant differences ( $p > 0,05$ ) between methods and/or equations by BIA (RJL-CompCorp) vs. DC-Jackson (19). There were observed significant differences ( $p < 0,001$ ) between all comparisons. The correspondence between RJL-CompCorp vs. Deurenberg (23) was good and the same was observed for DEXA vs. Durning and Womersley (20). Although the methods and/or equations used in this study have been commonly utilized to estimate BF in elderly subjects, they neither must be used as a standard method. Each method has limitations and the comparison can be useful for interpretation of results.

**Key words:** Anthropometry, DEXA, bioelectrical impedance analysis (BIA), elderly women.

### INTRODUÇÃO

Uma das alterações bastante evidenciada com o envelhecimento está relacionada à composição corporal, podendo ser observado um aumento progressivo na gordura corporal (GC), redução na massa corporal magra (MCM), além de modificações na quantidade de minerais da MCM e na proporção entre água intra e extra celular. O aumento do tecido adiposo segue um padrão típico, ou seja, maior aumento nos depósitos centrais de gordura em relação aos

periféricos, seguindo o modelo andróide (1,2), além de maior internalização da gordura (3).

É de extrema importância a avaliação da composição corporal nos indivíduos idosos, dada a estreita relação do aumento da GC, assim como ao seu padrão de distribuição, com desordens metabólicas e doenças cardiovasculares (4,5). A avaliação da composição corporal, nos indivíduos idosos, pode ainda: estabelecer massa protéica e reserva energética, desenvolver base referencial para o gasto energético e definir hidratação relativa (6); demonstrando assim o estado

nutricional, que é um fator importante na qualidade de vida desses indivíduos.

As abordagens mais comumente utilizadas no estudo da composição corporal estabelecem relação quantitativa entre gordura e massa corporal magra (MCM), seguindo o modelo de dois compartimentos (7,8). Existem vários métodos baseados nesse modelo e que apresentam vantagens e limitações, podendo sua utilização ser questionada em indivíduos idosos.

A antropometria (dobras cutâneas e circunferências) é freqüentemente utilizada para avaliar a GC e a MCM. As medidas de dobras cutâneas (DC) podem estimar a gordura subcutânea em determinados locais do corpo, de forma razoavelmente acurada (9). Contudo, alguns problemas como a possível redistribuição da gordura subcutânea, seleção de equação apropriada e a técnica de mensuração são questões importantes nessa medida e que podem limitar a sua acurácia nos indivíduos idosos (3,10).

A bioimpedância, é uma técnica segura, rápida, aplicável à prática clínica e estudos de campo, com relativa simplicidade e alta reprodutibilidade (11,12).

O DEXA (radioabsorciometria de feixes duplos), é um método invasivo que vêm se tornando uma medida popular na avaliação da composição corporal, em países desenvolvidos (13-15). Esse método permite a avaliação estrutural da composição corporal, dividindo a massa corporal em três componentes básicos: tecido macio livre de minerais e gordura, conteúdo mineral ósseo e gordura (16).

O objetivo deste estudo foi avaliar, comparar e verificar a concordância entre as estimativas do percentual de gordura corporal (%GC), em mulheres idosas, obtidas por metodologias e equações diferentes: antropometria (duas equações preditivas), bioimpedância (duas equações preditivas) e DEXA.

## METODOLOGIA

### População de estudo

O estudo foi realizado com 20 mulheres voluntárias, com idade entre 62 e 79 anos, sedentárias, recrutadas no bairro de Vila Mariana e/ou proximidades, na cidade de São Paulo, através da Divisão de Medicina de Reabilitação do HC - FMUSP. Essas mulheres fazem parte de um estudo que investiga os efeitos de um programa de treinamento contra resistência na composição corporal, força muscular e flexibilidade de mulheres idosas. Esses dados referem-se à avaliação inicial da composição corporal dos indivíduos participantes deste estudo. Todas as participantes deram sua autorização por escrito, de acordo com as normas éticas exigidas pela Resolução nº 196/out., 1996 (Conselho Nacional de Saúde). O protocolo do estudo foi aprovado pelo comitê de ética da Faculdade de Saúde Pública.

### Antropometria

A massa corporal (MC) foi medida em balança eletrônica, marca TANITA de 150 kg de capacidade e sensibilidade de 100g, com o indivíduo vestindo o mínimo possível de roupa e descalço. A estatura foi medida com antropômetro, fixado à parede, de acordo com o Programa Biológico Internacional (17).

As dobras cutâneas (DC) foram medidas com um compasso CESCORF, com precisão de 0,1 mm, no lado direito do corpo, em cinco locais (bíceps, tríceps, subescapular, suprailíaca e coxa), segundo a padronização de Lohman et al. (18). Três medidas foram realizadas e a média utilizada nas análises. A densidade corporal foi obtido por duas equações de predição:

a) Jackson et al. (JCK-DC) (19),

$$\text{Densidade corporal (Dens.) (g/cc)} = 1,0904921 - 0,0009929 (\text{S } 3 \text{ dobras}^*) + 0,0000023 (\text{S } 3 \text{ dobras}) - 0,0001392 (\text{idade});$$

\* dobras cutâneas (tríceps + suprailíaca + coxa)

b) Durning & Womersley (D&W-DC) (20),

$$\text{Dens. (kg/L)} = 1,1339 - 0,0645 (\log. \text{S } 4\text{dobras}^{**}).$$

\*\* dobras cutâneas (tríceps + bíceps + subescapular + suprailíaca).

O percentual de gordura (%GC), nas duas equações, foi obtido através da equação de Siri (21): %GC = (495/DC) - 450.

### Bioimpedância

A resistência e a reactância corporal foram medidas utilizando-se um analisador de composição corporal (modelo BIA 101Q, RJL Systems, Detroit). A medida foi realizada como descrito por Lukaski et al. (22). As medidas da resistência e da reactância foram anotadas em formulário próprio e depois convertidas em % de gordura corporal utilizando o programa ComCorp fornecido pelo representante do aparelho no Brasil (BIA-RJL). As medidas de resistência foram também utilizadas na equação de Deurenberg et al. (BIA-DRBG) (23):  $MCM \text{ (kg)} = 0,340 (E^2/R) + 0,1534 (E) + 0,273 (\text{peso -KG}) - 0,127 (\text{idade}) + 4,56 (\text{sexo}) - 12,44$ , onde E = estatura em metros, sexo feminino = 0, R = resistência.

### DEXA (radioabsorciometria de feixes duplos)

As medidas por DEXA (modelo DPX-L, LUNAR Radiation, Madison, WI), foram realizadas em "scan" de corpo inteiro. Todos os "scans" foram analisados por um investigador especializado, utilizando o programa para análise de composição corporal, LUNAR Radiation versão 1.2i DPX-L.

As medidas de antropometria e bioimpedância foram coletadas por um mesmo investigador treinado e no mesmo dia para cada indivíduo, a medida do DEXA foi realizada

na mesma semana das duas 1<sup>as</sup> avaliações, mas com 1 dia de intervalo.

A Tabela 1 descreve as características em termos de autor, ano, número de indivíduos, país, condições de saúde e o método de referência utilizado como padrão ouro para validar as duas equações de antropometria e uma de bioimpedância.

**TABELA 1**  
Características das populações onde as equações de antropometria e BIA foram desenvolvidas

Autor/ano	n	Idade (anos)	País população	Estado de saúde	Método de referência
BIA-DRBG	827	7-83	Holanda	saudáveis	PH*
D&W-DC	37	50-68	Escócia	saudáveis	PH
JCK-DC	331	18-55	EUA	saudáveis	PH

\* pesagem hidrostática

### Análise estatística

Inicialmente foi feita análise descritiva das variáveis. Para cada estimativa da GC, as médias foram comparadas, utilizando-se análise de variância a um fator, considerando medidas repetidas sob o mesmo fator (ANOVA de medidas repetidas), e o método de Bonferroni na comparação das médias duas a duas (24). Para a correlação inter-estimativas do %GC foi usado o coeficiente de correlação de Pearson. A concordância entre dois diferentes métodos e/ou equações foi testada utilizando o procedimento de Bland e Altman (25), sendo os limites de concordância definidos como média  $\pm 1,96$  desvio padrão (DP) da diferença entre os métodos (intervalo de confiança 95%, 95%IC).

Para o processamento e análise estatística dos dados foi utilizado o INSTAT (versão V2.01, Graphpad Software, San Diego, CA).

## RESULTADOS

A Tabela 2 apresenta as características dos indivíduos desse estudo. A Tabela 3 mostra os valores de inter-correlação (correlação de Pearson) das equações e/ou métodos. Verifica-se que a estimativa da GC, por DEXA, apresentou forte correlação com todas as demais estimativas. A correlação entre BIA-DRBG (23) vs. JCK-DC (19) e BIA-DRBG (23) vs. D&W-DC (20) foi abaixo de 0,5, embora as equações sejam utilizadas para estimar a gordura corporal.

As Figuras 1-4, mostram a concordância testada entre algumas das estimativas da GC. Na comparação entre BIA-RJL vs. BIA-DRBG (23), foi verificada boa concordância, assim como para DEXA vs. D&W-DC (20). A Tabela 4 apresenta média, desvio padrão, erro padrão da média,

mediana e valores mínimos e máximos de % GC da amostra, obtidos pelas equações de dobras cutâneas, de bioimpedância e os valores obtidos através da medida de DEXA. Os valores de %GC variaram de 31,45 (JCK-DC) (19) a 45,40 (BIA-DRBG) (23).

**TABELA 2**  
Características descritivas da amostra (n = 20) - SP, 1999

Variável	Média $\pm$ DP	Extensão
Idade (anos)	67,3 $\pm$ 5,1	62 - 79
Massa corporal(kg)	67,2 $\pm$ 10,3	50,0 - 84,8
Estatura (cm)	155,8 $\pm$ 5,9	147,5 - 169,4
IMC(kg/cm <sup>2</sup> )	27,7 $\pm$ 4,1	20,2 - 36,7
$\Sigma$ 3 DC(mm)*	76,9 $\pm$ 18,5	48,2 - 112,2
$\Sigma$ 4 DC (mm) †	87,8 $\pm$ 26,1	28,7 - 126,6
BIA-Res † (Ohms)	546,3 $\pm$ 61,7	472 - 710
BIA -Rea § (Ohms)	56,4 $\pm$ 14,0	45 - 90

\* somatório (tríceps + supraílica + coxa)

† somatório ( bíceps + tríceps + subscapular + supraílica)

‡ resistência corporal medida por BIA  
§ reactância medida por BIA

**TABELA 3**  
Correlação dos percentuais de gordura corporal, estimados através das diferentes equações e/ou métodos

	BIA-RJL	BIA-DRBG	JCK-DC	D&W-DC
DEXA	0,85*	0,65	0,83	0,83
BIA-RJL	—	0,79	0,71	0,79
BIA-DRBG	—	—	0,44	0,48
JCK-DC	—	—	—	0,89

\*correlação de Pearson

**TABELA 4**  
Percentual de gordura corporal estimado por: bioimpedância, antropometria e DEXA (SP, 1999)

Método	Média $\pm$ DP	Extensão	Erro padrão da média	Mediana
BIA-RJL	34,6 $\pm$ 5,2	24,0-46,0	1,5	33,5
BIA-DRBG	45,4 $\pm$ 3,6	36,0-52,0	0,8	45,5
JCK-DC	31,5 $\pm$ 5,5	20,0-42,0	1,2	34,0
D&W-DC	37,2 $\pm$ 4,9	23,0-43,0	1,1	38,5
DEXA	41,2 $\pm$ 6,1	26,0-50,6	1,4	41,8

A Tabela 5 apresenta a comparação dos percentuais de gordura corporal entre as equações e/ou métodos. Os

resultados da comparação (duas a duas) através do teste de Bonferroni mostraram que só não foram observadas diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) entre os métodos e/ou

equações de BIA-RJL vs. JCK-DC (19), em todas as outras comparações as diferenças foram bastante significativas ( $p < 0,001$ ).

TABELA 5  
Comparação dos percentuais de gordura corporal (diferenças inter-métodos) (SP, 1999)

Método	Diferenças (Média $\pm$ DP)	95%IC	t	Valor de p
DEXA vs. BIA-RJL	8,12 $\pm$ 3,32	6,60 / 9,63	9,75	* $p < 0,001$
DEXA vs. BIA-DRBG	-4,19 $\pm$ 4,64	-6,36 / -2,01	5,03	* $p < 0,001$
DEXA vs. JCK-DC	9,75 $\pm$ 3,42	8,16 / 11,36	11,73	* $p < 0,001$
DEXA vs. D&W-DC	4,02 $\pm$ 3,47	2,40 / 5,63	4,82	* $p < 0,001$
BIA-RJL vs. BIA-DRBG	-12,30 $\pm$ 3,77	-14,06 / -10,54	14,77	* $p < 0,001$
BIA-RJL vs. JCK-DC	1,59 $\pm$ 4,35	-0,39 / 3,69	1,98	ns $p > 0,05$
BIA-RJL vs. D&W-DC	-4,12 $\pm$ 3,64	-5,80 / -2,40	4,92	* $p < 0,001$
BIA-DRBG vs. JCK-DC	13,95 $\pm$ 5,16	11,53 / 16,37	16,75	* $p < 0,001$
BIA-DRBG vs. D&W-DC	8,20 $\pm$ 4,56	6,06 / 10,34	9,84	* $p < 0,001$
JCK-DC vs. D&W-DC	-5,75 $\pm$ 2,42	-6,90 / -4,60	6,90	* $p < 0,001$

\* , significativo

ns , não significativo

## DISCUSSÃO

É importante ressaltar que a amostra utilizada nesse estudo não é populacional e portanto não representa de forma genérica as mulheres idosas do Município de São Paulo.

A BIA é um método de fácil aplicação e de alta reprodutibilidade, embora fatores como posição do indivíduo, colocação dos eletrodos, temperatura ambiente, nível de hidratação e atividade física, possam afetar essa medida (26,27). Existem, na literatura, várias fórmulas para estimativa do %GC através da BIA, sendo que algumas reconhecem o efeito do envelhecimento sobre a composição corporal e utilizam a idade como uma variável na predição da GC. Os diferentes valores de %GC encontrados nesse estudo através das duas equações de BIA, podem ser explicadas de algumas formas, primeiro: não se conhece a equação utilizada BIA-RJL (CompCorp, software fornecido pelo representante do RJL no Brasil). O % GC é fornecido pelo programa à partir dos dados registrados de resistência, reactância, peso (kg), estatura (cm), idade (anos), sexo e nível de atividade física; a equação de Deurenberg et al. (23) utiliza estatura (cm), resistência, peso (kg), idade (anos) e sexo. Outras variáveis como a etnia e o método de referência para validação da equação de predição, além da própria equação, são citadas na literatura para explicar as diferenças

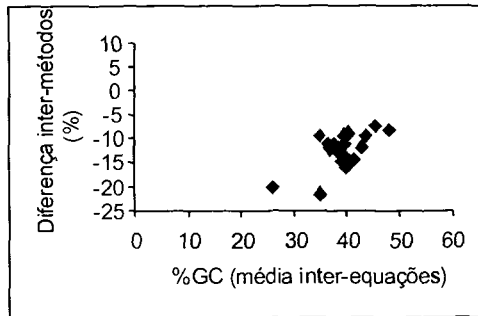
encontradas nos valores de %GC estimados por BIA (27-29).

No presente estudo, a média, da GC, estimada pela equação BIA-DRBG (23) foi bastante superior que a do BIA-RJL. Essa superestimação, também foi observada em indivíduos idosos, no estudo de Mazariegos et al. (29) comparando diversas equações de BIA, sendo essa a que apresentou o mais alto valor médio de GC. A subestimação da GC através da utilização de software fornecido pelo representante do aparelho-RJL, foi observada no estudo de Wattanapenpaiboon et al. (30). Os autores, Wattanapenpaiboon et al. (30) encontraram um valor cerca de 8,8% menor para mulheres, quando comparada com outras equações da literatura. Embora o estudo citado anteriormente, tenha sido realizado com indivíduos de ambos os sexos, com idade entre 26-78 (mulheres) e, não tenha sido utilizada a equação de Deurenberg et al., (23) para comparação, os valores fornecidos pela BIA-RJL foi subestimada em relação às outras, assim como em nosso estudo.

Contudo, apesar dos fatos citados anteriormente, observou-se forte correlação ( $r=0,79$ ) e boa concordância entre as equações de BIA (BIA-RJL vs. BIA-DRBG) (23) (Figura 1).

FIGURA 1

Concordância entre as estimativas de BIA-RJL vs. BIA-DRBG (23). De acordo com Bland e Altman (25) o eixo horizontal mostra a média da GC obtida pelas 2 equações e o eixo vertical, as diferenças inter-equações



A técnica de Bland e Altman (25), usada no presente estudo para estimar o viés e o limite de concordância (ou correspondência) entre duas medidas do %GC, tem sido empregada em vários estudos (29,30,35), alegando-se que o uso do coeficiente de correlação pode não ser apropriado, visto que alta correlação pode não refletir um alto nível de concordância (25,30).

As medidas de dobras cutâneas são bastante usadas na estimativa da GC, por serem relativamente fáceis, de baixo custo e aplicável em estudos de campo. No caso dos indivíduos idosos, essas medidas apresentam algumas limitações devido à alterações como: redistribuição e internalização da gordura subcutânea, atrofia dos adipócitos, espessura e elasticidade da pele. Essas modificações podem contribuir para maior compressão entre a gordura e a massa muscular, o que pode afetar de forma significativa a confiabilidade das estimativas da GC, através desse método (12,31).

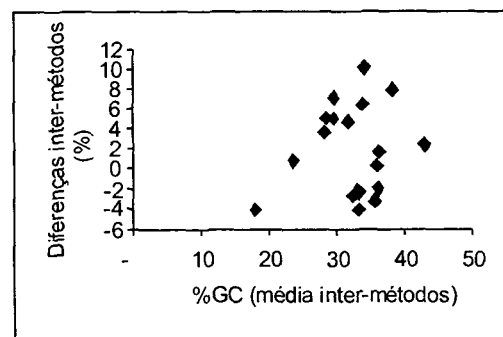
As equações de DC, utilizadas no presente estudo, são equações generalizadas, sendo que a equação de Jackson et al. (19), acrescenta o fator idade para estimativa das alterações potenciais entre gordura externa/interna e densidade óssea.

As DC, assim como a BIA, têm as suas equações preditivas desenvolvidas e validadas em indivíduos caucasianos, em países desenvolvidos. As diferenças no padrão de distribuição de gordura entre as diferentes etnias, podem alterar a relação entre o somatório das dobras e a medida da composição corporal, assim como valores de densidade corporal (32,33). Alguns estudos têm demonstrado que asiáticos, negros e hispânicos parecem ter um depósito de gordura superior no tronco do que nas extremidades e, também parecem ter mais gordura subcutânea na parte superior do corpo quando comparados com indivíduos caucasianos (32-34). Não é do conhecimento dos autores, referências da população brasileira para essas medidas, em indivíduos idosos.

O sexo e a idade são fatores importantes em relação às medidas de DC e densidade corporal, visto que um mesmo valor de DC poder estar relacionado, em diferentes idades à alterações na padrão de distribuição de gordura (Durnin & Womersley) (20). Assim, como o presente estudo utilizou equações para estimar o %GC em idosos com idade superior à população de origem, talvez os indivíduos desse estudo apresentem maior quantidade de gordura interna no corpo, mas não pôde ser detectada pelas medidas de DC, que estariam assim, subestimando a gordura corporal. O menor valor médio de %GC, detectado pela equação de Jackson et al. (19), não apresentou diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) comparado com a BIA-RJL. Contudo, embora tenha sido verificado correlação de 0,71 entre essas duas medidas (BIA-RJL vs. JCK-DC), (19) a concordância observada não foi boa (95%IC= -0,39 a 3,69%), independente do %GC (Figura 2). De acordo com outros estudos (30,35), a equação de BIA-RJL podem subestimar a GC em idosos, assim como as equações de DC. Pode-se especular que essas duas equações não apresentaram diferenças significativas entre suas médias por estarem as duas subestimando a GC nesses indivíduos, o que contudo, não explica a pouca concordância verificada. Talvez, o número de indivíduos de nosso estudo não seja suficiente para verificação, mais conclusiva, da concordância entre os dois métodos.

FIGURA 2

Concordância entre as estimativas de BIA-RJL vs. JCK-DC (19). De acordo com Bland e Altman (25) o eixo horizontal mostra a média da GC obtida pelas 2 equações e o eixo vertical, as diferenças inter-métodos



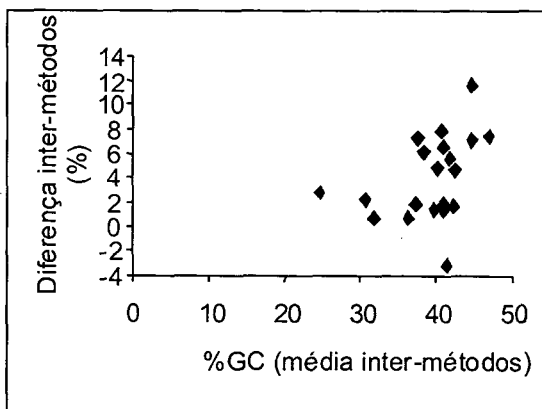
O DEXA é uma tecnologia relativamente nova na medida da composição corporal e de fácil execução, tendo sido primeiramente utilizada para avaliação da densidade e conteúdo mineral ósseo (precisão de 1%) (16). A habilidade desse método para avaliar os tecidos macios, baseia-se em pesquisas demonstrando que o peso corporal medido por DEXA é significativamente correlacionado com a escala de peso corporal, contudo, isso não garante sua acurácia para determinação da MCM e GC (36).

Existem três tipos de sistema de DEXA comumente em uso (Hologic, Norland e Lunar DPX), sendo que eles, apresentam diferenças em seus princípios físicos, configuração de hardware e software, calibração e/ou detecção na delimitação óssea (16). Alguns estudos têm reportado grandes e sistemáticas diferenças nos valores de densidade óssea e percentuais dos tecidos macios determinados pelos três sistemas (35,37). O estudo de Tothill et al. (35) comparou a GC por DEXA, utilizando os três tipos de sistemas citados acima. Os valores de GC medidos pelo Lunar DPX (similar ao do nosso estudo), eram superestimados em relação ao Hologic. Segundo os autores, as diferenças encontradas podem, em parte, ser devido a diferenças nos padrões ou procedimentos de calibração. É importante salientar que as diferenças entre os aparelhos apresentam variação em relação às regiões corporais, sendo maior no tronco, comparando com as pernas, devido à maior profundidade e/ou diâmetro observado nessa região.

Embora tenha sido observada boa correlação entre as estimativas da GC por DEXA e todas as demais medidas, os valores médios encontrados foram significativamente diferentes. Os valores obtidos por DEXA, foram superestimados em relação às duas equações de DC, que talvez tenham seus valores subestimados devido à alterações no padrão de distribuição da gordura corporal com a idade, ou diferenças na densidade corporal da população do nosso estudo, comparadas com a população de origem da equação.

FIGURA 3

Concordância entre as estimativas por DEXA vs. D&W-D (20). De acordo com Bland e Altman (25) o eixo horizontal mostra a média da GC obtida pelas 2 equações e o eixo vertical, as diferenças inter-métodos

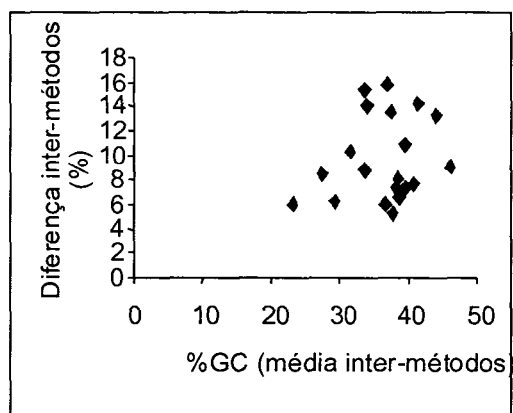


Alguns estudos sugerem boa concordância entre DC e DEXA (30,35,38) e isso foi observado em nosso estudo, em relação à medida do DEXA vs. D&W-DC (20) (95% IC = 2,40 a 5,62%) (Figura 3). A magnitude do viés entre essas

medidas pode ser dependente do diferencial da capacidade desses métodos na avaliação da gordura subcutânea e visceral, como pode ser também observado no estudo de Wattanapenpainboon et al. (29). A baixa concordância entre DEXA vs. JCK-DC (19) foi independente de maior ou menor %GC (Figura 4) e não pode ser explicada pelas diferenças na distribuição da deposição da gordura, devido ao aumento do %GC.

FIGURA 4

Concordância entre as estimativas por DEXA vs JCK-DC (19). De acordo com Bland e Altman (25) o eixo horizontal mostra a média da GC obtida pelas 2 equações e o eixo vertical, as diferenças inter-métodos



## CONCLUSÕES

Embora os métodos e/ou equações utilizados nesse estudo sejam validados para estimar a GC de indivíduos idosos, existe problema quanto qual o melhor método. Todas as equações e/ou métodos forneceram diferentes estimativas da gordura corporal, não podemos afirmar qual a mais "eficaz" para estimar a GC corporal em idosos. BIA-RJL e JCK-DC (19), foram os únicos que não apresentaram diferenças significativas na comparação das médias de suas equações, contudo não apresentaram boa concordância. O viés entre as estimativas (DC - BIA - DEXA) variaram de acordo com a equação de predição. A melhor concordância foi observada entre DEXA vs. D&W-DC (20). Nenhuma técnica pode ser aceita como método mais apropriado de referência. Ainda é um problema a escolha da melhor equação de BIA e dobras cutâneas para estimar a composição corporal em indivíduos idosos e as limitações do DEXA não permitem escolhe-lo como padrão de referência. As comparações são necessárias no intuito de identificar as limitações de cada método e pode também ser útil para avaliar as hipóteses dos outros métodos.

### AGRADECIMENTOS

Os autores são gratos ao estatístico Pedro Abreu Pessoa de Mendonça, pela ajuda na análise dos dados.

### REFERÊNCIAS

1. Ducimetiere P, Richard J, Cambiem F. The pattern of subcutaneous fat distribution in middle-aged men and the risk of coronary heart disease: The Paris prospective study. *Int J Obes* 1986; 10: 229-40.
2. Kuczmarsk RJ. Need for body composition information in elderly subjects. *Am J Clin Nutr* 1989; 50: 1150-7.
3. Visser M, vande Heuvel E, Deurenberg P. Prediction for the estimation of body composition in the elderly using anthropometry data. *Br J Nutr* 1994; 71: 823-33.
4. Blair NS, Horton E, Leon AS, Lee IM, Drinkwater BL, Dishman RK et al. Physical activity, nutrition, and chronic disease. *Med Sci Sports Exerc* 1996; 28(3): 335-49.
5. Hunter GR, Kekes-Szabo T, Treuth MS, Goran M, Pichon C. Intra-abdominal adipose tissue, physical activity and cardiovascular risk in pre- and post- menopausal women. *Int J Obes* 1996; 20: 860-65.
6. Heymsfield SB, Wang J, Stanley H, Kehayias JJ, Pierson RN. Dual photon absorptiometry: comparison of bone mineral and soft tissue mass measurements in vivo with established methods. *Am J Clin Nutr* 1989; 49: 1283-89.
7. Going SB, Willian DP, Lohman TG. Aging and body composition: biological changes and methodological issues. In: Holloszy JO ed. *Exercise and Sports Science Reviews*, volume 23. Baltimore: Williams & Wilkins, 1995: 411-48.
8. Heymsfield SB, Wang ZM. Human body composition: advances models and methods. *Annu Rev Nutr* 1997; 17: 527-58.
9. Lohman TG: Skinfolts and body density and their relation to body fatness: a review. *Human Biol* 1981; 53: 181-225.
10. Albala C, Yanes M, Salazar G, Vio F. Body composition in the elderly: total body water and anthropometry. *Nutr Res* 1994; 14(12): 1797-09.
11. Kushner RF. Bioelectrical impedance analysis: a review of principles and applications. *J Am Coll Nutr* 1992; 11(2): 199-09.
12. Chumlea WC, Guo SS, Kuczmarski RJ, Vellas B. Bioelectrical and anthropometric assessments and reference data in the elderly. *J Nutr* 1993; 123: 449-53.
13. Snead DB, Birge SJ, Kohrt M. Age-related differences in body composition by hydrodensitometry and dual-energy-x-ray absorptiometry. *J Appl Physiol* 1993; 74(2): 770-75.
14. Madsen OR, Jensen JEB, Sorensen OH. Validation of a dual energy x-ray absorptiometer: measurement of bone mass and soft tissue composition. *Eur J Appl Physiol* 1997; 75: 554-58.
15. Tothill P, Han TS, Avenell A, McNeill G, Reid DM. Comparisons between fat measurements by dual-energy x-ray absorptiometry, underwater weighing and magnetic resonance imaging in healthy women. *Eur J Clin Nutr* 1996; 50: 747-52.
16. Laskey MA. Dual-energy x-ray absorptiometry and body composition. *Nutrition* 1996; 12(1): 45-52.
17. Tanner, J.M. et al. Growth and physique studies. In Weiner, J.S. & Lourie, J.A. (eds.). *Human Biology: a guide to field studies*. International Biological programs, Handbook n. 9. Blackwell Scientific Pub. Oxford, England, 1-71, 1969.
18. Lohman TG, Roche AF, Martorell R. *Anthropometric standardization reference manual*. Champaign, Illinois, Human Kinetics, Inc, 1988.
19. Jackson AS, Pollock ML and Ward A. Generalized equations for predicting body density of women. *Med Sci Sports Exerc* 1980; 13(3): 175-82.
20. Durnig JVGA, Womersley J. Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *Br J Nutr* 1974; 32: 77-92.
21. Siri WE. The gross composition of the body. *Advance in Biological and Medical Physics* 1956; 4: 239-80.
22. Lukaski HC, Johnson PE, Bolonchuck WW, Lykken GI. Assessment of fat free mass using bio-electrical impedance measurements of the human body. *Am J Clin Nutr* 1985; 41: 810-7.
23. Deurenberg P, Van Der Kooy L, Leenen R, Westrate JA, Seidell JC. Sex and age specific prediction formulas for estimating body composition from bioelectrical impedance: a cross-validation study. *Int J Obes* 1991; 15: 17-22.
24. Spence JT, Cotton JW, Underwood JJ, Duncan CP. *Elementary statistics*. (Fourth edition), Ebgewood Cliffs, N.J., Prentice Hall, Inc, 1983.
25. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet* 1986; 1:307-10.
26. Deurenberg P, Kooij KV, Evers P, Hulshof T. Assessment of body composition by bioelectrical impedance in a population aged > 60y. *Am J Clin Nutr* 1990; 51: 3-6.
27. Heyward VH. Evaluation of body composition - current issues. *Sports Med* 1996; 22(3): 156-56.
28. Baumgartner RN, Heymsfield SB, Lichtman S, Wang J, Pierson RN. Body composition in elderly people: effect of criterion estimates on predictive equations. *Am J Clin Nutr* 1991; 53: 1345-51.
29. Mazariegos M, Valdez C, Kraaij S, Van Setten C, Liurink C, Breuer K, Haskeel M, Mendoza I, Solomons NW, Deurenberg P. A comparison of body fat estimates using anthropometry and bioelectrical impedance analysis with distinct prediction equations in elderly persons in Republic of Guatemala. *Nutrition* 1996; 12(3): 168-75.
30. Wattanapainboon N, Lukito W, Strass BJB, Hsu-Hage BH-H, Wahlqvist ML, Stroud DB. Agreement of skinfold measurement and bioelectrical impedance analysis (BIA) methods with dual energy x-ray absorptiometry (DEXA) in estimating total body fat in Anglo-Celtic Australians. *Int J Obes* 1998; 22: 854-60.
31. Chumlea WC, Baumgartner RN. Status of anthropometry and body composition data in elderly subjects. *Am J Clin Nutr* 1989; 50: 1158-66.

32. Wang J, Thornton JC, Russel M, et al. Asians have lower body mass index (BMI) but higher percent body fat than do whites: comparison of anthropometric measurements. *Am J Clin Nutr* 1994; 47: 347-52.
33. Mott JW, Wang J, Thornton JC, Allison DB, Heymsfield SB, Pierson Jr RN. Relation between body fat and age in 4 ethnic groups. *Am J Clin Nutr* 1999; 69: 1007-13.
34. Zillikens MC, Conway JM. Anthropometry in blacks: applicability of generalized skinfold equations and differences in fat patterning between blacks and whites. *Am J Clin Nutr* 1990; 52: 45-51.
35. Pritchard JE, Nowson CA, Strauss BJ, Carlson JS, Kaymakci B, Wark JD. Evaluation of dual energy X-ray absorptiometry as a method of measurement of body fat. *Eur J Clin Nutr* 1993; 47: 216-22.
36. Johansson AG, Forslund A, Sjodin A, Mallmin H, Hambræus L, Ljunghall S. Determination of body composition - a comparison of dual-energy x-ray absorptiometry and hydrodensitometry. *Am J Clin Nutr* 1993; 57: 323-26.
37. Tothill P, Avenell A, Love J, Reid DM. Comparisons between Hologic, Lunar and Norland dual-energy X-ray absorptiometers and other techniques used for whole-body soft tissue measurements. *Eur J Clin Nutr* 1994; 48: 781-7.
38. Ogle GD, Allen JR, Humphries IR, Lu PW, Briody JN, Morley K, Howman-Giles R, Cowell CT. Body composition assessment by dual-energy x-ray absorptiometry in subjects aged 4-26 y. *Am J Clin Nutr* 1995; 61: 746-53.

Recibido: 10-02-2000

Aceptado: 18-01-2001

## Influencia del desayuno sobre la función cognoscitiva de escolares de una zona urbana de Valencia, Venezuela

*Mercedes Márquez Acosta, Rosalía Sutil de Naranjo, Carmen E Rivas de Yépez, Manuel Rincón Silva, Marysabel Torres, Rafael Darío Yépez, Zulay Portillo*

Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad de Carabobo  
Centro de Investigaciones en Nutrición (CEINUT). Valencia Venezuela

**RESUMEN.** Está bien establecido que el estado nutricional influye no solamente en el desarrollo físico del individuo sino también sobre su conducta y actividad intelectual. Con el objeto de evaluar los efectos del ayuno sobre la función cognoscitiva, fueron evaluados 68 escolares de ambos sexos, de entre 9 y 10 años de edad que asistían a una escuela privada en el lapso escolar 1998-99. Les fue realizada: a) Evaluación del estado nutricional mediante mediciones antropométricas, y b) Bajo condiciones de ayuno y con desayuno fue evaluada la función cognoscitiva a través del razonamiento lógico (test de Raven) y la efectividad en el trabajo escolar por la medición de velocidad, precisión, atención y fatiga (test de Lepez). Los resultados mostraron que: a) La mayoría (80%) de los niños se encontraba desde el punto de vista antropométrico dentro de la norma, un 20% presentó malnutrición por exceso. b) En condiciones de desayuno el puntaje obtenido para razonamiento lógico (Raven) en todos los niños ( $32.6 \pm 2.86$ ) estuvo por encima del percentil 50, c) El desayuno influyó significativamente en el razonamiento lógico ( $p < 0.001$ ) y en la efectividad en el trabajo escolar ( $p < 0.01$ ) en todos sus parámetros. Se concluye que en estos niños considerados normales desde el punto de vista nutricional antropométrico, el desayuno influyó positivamente en los resultados obtenidos al evaluar la función cognoscitiva a través del razonamiento lógico y la efectividad del trabajo escolar.

**Palabras clave:** Desayuno, función cognoscitiva, escolares, razonamiento lógico, efectividad en el trabajo escolar.

**SUMMARY.** Breakfast influence on cognitive functions of children from an urban area, Valencia, Venezuela. It's well known that physical growth and intellectual activity is influenced by nutritional status. With the purpose of evaluate the fasting effects on the cognitive functions, antropometric state and cognitive functions (logic and school work performance), under fasting and post-breakfast condition were assesed in a group of 68 school children age 9 and 10 years, who studied in a private school (1998-1999). Logic reasoning was measured with Raven test and attention, precision, velocity and fatiga with the Lepez test. The main of the children (80%) were well-nourished and 20% had showed overweight. At breakfast condition all subjects were over 50 percentil for Raven test. Consumption of breakfast influence significativly on logic reasoning ( $p < 0.001$ ) and school work performance ( $p < 0.01$ ). It is concluded that in these well nourished children, breakfast consumption improved cognitive performance. **Key words:** Breakfast, cognitive functions, logic reasoning, school work performance.

### INTRODUCCION

Una alimentación balanceada en un niño en etapa escolar debe proporcionar la energía, proteínas y vitaminas recomendadas para su edad en forma fraccionada durante las 24 horas. El desayuno, que es la primera comida del día debe proveer 25% de la recomendación de nutrientes para un día (1-3). En América Latina muchos niños salen por la mañana de sus hogares y asisten a la escuela sin desayunar, siendo ignorado por parte de los padres y representantes las consecuencias negativas que esta práctica pueda ocasionar sobre el funcionamiento cognoscitivo, en el aprendizaje y en el rendimiento escolar (4-6). En países desarrollados, la

costumbre de no desayunar representa hasta un 20% de la población general (7,8).

Metabólicamente, no desayunar implica un período de ayuno de más de doce horas durante las cuales el organismo no tiene una fuente exógena de combustible; macro y micronutrientes. Durante el ayuno el organismo no cuenta con el aporte dietético de proteínas y aminoácidos, los cuales son necesarios para la síntesis de neurotransmisores implicados en el funcionamiento cerebral y en diferentes fases del proceso cognoscitivo (9).

La síntesis de neurotransmisores está influenciada por los niveles dietéticos y las concentraciones plasmáticas de los aminoácidos precursores de estas sustancias. Así como

también requiere de niveles adecuados de vitaminas y minerales, ya que el déficit de algunos de estos puede ser un factor limitante en la producción de los transmisores necesarios para la función cerebral (10-13).

Los niveles cerebrales de neurotransmisores y otras sustancias que están relacionadas con la función cognoscitiva, con la atención, la memoria y por lo tanto con la efectividad del trabajo intelectual del individuo, dependen minuto a minuto de lo que hemos consumido en la alimentación. Un desayuno adecuado en carbohidratos y proteínas promueve la liberación de insulina la cual estimula la síntesis de enzimas que intervienen en la formación de neurotransmisores (a partir de aminoácidos exógenos) tales como serotonina, catecolaminas y acetilcolina y otros, y así asegurar niveles plasmáticos y cerebrales adecuados para realizar su función (14,15).

En base a todas las consideraciones anteriores, se realizó el siguiente estudio con el propósito de determinar la influencia del desayuno sobre la función cognoscitiva en un grupo de niños en etapa escolar, pertenecientes a una clase social media alta (población de recursos medios) en la que la desnutrición no constituye un problema de salud pública.

## METODOLOGIA

Se realizó una investigación cuasiexperimental, en una muestra de escolares (n=68) de entre 9 y 10 años de edad, de ambos sexos (30 niñas y 34 niños) que cursaban el quinto grado (lapso 1998-1999) de una escuela privada ubicada en la zona norte de la ciudad de Valencia, Edo. Carabobo Venezuela, lo cual representó el 90% de los niños de esa edad inscritos en el plantel educativo. Todo niño que entregó el consentimiento por escrito de su representante, ajustándose a las condiciones del estudio y que desde el punto de vista antropométrico no estuviera por debajo de la norma fue incluido en la investigación.

El estudio comprendió: 1) Evaluación del estado nutricional a partir de diferentes mediciones antropométricas; y 2) Evaluación de la función cognoscitiva.

### 1. Evaluación nutricional a partir de mediciones antropométricas.

A su ingreso al estudio se elaboró una ficha para cada niño con sus datos personales y los valores obtenidos para cada uno de los parámetros antropométricos en estudio.

El personal a cargo del examen antropométrico fue entrenado y estandarizado entre sí de manera de reducir el error interobservador. Se realizaron las mediciones de peso, talla, circunferencia braquial y el pliegue tricéptico por los métodos convencionales y con instrumentos previamente calibrados. Se calcularon indicadores de dimensión corporal a saber: Peso para la talla (P-T) y circunferencia media del brazo (CMB), de composición corporal como el pliegue

tricéptico (PT) área grasa (AG) y área muscular (AM) e indicadores mixtos como el índice de masa corporal (IMC), con instrumentos previamente calibrados. Las tablas de referencia utilizadas para la comparación de los resultados fueron las de Proyecto Venezuela, Fundacredesa (16).

### 2. Evaluación de la función cognoscitiva.

La evaluación de la función cognoscitiva se llevó a cabo mediante la aplicación de dos pruebas o test: el test de matrices progresivas (17) y la prueba de Lepez (18). Dichas pruebas fueron aplicadas a un mismo grupo de escolares en dos oportunidades diferentes. La primera vez bajo condiciones de ayuno y un mes después fueron aplicadas los test antes nombrados a esta misma población después de haber consumido el desayuno. Diseño estandarizado y validado por Pollit y col. (19).

### Instrumentos

**Test de razonamiento lógico (test de Matrices Progresivas):** Es una prueba utilizada para medir el razonamiento lógico que suministra información directa de la magnitud individual de ciertas funciones cognoscitivas (observación y razonamiento) y la medida de la capacidad intelectual en general. El test consiste en presentar a la inspección del sujeto, 36 láminas encuadradas de matrices impresas e incompletas ordenadas por dificultad progresiva. Al pie de cada una de ellas hay 6 planchas dibujadas de las cuales sólo una sirve y en la que el sujeto resuelve los problemas por encaje tratando de completar el recuadro. Para la evaluación del test de Matrices Progresivas se procedió a corregir en cada problema el acierto o error en la solución propuesta por el escolar. La escala de puntaje a ser utilizada osciló entre cero y treinta y seis puntos. El puntaje total de las respuestas del sujeto al ser clasificado según los percentiles, proporciona el Índice de su Capacidad Intelectual (17). Se considera Capacidad Intelectual: 1) Superior = Percentil (P) 95, 2) Superior al término medio = P 90 y P 75, 3) Término medio = P 50, 4) Inferior al término medio = P 25 y P 10 y 5) Deficiente P 5 (Tabla 1) (17).

TABLA 1

Tabla de conversión de puntajes a percentiles para clasificación de Capacidad Intelectual. Evaluación del test de Raven, Baremo Pcia. de Buenos Aires

Percentiles	Edad cronológica en años	
	9	10
95	38	41
90	34	40
75	27	31
50	18	23
25	13	17
10	11	13
5	9	11

**La prueba de efectividad en el trabajo** (Prueba de López,) evalúa la medida de efectividad en el trabajo escolar tomando en cuenta la velocidad, precisión, atención y fatiga; consiste en una lámina con diferentes figuras, destacándose dos de estas figuras remarcadas en la parte superior de la lámina, las cuales deben ser identificadas entre el resto de figuras de la prueba por un tiempo total de 8 minutos con 2 descansos. Para la corrección de la prueba de López se sumaron las figuras acertadas, tachadas u omitidas, par metros que fueron utilizados para obtener los valores reales en puntaje absoluto de las variables velocidad, precisión, atención, fatiga y efectividad; mediante la aplicación de las fórmulas establecidas por López (18).

**Análisis de los resultados:** Los resultados obtenidos fueron analizados mediante frecuencia relativa y medidas de tendencia central; la diferencia entre las medias se estableció según la prueba estadística t de Student con el paquete estadístico Statistic, 1999.

**RESULTADOS**

De un total de 68 sujetos el 44,11% pertenecían al sexo masculino, y un porcentaje mayor (55,88%) al sexo femenino.

Estos niños fueron evaluados desde el punto de vista antropométrico según lo sealado en la metodología del presente estudio; tomando como puntos de corte los valores establecidos por Fundacredesa, Proyecto Venezuela, 1.993 (16). Esta evaluación permitió comprobar que no había niños desnutridos desde el punto de vista de la evaluación nutricional antropométrica.

En cuanto al peso el promedio general obtenido fué de 34,9±7,6 kg, siendo en el sexo masculino de 35,6±8,5 kg y para el sexo femenino de 34,5±6,8 kg (Tabla 2), valores que se encuentran dentro de la norma, es decir entre el percentil 10 y el 90. Para el par metro talla se obtuvo un valor promedio de 136,5±5,4 cm para todos los escolares, en el sexo masculino el promedio fue de 137,2±5,3 cm y de 135,8±5,3 cm para el sexo femenino todos los cuales están dentro de la norma.

**TABLA 2**  
Antropometría de escolares según el sexo.  
Expresado en promedios y desviación est ndar\*

	Masculino	Femenino	Todos
Peso (kg)	35,6±8,5	34,5±6,8	34,9±7,6
Talla (cm)	137,2±5,3	135,8±5,3	136,5±5,4
CMB (cm)	23,1±3,5	22±3,1	22,5±3,3
Pliegue tricpital (mm)	15,1±6,2	17,1±6,5	16,3±6,3
Area muscular (mm <sup>2</sup> )	2746,1±800,8	2276,4±706,3	2486±780,2
Area grasa (mm <sup>2</sup> )	1609,97±796,5	1662,29±762,59	1638,95±772,2

\*Tabla de referencia= Fundacredesa 1993

En el presente estudio al evaluar el P-T, la mayoría de los niños hembras y varones (82,3%) se encontraban dentro de la norma. Aproximadamente un 20% presentaron un sobrepeso, es decir estuvieron sobre la norma. Por otra parte en los escolares en estudio el hecho de que casi un cuarto de la población se encontró por encima del percentil 90 en P-T estuvo acompañado de un porcentaje similar en otro par metro de composición corporal como es la circunferencia media del brazo, lo que permitió catalogarlos como niños con sobrepeso.

En el test de Raven se obtuvo un puntaje promedio de 20,00±3,45 en condiciones de ayuno y de 32,55±2,83 bajo desayuno, diferencia que fue estadísticamente significativa (p<0,001) tanto en el grupo en general, como al discriminar por sexos. Los promedios obtenidos en ayuno fueron similares en niñas (19,40±3,02) y niños (21,00±3,74), al igual que en el caso que habían desayunado, las hembras con un puntaje de 32,52±2,63 y los varones con 32,60±3,24 (Tabla 3). Al convertir los puntajes en percentiles y ubicarlos en los rangos de capacidad intelectual descritos como referencia para este trabajo (Raven JC, 1.983), los resultados en condiciones post desayuno fueron los siguientes, el 72,5% de los niños se encontró entre el puntaje 17 y 31 es decir entre el percentil 25 y el 75, de tal manera que corresponden al rango III definido como intelectualmente término medio y el 27,5% estuvo por encima del percentil 75 y debajo del 95, en el rango II o definidamente superior en capacidad intelectual al término medio. Al compararlo con los puntajes obtenidos en ayuno, la mayoría, un 80% continu  ubicada en el rango III y el 20% restante correspondió al rango IV (Definidamente inferior en capacidad intelectual al término medio), que no estuvo presente en la condición post desayuno.

**TABLA 3**  
Puntaje del Test de Raven obtenido en escolares en condiciones de ayuno y post-desayuno.  
Expresados en promedios y desviación estándar.

Sexo	Ayuno	Desayuno
Masculino	21,00±3,74	32,60±3,24*
Femenino	19,40±3,02	32,52±2,63*
Todos	20,0±3,45	32,55±2,83*

\*Diferencia significativa entre ayuno y desayuno (p<0,001)

Al analizar el test de López a través de los diferentes par metros evaluados, obtuvimos en primer lugar para la velocidad en ayunas un promedio general de 65,90 ± 17,59 el cual fue significativamente menor (p<0,01) que el valor promedio obtenido posterior al desayuno de 103,24±24,37.

No hubo diferencias en los puntajes para las escolares ( $66,34 \pm 17,78$ ) y los escolares ( $65,13 \pm 17,85$ ) en ayunas. Para el parámetro precisión el promedio del puntaje de todos los niños fue mayor ( $p < 0,01$ ) en la condición de post desayuno ( $92,78 \pm 7,05$ ) que en las de ayuno ( $82,51 \pm 19,90$ ) y no hubo diferencias entre hembras y varones ni antes ni después del desayuno. En relación a la atención, en las condiciones de ayuno se obtuvo un valor promedio ( $85,56 \pm 8,25$ ) que fue significativamente menor ( $p < 0,01$ ) que el obtenido después del consumo del desayuno con un  $90,70 \pm 8,95$  a nivel general. Esto es similar al considerar los sexos por separado, en los cuales la diferencia por la presencia o no del desayuno es marcada. Para el parámetro fatiga, el promedio de puntaje fue de  $28,00 \pm 21,2$  con desayuno y de  $51,79 \pm 18,17$  en condiciones de ayuno, lo cual representó una diferencia ( $p < 0,01$ ) en la cual los niños y las niñas mostraron menor fatiga en la condición de desayuno. La efectividad en el trabajo mostró valores promedio de  $91,19 \pm 8,3$  con desayuno y significativamente menor ( $72,75 \pm 9,17$ ) ( $p < 0,01$ ) en condiciones de ayuno (Tabla 4). Este valor constituye el resultado global de los diferentes parámetros evaluados en el test de Lépez y se obtuvieron cifras que reflejan la influencia significativa del desayuno sobre la efectividad en el trabajo escolar, tanto en el sexo femenino como en el masculino.

TABLA 4  
Puntaje del Test de Lépez, obtenido en escolares  
en condiciones de ayuno y post-desayuno.  
Expresado en promedios y desviación estándar.

	Ayuno	Desayuno
Velocidad	$65,90 \pm 17,59$	$103,24 \pm 24,37^*$
Precisión	$82,51 \pm 19,90$	$92,78 \pm 7,05^*$
Atención	$82,56 \pm 8,25$	$90,70 \pm 8,95^*$
Fatiga	$51,79 \pm 18,17$	$28,00 \pm 21,2^*$
Efectividad	$72,75 \pm 9,17$	$91,19 \pm 8,3^*$

## DISCUSION

En el presente estudio aproximadamente la quinta parte de la población mostró valores sobre la norma en los indicadores antropométricos de dimensión, de composición corporal y para el IMC considerados por lo tanto como niños con sobrepeso según los referido por Landaeta Jiménez (20) en el Manual de Crecimiento y Desarrollo, los estudios realizados por López M. (21) y lo referido por Hernández Y. (22) en la población venezolana. El porcentaje de sobrepeso (20%) alcanzado en este estudio fue mayor que el porcentaje referido por el Proyecto Venezuela (12%) para los niños de

las zonas urbanas (23). Del total de los escolares sólo el 10% fueron catalogados como obesos. El 80% de los niños se encontró dentro de la norma.

Se evaluó la capacidad de resolver problemas, el razonamiento lógico y la atención, considerados componentes básicos del funcionamiento cognitivo en la medida que posibilitan la recepción y el manejo de la información. En relación a la evaluación del razonamiento lógico, al obtener los puntajes resultantes del test de Raven para cada niño y convertirlos en percentiles, se observó que el puntaje promedio en ayuno estuvo por debajo del percentil 50, lo cual contrastó significativamente con el valor obtenido después del desayuno, que correspondió al percentil 75, según la referencia establecida en el baremo Provincia de Buenos Aires, Argentina (17). Estos cambios mostraron la influencia del consumo del desayuno en los resultados de la evaluación de la función cognoscitiva (razonamiento lógico), en los escolares en estudio.

Por otra parte al convertir el puntaje en percentiles y ubicarlos por rangos se observó que en condiciones de post desayuno la mayoría de los niños se encontraba en el rango II (superior en capacidad intelectual) por el contrario en ayuno el mayor porcentaje estuvo en el rango III (intelectualmente término medio), observándose también casos nuevos en el rango IV (inferior en capacidad intelectual). Partiendo del hecho observado, puede sugerirse que el ayuno por un período mayor de diez horas, probablemente por disminución en la concentración de glucosa cerebral y la ausencia del sustrato proteico para la síntesis de neurotransmisores, influyó sobre la función cognoscitiva del escolar. Este aspecto ha sido explicado por Benton (24) y señalado por Pollit en su estudio en el cual correlacionó el aspecto cognoscitivo con pruebas bioquímicas hechas en niños sometidos a ayuno (7,19).

El análisis de la prueba de Lépez fue realizado mediante la evaluación de la efectividad del escolar en el trabajo realizado, lo cual se encuentra directamente relacionado con la atención, dependiente ésta, de la velocidad, de la precisión y la fatiga. En cuanto a la velocidad se obtuvieron puntajes menores en los niños en condiciones de ayuno, probablemente debido al nivel de fatiga presente en este caso. Al analizar los resultados obtenidos para el parámetro precisión, se observó que los escolares en ayuno mostraron menor precisión en el trabajo realizado que la desarrollada al realizar la prueba posterior al desayuno. La presencia de fatiga, disminuyó significativamente cuando se les practicó el test de Lepez después del consumo del desayuno, en relación a la fatiga que presentaron en condiciones de ayuno, por lo que se puede inferir que el ayuno influyó notablemente en el nivel de fatiga evaluada en los niños. Esto concuerda con lo reportado con Jakubowicz (25) en su investigación en las cuales relaciona el cansancio, la debilidad y el agotamiento del individuo con

un estado de pobre reserva proteica disponible, en nuestro caso explicado por la omisión del desayuno. Asimismo la efectividad en el trabajo realizado en el aula por el escolar, mostró un puntaje promedio mucho mayor en los niños cuando habían desayunado previamente a la realización de la prueba psicológica, que cuando estaban en la condición de ayuno, variación que responde a los cambios sucedidos en las variables que conforman la efectividad (atención, fatiga, precisión y velocidad) por la presencia o ausencia del desayuno previo a la realización de la prueba de Lépez.

Todas las variables evaluadas tanto en el test de Matrices Progresivas de J. C. Raven como en la prueba de Lépez, se vieron afectadas negativamente por el ayuno nocturno. Este hecho hace suponer que el déficit temporal de nutrientes, provocado por la omisión del aporte de alimentos, influyó directamente en la función cognoscitiva de los escolares.

En el presente trabajo se observó que en niños nutricionalmente dentro de la norma (sin signos de desnutrición), el desayuno modificó positivamente los resultados para pruebas psicológicas similares a los test para medir velocidad y discriminar figuras. En este orden de ideas Pollit (26) reporta los estudios realizados en Cambridge, Mass (1.981) y en Houston, Tex (1.989), en los cuales se demostró que el ayuno nocturno influía sobre la eficiencia de resolver problemas evaluados por test especiales en niños bien nutridos, de clase media alta, entre 9 y 11 años, población similar a la estudiada en nuestra investigación. Vaisman (27) evaluó 569 niños entre 11 y 13 años, en relación a su memoria lógica y retención visual, mostrando mejores resultados en los que consumían desayuno media hora antes de aplicar el test que en aquellos que no desayunaban o lo hacían dos horas antes. En este sentido, Kanarek (28) señala que el consumo de desayuno está generalmente asociado con un aumento en el rendimiento o eficiencia cognitiva posteriormente en el transcurso de la mañana.

Sin embargo y en contraste con los resultados obtenidos en el presente trabajo, en investigaciones realizadas por Simeon en Kingston, Jamaica (29,30) se presentaron resultados en los cuales el desayuno mejoraba el rendimiento de las pruebas psicológicas sólo en niños con riesgo nutricional. Asimismo fue realizado un estudio de tipo experimental en Huaraz por Cueto y col. en 1993 y 1995, en niños de cuarto y quinto grado, de 9 a 11 años, a los cuales se les practicaron pruebas psicológicas, como el Test de matrices progresivas y pruebas de velocidad entre otras, en relación al desayuno. En esta última investigación, el desayuno mejoró los resultados de dos de los test (velocidad y capacidad de discriminar figuras) sólo en aquellos niños con riesgo nutricional, a diferencia del presente trabajo en el cual este efecto del desayuno se observó en niños sin signos de desnutrición. Por otra parte Ritcher LM (31) estudió 55 niños escolares sin signos de desnutrición y de la zona urbana,

encontrando que no se presentaron modificaciones significativas al medir atención y memoria antes y después del desayuno.

No desayunar implica un período de ayuno de más de doce horas durante las cuales el organismo no tiene una fuente exógena de combustible macro y micronutrientes que deben ser proporcionados por el desayuno. Algunos estudios han comprobado que la regulación cerebral está modulada por neurotransmisores, que a su vez regulan la función cognoscitiva, constituyendo las proteínas aportadas por los alimentos el sustrato fundamental para la síntesis y producción de neurotransmisores centrales (32,9,15). El desayuno influye sobre el funcionamiento cognitivo por su aporte de aminoácidos pero también por incrementar la glicemia sanguínea (15). En este respecto Wyon (33) señala que el rendimiento escolar de niños de 10 años y bien nutridos fue mayor cuando el desayuno aportó el 20% de las recomendaciones diarias de energía que cuando aportó el 10%.

Ahora bien en la presente investigación, no se controlaron ciertos factores que pudieron influir en los resultados obtenidos, como por ejemplo la motivación del niño ante el estudio (1,34) los hábitos alimentarios de la familia, el complemento emocional que produce el ayuno nocturno y la ausencia de desayuno que afectan emocionalmente al niño (36) y la sensación de saciedad que produce el desayuno (29), factores que deberán ser tomados en cuenta en el diseño de futuras investigaciones. Así como también constituyó una limitante al analizar los resultados, el hecho de haber seleccionado la secuencia ayuno/desayuno para la realización de los Test y la falta de grupos cruzados.

A manera de revisión podemos afirmar que a nivel internacional existen diferencias en los resultados de las investigaciones. En estudios realizados en Estados Unidos y Gran Bretaña reportan beneficios en el consumo del desayuno en niños bien nutridos, al igual que los resultados obtenidos en nuestro trabajo. Sin embargo según los datos obtenidos en países como Jamaica, Perú y en la localidad de Huaraz el consumo del desayuno beneficia sólo a los niños a riesgo nutricional, y no presenta efectos en los niños bien nutridos (35,24). De tal manera que las investigaciones realizadas hasta ahora no son concluyentes.

En el área de la investigación en nutrición y comportamiento posiblemente la más importante conclusión que arrojan los estudios realizados, es que la función cerebral es sensible a las variaciones que se suceden en la disponibilidad inmediata de nutrientes, lo cual ocurre de manera especial en aquellos niños en edad escolar que se encuentran a riesgo nutricional (36,37).

Por otra parte, según los estudios realizados en otros países, antes nombrados se sugiere que los niños bien nutridos también son sensibles al ayuno nocturno y a la omisión del

desayuno, hecho semejante encontrado en la muestra local que se evaluó en el presente estudio. Si este aspecto fuese confirmado por investigaciones sucesivas, esto traería implicaciones en lo relacionado a las intervenciones nutricionales a nivel de las instituciones educativas. De tal modo que un programa de desayuno escolar, podría considerarse de suma importancia en los planes de mejoramiento de una institución educativa ya que puede promover en los integrantes de la escuela cambios en el estilo de alimentación, en el estado nutricional, en la función cognoscitiva y en el rendimiento escolar. En este contexto, el problema del rendimiento escolar es multicausal, por lo tanto otras investigaciones son necesarias para cuantificar el poder que tiene el estado nutricional y el desayuno sobre el rendimiento escolar.

### REFERENCIAS

- Meyers AF, Sampson AE, Weitzman M, Rogers BL & Kayne H. School Breakfast Program and School Performance. *Amer J Dis Children* 1989;143:1234-9.
- Ivanovic D, Vásquez M, Aguayo M, Ballester D, Marambio M and Zacarias I. Nutrition and Education.III. Educational achievement and food habits of Chilean elementary school graduates. *Arch Latinoamer Nutr.* 1992;42:(1):86-92.
- Gordon AR, Devaney BL and Burghardt. Dietary effects of the National School Program and the School Breakfast Program. *Amer J Clin Nutr.* 1995;61(suppl):221S-31S.
- López I, Andraca I, Perales CG, Heresi E, Castillo M, Colombo M. Breakfast omission and cognitive performance of normal, wasted and stunted schoolchildren. *European J Clin Nutr* 1993;47(8):533-542.
- Grantham-Mc Gregor SM, Chang S, Walker SP. Evaluation of school feeding programs; some Jamaica examples. *Amer J Clin Nutr.* 1998;67 (suppl):785S-9S
- Jacoby ER, Cueto S, Pollitt E. When Science and politics listen to each other: good prospects from a new school breakfast program in Perú. *Amer J Clin Nutr.* 1998: (suppl):795s-7s.
- Pollitt E. Ayuno y desayuno: Implicaciones para el funcionamiento cerebral y la capacidad de aprendizaje. *Dieta y Salud* 1993;2:(1):5-7, 1er semestre.
- Siega-Riz AM, Popkin BM and Carson T. Trends in breakfast consumption for children in the United States from 1965 to 1991. *Amer J Clin Nutr.* 1998: 67 (suppl); 748S-56S.
- Briley M. Biochemical strategies in the search for cognition enhancers. *Pharmacopsychiatry.* 1998;2(23): suppl 75-80.
- Wurtman R. Nutrients that modify brain function, *Scientific American.* 1982: 246 (4):42-51.
- Brozek J, Schurch B. Malnutrition and behavior: Critical Assessment of Key Issues. N° 4, Nestlé Foundation Publication Series, 1984.
- Harris R, Crabb D. Interrelaciones Metabólicas En: Devlin TM. *Bioquímica: Libro de texto con aplicaciones clínicas.* Venezuela, Editorial Reverté S.A., 1987;654-683.
- Nicklas TA, Forcier JE, Webber LS and Berenson GS. School lunch assesment to improve accuracy of 24-hour dietary recall for children. *J Amer Dietetic Assoc* 1991;91(6):711-3.
- Newsholme EA, Leech AR. *Bioquímica Médica* 1<sup>era</sup> ed., Madrid, Editorial Interamericana, 1987.
- Korol DL and Gold PE. Glucose, memory, and aging. *Amer J Clin Nutr.* 1998;67(suppl):764S-71S..
- Fundacredesa, Proyecto Venezuela; Caracas, Ediciones Fundacredesa, 1993.
- Raven JC. Test de matrices progresivas. Manual, series A, Ab, B. 1983: Facultad de Humanidades y Educación. Escuela de Psicología, Universidad Central de Venezuela.
- Cristiansen MC. Prueba de Lépez. Trabajo presentado en la Cátedra de Psicología del Aprendizaje 1990: Escuela de Educación, Universidad Católica Andrés Bello. Caracas.
- Pollitt E, Cueto S and Jacoby ER. Fasting and cognition in well-and undernourished schoolchildren: a review of three experimental studies. *Amer J Clin Nutr.* 1998;67 (suppl): 779S-84S.
- Landaeta-Jiménez M y López Blanco M. Manual de Crecimiento y Desarrollo; Caracas, Editores Venezuela; 1991.
- López M, Hernández Y, Landaeta M and Henríquez G. Crecimiento y Nutrición en la región latinoamericana. *Anal Venez Nutr* 1993;(6).
- Hernández Y, Arenas O. Índice de masa corporal (peso/talla2) en la población venezolana hasta los 18 años de edad. *Anal Venez Nutr.* 1993: (6).
- López-Blanco M, Landaeta-J M y Mendez-Castellano H. Crecimiento y estado nutricional de niños venezolanos urbanos y rurales. *Anal Venez Nutr* 1990;(3):35-40.
- Benton D and Parker P. Breakfast, blood glucose, and cognition, *Amer J Clin Nutr.* 1998: 67 (suppl): 772S-8S.
- Jakubowicz D. La capacidad mental y la memoria dependen del desayuno. *Revista Ciencia y Vida III,* Venezuela, Editorial Venezolana, 1994.
- Pollitt E and Mathews R, Breakfast and cognition: an integrative summary. *Amer J Clin Nutr* 1998; 67 (3): 804S-813.
- Vaisman N, Voet H, Akivis A, Vakil E, Effect of breakfast timing on the cognitive functions of elementary school students. *Arch Ped Adolescense Medicine* 1996; 150(10):1089-1092
- Kanarek R. Psychological effects of snacks and altered meal frequency. *British J Nutr* 1997;(84): 77 (suppl) 1 : S105-118.
- Simeon DT, Grantham-McGregor S. Effects of missing breakfast on the cognitive funtions of school children of differing nutritional status. *Amer J Clin Nutr.* 1989;(49).
- Simeon DT. School feeding in Jamaica: a review of its evaluation. *Amer J Clin Nutr.* 1998; 67(4):790S-94S .
- Richter LM, Rose C, Griesel RD. Cognitive and behavioural effects of a school breakfast. *S Afr Med* 1997: J 2:87 (suppl): 93-100.
- Orten JM, Neuhaus OW. *Bioquímica Humana,* 10 ed , Buenos Aires, Editorial Médica Panamericana S.A. 1984.

33. Wyon DP, Abrhamsson L, Jartelius M, Fletcher RJ. An experimental study of the effects of energy intake at breakfast on the test performance of 10 year old children in school. *International Journal of Food and Sciece Nutr* 1997; 48(1):5-12
34. Toro-Díaz TA, Almagia F AA, Ivanovic M, DM. Evaluación antropométrica y rendimiento escolar en estudiantes de educación media de Valparaíso, Chile. *Arch Latinoamer Nutr* 1998; 48 (3):201-209.
35. Pollitt E. Does breakfast make a difference in school?. *Child Nutrition and Health Campaign* 1995; 95 (10):1134-1139.
36. Noguera C. Dos estudios acerca de la influencia de los factores socio culturales sobre el desarrollo psicológico en el niño. Caracas, Edición Universidad, 1997.
37. Nicklas TA, O'Neil CE and Berenson GS. Nutrient contribution of breakfast, secular trends, and the role of ready-to-eat cereals: a review of data from the Bogalusa heart study. *Amer J Clin Nutr.* 1998;67 (suppl): 757S-63S.

Recibido: 10-12-1999

Aceptado: 23-01-2001

## Algunas consideraciones sobre el impacto de la desnutrición en el desarrollo cerebral, inteligencia y rendimiento escolar

*Boris Leiva Plaza, Nelida Inzunza Brito, Hernán Pérez Torrejón, Veronica Castro Gloor, Joan Manuel Jansana Medina, Triana Toro Díaz, Atilio Almagiá Flores, Arturo Navarro Díaz, María Soledad Urrutia Cáceres, Jorge Cervilla Oltremari, Daniza Ivanovic Marincovich*

Universidad de Chile, Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA). Santiago, Chile

**RESUMEN.** Diversos estudios confirman que la desnutrición en los primeros años de vida afecta el crecimiento del cerebro y el desarrollo intelectual. Un alto porcentaje de los escolares que obtienen muy bajo rendimiento escolar presentan circunferencia craneana subóptima (indicador antropométrico de la historia nutricional y del desarrollo cerebral) y también, menor volumen encefálico. Por otra parte, se ha constatado una correlación directa y significativa entre el coeficiente intelectual, medido mediante tests de inteligencia (Weschler-R, o el Test de Matrices Progresivas de Raven) y el tamaño cerebral de los alumnos medido a través de resonancia magnética por imágenes (RMI); de la misma forma, se ha verificado que la inteligencia es uno de los parámetros que mejor predice el rendimiento escolar. Considerando que la educación es la palanca de cambio mediante la cual se mejora la calidad de vida de los pueblos y, que en términos absolutos el número de desnutridos ha aumentado en el mundo, es de la más alta relevancia para la educación analizar los efectos a largo plazo de la desnutrición acaecida a edad temprana. Las investigaciones relativas a determinar las interrelaciones entre estado nutricional, desarrollo cerebral, inteligencia y rendimiento escolar son fundamentales de llevar a cabo, especialmente en la edad escolar, ya que los problemas nutricionales afectan especialmente a los estratos socioeconómicos más deprivados de nuestra sociedad, con consecuencias negativas para el desarrollo económico; en la edad escolar, esto se traduce en altos índices de deserción escolar, problemas de aprendizaje y bajo ingreso a la educación superior. Esto limita el desarrollo de los pueblos, por lo cual un claro beneficio económico se lograría incrementando la productividad del adulto, a través de políticas gubernamentales exitosas que prevengan la desnutrición infantil.  
**Palabras clave:** Desnutrición, factores socioeconómicos, circunferencia craneana, cerebro, inteligencia, educación.

### INTRODUCCION

Históricamente en Chile, el sistema educacional ha mostrado altas tasas de deserción y repitencia, no cumpliéndose los objetivos del sector educacional. Aunque las cifras de egreso en los ciclos básico y medio han mejorado significativamente en relación al ingreso, aún están lejos del óptimo al que aspiran los países desarrollados (1,2). En cuanto

**SUMMARY.** Some considerations related to the impact of undernutrition on brain development, intelligence and scholastic achievement. The findings from several authors confirm that undernutrition at an early age affects brain growth and intellectual quotient. Most part of students with the lowest scholastic achievement scores present suboptimal head circumference (anthropometric indicator of past nutrition and brain development) and brain size. On the other hand, intellectual quotient measured through intelligence tests (Weschler-R, or the Raven Progressives Matrices Test) has been described positively and significantly correlated with brain size measured by magnetic resonance imaging (MRI); in this respect, intellectual ability has been recognized as one of the best predictors of scholastic achievement. Considering that education is the change lever for the improvement of the quality of life and that the absolute numbers of undernourished children have been increasing in the world, is of major relevance to analyse the long-term effects of undernutrition at an early age. The investigations related to the interrelationships between nutritional status, brain development, intelligence and scholastic achievement are of greatest importance, since nutritional problems affect the lowest socioeconomic stratum with negative consequences manifested in school-age, in higher levels of school dropout, learning problems and a low percentage of students enrolling into higher education. This limits the development of people by which a clear economic benefit to increase adult productivity for government policies might be successful preventing childhood malnutrition.

**Key words:** Undernutrition, socio-economic factors, head, brain, intelligence, education.

a esta problemática, se han realizado diversas investigaciones centradas, en su mayoría, en analizar el impacto de los aspectos socioeconómicos y socioculturales sobre el proceso enseñanza-aprendizaje, observándose escasa información en lo que respecta al impacto que sobre él ejercen, la situación alimentaria y nutricional del educando, su desarrollo cerebral y su inteligencia (3,4).

El rendimiento escolar se encuentra determinado por

factores propios del educando, familiares, del sistema educacional y de la sociedad en general (4). En síntesis, el proceso educativo es de naturaleza multicausal y multifactorial (1). Si bien existen variadas investigaciones sobre los determinantes socioeconómicos del proceso enseñanza-aprendizaje, como se señaló anteriormente, se observa una escasez de información referente a los efectos de la nutrición y la salud, en el rendimiento escolar; esta situación ocurre tanto en Chile como en otros países; más aún, los factores socioeconómicos y socioculturales son codeterminantes, tanto del estado nutricional, como del proceso enseñanza-aprendizaje (5,6).

La desnutrición en los primeros años de vida podría afectar el crecimiento del individuo, pero es posible lograr posteriormente, una mejoría en la adecuación de la talla, a través de una buena alimentación, ya que el niño continúa creciendo hasta los 18 años. Hay, sin embargo, una notable excepción que es el cerebro y, en general, todo el sistema nervioso. Stoch y Smythe, fueron los primeros en formular la hipótesis relativa a que la desnutrición durante los primeros dos años de vida, podría inhibir el crecimiento del cerebro y esto produciría una reducción permanente de su tamaño y un bajo desarrollo intelectual; los primeros dos años de vida no sólo corresponden al período de máximo crecimiento del cerebro, sino que al final del primer año de vida, se alcanza el 70% del peso del cerebro adulto, constituyendo también, casi el período total de crecimiento de este órgano (7-11). Al respecto, estudios efectuados con relación al desarrollo cerebral mediante autopsias de niños muertos inesperadamente, encontraron que la cantidad de sinapsis en una capa de la corteza visual, se eleva desde alrededor de 2.500 por neurona al nacimiento hasta 18.000 alrededor de los seis meses de vida (12). No obstante, en autopsias de niños que han fallecido de desnutrición severa, se ha verificado que presentaban menor peso cerebral, menor concentración de proteínas, menor contenido de ADN y ARN, al mismo tiempo que una menor circunferencia craneana, al compararlos con niños normales fallecidos por causas accidentales; en otro contexto, la malnutrición acaecida a edad temprana reduce la tasa de división celular en el cerebro, reduciendo la mielinización, observándose una estrecha correlación entre la circunferencia craneana y el crecimiento cerebral (13-15). Más aún, se ha descrito que la malnutrición provocaría una disminución de la capacidad intelectual, en donde las condiciones nutricionales y ambientales son inseparables (13-15). La malnutrición afectaría no sólo el período de crecimiento cerebral, sino que también afecta los tempranos procesos organizacionales, tales como neurogénesis, migración celular y diferenciación (16). Al respecto, otros estudios señalan que cambios en el ambiente del vientre materno, ya sea producidos por mala alimentación de la madre, abuso de drogas o una infección viral, pueden

alterar la línea de migración neuronal. Ciertas formas de epilepsia, retraso mental y esquizofrenia parecen ser el resultado de alteraciones en este proceso de desarrollo (12).

Expertos en desarrollo infantil afirman que existe una necesidad urgente de que los programas preescolares sean diseñados de manera de impulsar la capacidad cerebral del niño "Existe un calendario en el desarrollo del cerebro y el año más importante es el primero; en los primeros años un niño que haya sido descuidado o maltratado lleva la marca de ello, sino indeleble, por lo menos extremadamente difícil de borrar" (12).

Es interesante destacar la importancia de los factores de riesgo, biológicos y sociales sobre el desarrollo infantil; bajo peso de nacimiento, malnutrición, bajo nivel educacional y/o problemas psiquiátricos de los padres, son algunos de los factores de riesgo que se relacionan con el desarrollo psicológico infantil. Tales factores de riesgo no ocurren en forma aislada; a medida que se combina un mayor número de ellos aumenta la probabilidad de un menor rendimiento cognitivo.

#### **Efectos a largo plazo de la desnutrición severa acaecida en el primer año de vida, en el desarrollo cerebral, CI y rendimiento escolar**

Debe señalarse que el concepto de inteligencia humana excede indudablemente aquello que es medido por los tests de inteligencia; no obstante, el concepto de inteligencia o de CI que se maneja en el presente artículo refleja lo que la mayoría de los estudios citados, definen operacionalmente como inteligencia, es decir, el rendimiento en tests que miden el coeficiente intelectual o similares.

Estudios recientes efectuados en escolares Chilenos pobres que egresaban de enseñanza media, han cuantificado el impacto de la desnutrición severa acaecida durante el primer año de vida, en el desarrollo cerebral medido por resonancia magnética por imágenes (RMI), en el coeficiente intelectual (CI) medido por el test de Weschler-R, el cual correlacionó alta y significativamente con el Test de Matrices Progresivas de Raven validado para la población Chilena ( $r=0.91$   $p<0.0001$ ) (17) y en el rendimiento escolar, determinado a través de una batería de pruebas de castellano y matemáticas, las cuales fueron sometidas a adecuadas pruebas estadísticas para su confiabilidad y validez (18). El propósito fue determinar los efectos a largo plazo de la desnutrición acaecida a edad temprana, en escolares cuyo promedio de edad era de  $18.3 \pm 0.9$  años y en donde los procesos de crecimiento y desarrollo físico y mental están ya consolidados. De esta forma se efectuó un estudio comparativo entre dos grupos de escolares pobres que egresaban de enseñanza media: con y sin desnutrición en el primer año de vida. Los escolares seleccionados en la muestra para efectuárseles el examen de RMI y así poder determinar

el desarrollo cerebral, eran niños sanos, que escribían con la mano derecha, sin antecedentes de claustrofobia, alcoholismo, pérdida del conocimiento, daño cerebral, epilepsia, o enfermedad cardíaca, además de alcoholismo o tabaquismo en la madre durante el embarazo y colestasia. Para conocer estos aspectos, se efectuó una entrevista a los padres. Con relación al componente genético, los escolares seleccionados en la muestra eran niños chilenos, de raza blanca, la cual tiene una proporción de mezcla europea y aborígen, producida desde el inicio de la colonización hispánica. Los resultados mostraron que los escolares que sufrieron de desnutrición presentaron un volumen encefálico de aproximadamente 200cc y 100cc menor, en comparación con el de los escolares no desnutridos, tanto en el sexo masculino, como femenino, respectivamente. La circunferencia craneana fue el único parámetro antropométrico, indicador de la historia nutricional y del desarrollo cerebral que presentó diferencias significativas entre ambos grupos. De esta forma, los escolares desnutridos presentaron un puntaje Z de circunferencia craneana de más de una desviación estándar más baja, que la de aquéllos que no sufrieron de desnutrición. Por otra parte, el CI de los escolares desnutridos era de 25 puntos más bajo y su rendimiento escolar equivalente a la tercera parte, del que presentaron los escolares no desnutridos. En este sentido, la utilización del Test de Weschler-R o del Test de Matrices Progresivas de Raven son igualmente recomendados. Con relación al rendimiento en la prueba de aptitud académica (PAA), requisito indispensable para el ingreso a la educación superior, los escolares que sufrieron de desnutrición obtuvieron un puntaje significativamente menor (379 puntos), en comparación con el que registraron los escolares no desnutridos (589 puntos); los puntajes inferiores a 450 puntos inhabilitan al estudiante para postular a la educación superior (18).

Con relación a lo anteriormente expuesto, el nivel de escolaridad de la madre, el volumen encefálico y la desnutrición acaecida durante el primer año de vida han sido descritos como las variables independientes que mayormente contribuyen a explicar la varianza del CI del niño ( $r^2= 0.714$ ), a la vez que es el CI quien explica mayormente el rendimiento escolar ( $r^2= 0.869$ ); de igual forma, el puntaje obtenido en la PAA aparece fundamentalmente explicado por el CI del niño, la longitud del cuerpo calloso, el diámetro anteroposterior del cerebro y el nivel de escolaridad de la madre ( $r^2= 0.949$ ) (18). Estos resultados ponen de manifiesto el negativo impacto que ejerce la desnutrición acaecida a edad temprana, en el desarrollo del cerebro, en el CI y en el rendimiento escolar. La desnutrición severa en el primer año de vida correlacionó positiva y significativamente con el nivel de escolaridad de la madre, CI del escolar, rendimiento escolar, nivel socioeconómico, puntaje en la PAA, peso de nacimiento, circunferencia craneana y volumen encefálico (18). La más

alta correlación se encontró con el nivel de escolaridad de la madre, el cual ha sido descrito como uno de los más poderosos predictores del CI del niño (18-20); así, en madres de relativo bajo CI, la educación puede tener un gran impacto en la salud del niño (21,22). En otra dimensión, la desnutrición afecta el crecimiento y desarrollo de los niños, especialmente cuando existen condiciones de extrema pobreza y se la ha asociado con retardo en el crecimiento y desarrollo del cerebro que persiste en la edad adulta (7-11,13-15,18,23-29,45).

En referencia al desarrollo cerebral, se ha descrito en estudios efectuados en ratas, que el cuerpo calloso es la mayor área de fibras que conecta los hemisferios cerebrales en los mamíferos placentados y a la vez, es bien conocido que la restricción nutricional durante la gestación de la rata, afecta el crecimiento del cuerpo calloso, alterando la asimetría cerebral, las respuestas de la corteza cerebral, al mismo tiempo que el peso del cerebro disminuiría significativamente, en comparación con ratas normales (30,31); si bien la reducción del cuerpo calloso debido a malnutrición estaría clara, la correlación entre el desarrollo del cuerpo calloso y la alteración de la lateralización, no lo estaría (32). Por otra parte, ratas macho que han experimentado estimulación manual en períodos tempranos de su vida, tienen grandes cuerpos callosos y muestran altas conductas posturales y motoras en relación con animales que no tuvieron estimulación manual (33). En experimentos realizados en ratas con el objetivo de evaluar como la malnutrición prenatal podría alterar las funciones normales del cuerpo calloso en las conexiones interhemisféricas de la corteza visual, se verificó una reducción de los peck de amplitud y extensión del campo de proyección de las respuestas producidas por el cuerpo calloso y supresión de la normal asimetría entre los hemisferios cerebrales de la evocación de las respuestas visuales (33).

En concordancia con estos hallazgos y tal como señalamos anteriormente, parecería ser que la desnutrición precoz provoca alteraciones morfológicas y metabólicas en estructuras cerebrales que cumplen un rol fundamental en funciones cerebrales superiores (13-15). Por otra parte, estos estudios han constatado que los niños que sufrieron de desnutrición durante el primer año de vida, presentan una reducción de su volumen intracraneal de alrededor de un 13.7% en comparación con niños normales (13-15). Más aún, otros hallazgos revelan que la desnutrición postnatal afectaría el crecimiento de las células piramidales, especialmente la formación de dendritas basales (34).

Los primeros modelos de malnutrición consideraban deficiencias cognitivas sólo como resultado de daño cerebral. Actualmente, se ha señalado que la malnutrición altera el desarrollo intelectual por interferencia con salud, niveles de energía, tasas de desarrollo motor y crecimiento; en suma,

el bajo nivel económico puede exacerbar todos estos factores ya que se pone especial énfasis no sólo en los efectos de la desnutrición acaecida a edad temprana sobre la problemática planteada, sino en el impacto de la malnutrición crónica que afecta a un porcentaje importante de los niños pertenecientes a los sectores más deprivados de nuestra sociedad (35). En este sentido, diversos estudios ha enfatizado que los factores ambientales favorables podrían contribuir a aminorar los efectos de la desnutrición temprana en el CI, en el rendimiento escolar y en el desarrollo cerebral (24,29). No obstante, los factores ambientales muchas veces son difíciles de cambiar, especialmente las condiciones socioeconómicas y socioculturales adversas para amplios sectores de los países en vías de desarrollo, las cuales muchas veces permanecen y se prolongan en el tiempo, trayendo como consecuencia, en los niños, situaciones de malnutrición crónica que se prolongan en el tiempo. De allí es que los efectos a largo plazo de la desnutrición se traducirían en menor desarrollo cerebral, circunferencia craneana, CI y rendimiento escolar, variables estrechamente interrelacionadas. Sin embargo, se necesitaría mayor investigación al respecto, para establecer si las interrelaciones que se producen son directamente del tipo causa-efecto, debido a que se establecen complejas interacciones entre las variables estudiadas, las cuales se ven profundamente afectadas por los factores del ambiente.

#### **Interrelaciones entre circunferencia craneana, desarrollo cerebral e inteligencia.**

La circunferencia craneana es un indicador antropométrico, tanto de la historia nutricional, como del desarrollo cerebral y, en pediatría, es una medición de rutina, tendiente a evaluar el desarrollo cerebral (36,37). Se la ha descrito como el indicador antropométrico más sensible de alterarse, en condiciones de desnutrición acaecida en el primer año de vida, de tal forma que valores de circunferencia craneana bajo -2SD de la media podrían ser un indicador de desnutrición severa acaecida a edad temprana y, exactamente, refleja el desarrollo cerebral durante el primer año de vida (14). Se ha señalado que el retardo en el crecimiento intrauterino tiene poco impacto en la inteligencia, a no ser que vaya acompañado de serios déficits en la circunferencia craneana (38).

En Chile, la norma de los valores de circunferencia craneana de los escolares según edad no difiere significativamente de los patrones internacionales de Nellhaus, Tanner y Roche y cols, obteniéndose una correlación de 0.98 entre estos estándares, por lo que cualquier variación con relación a la norma sería, probablemente de origen ambiental y en donde el componente nutricional podría tener un importante rol (39-42).

Diversos autores han señalado que, en niños mayores, la circunferencia craneana reflejaría más propiamente que la

estatura, las deficiencias nutricionales que han ocurrido a edad temprana, siendo su medición, por lo tanto, de gran utilidad para identificar el período en que ocurrió la malnutrición temprana, en poblaciones de niños preescolares (43,44).

Considerando que el CI es uno de los principales predictores del rendimiento escolar del niño, numerosos estudios han verificado una correlación positiva y significativa entre la circunferencia craneana y el CI (18,20,27,28,45-58). Algunos de estos estudios han concluido que el tamaño de la circunferencia craneana en el primer año de vida es un buen predictor de la inteligencia en la niñez y adolescencia (46-48).

La utilización de RMI en el estudio del cerebro ha permitido el análisis de las complejas estructuras que lo conforman, desde el punto de vista morfológico y funcional. En los últimos años utilizando RMI, en escolares Chilenos se ha confirmado una elevada correlación entre circunferencia craneana y volumen encefálico (entre 0.86 y 0.72, en el sexo masculino y femenino, respectivamente) (45). Esta técnica ha permitido el estudio de las complejas interrelaciones entre CI y tamaño cerebral. Es así como se ha descrito una positiva y significativa correlación entre el tamaño cerebral y la inteligencia medida por tests psicométricos, sugiriéndose que las diferencias en el tamaño del cerebro son relevantes para explicar las diferencias en la inteligencia de los sujetos (18,45,51,53-60). En consecuencia, se puede hipotetizar que los niños que tienen circunferencia craneana subóptima tienen algún grado de alteración en el desarrollo cerebral asociado a bajo CI y bajo rendimiento escolar. Sin embargo, diversos estudios efectuados en mellizos monocigóticos o en parejas de hermanos, han reportado la ausencia de correlación entre la circunferencia craneana o los parámetros cerebrales y el CI (61,62). No obstante, estos resultados se contraponen con los obtenidos por otros investigadores en un reciente estudio efectuado en mellizos, en donde sus autores informan de una positiva y significativa correlación entre el tamaño del cerebro y el CI, resultados que también ponen en evidencia la herencia de las diferencias individuales en el tamaño del cerebro; es posible que las influencias genéticas en el tamaño cerebral particularmente contribuyan a las diferencias individuales en el CI. (58).

Las interrelaciones entre el tamaño del cerebro y la inteligencia han sido materia de gran interés, principalmente porque ya a comienzos del siglo XIX, Paul Broca, el eminente neurólogo Francés, concluyó que las variaciones en el tamaño del cerebro están relacionadas con la inteligencia (63). De igual forma, Galton fue uno de los primeros en cuantificar las relaciones entre el tamaño del cerebro y la inteligencia, determinando una asociación directa entre estos parámetros (64). Al respecto, diversos autores tanto en Chile, como en

el extranjero, han determinado una correlación directa y significativa entre el tamaño del cerebro medido por RMI y el CI, lo que permite descartar la hipótesis nula, en relación a que no existe relación al respecto (18,45,51,53-60). En este sentido, es conocido que los cerebros más grandes tienen más neuronas y esto podría traducirse en mayores conexiones sinápticas y, por ende, en una mayor inteligencia (65).

En otro contexto, las investigaciones tendientes a evaluar la relación entre inteligencia y una variedad de medidas de la estructura cerebral, han encontrado una correlación significativa entre CI con la cavidad intracraneal, lóbulo temporal, hipocampo y volumen del cerebro, con el volumen de la sustancia gris cortical en la región prefrontal, pero no con el volumen del núcleo caudado y ventrículos laterales. Además, han reportado una significativa correlación entre la escala verbal, desarrollo intelectual y volumen de sustancia gris, pero no con el de la sustancia blanca o volumen de líquido céfalo-raquídeo (59,60).

Las investigaciones de diversos autores han establecido que existen diferencias raciales en el CI y en el tamaño del cerebro, por lo que factores genéticos y ambientales podrían estar afectando estas interrelaciones (53-55).

### **Consecuencias para el sector educacional**

Los aspectos antes mencionados son de importancia trascendental para la educación, ya que existen investigaciones que señalan que la circunferencia craneana para la edad, indicador directo de la historia nutricional y del desarrollo cerebral, es el parámetro antropométrico con el mayor poder explicatorio en la varianza del rendimiento escolar y de la capacidad intelectual (20,66,67). De esta forma, en escolares que egresan de educación media, es el único parámetro antropométrico que se asocia directa y significativamente al rendimiento escolar, constatándose que un alto porcentaje de los escolares que obtienen muy bajos puntajes en la PAA presentan circunferencia craneana subóptima (66).

No obstante y como se mencionó previamente, existen estudios que confirman que el CI y el rendimiento escolar del niño se asocian a una menor circunferencia craneana y a condiciones de malnutrición a edad temprana, en donde el peso de nacimiento del niño, junto a otras variables, estarían afectando estas interrelaciones (7-11,13-15,18,27,28,45,51-60,66-71).

El impacto del estado nutricional en el desarrollo cerebral, inteligencia y rendimiento escolar, en el marco de un enfoque multifactorial fue estudiado recientemente en escolares Chilenos que egresan de la educación media, cuyo promedio de edad era de  $17.5 \pm 0.8$  años y en donde los procesos de crecimiento físico e intelectual están ya consolidados. Los resultados mostraron que el rendimiento escolar está condicionado significativamente por factores genéticos y ambientales, como el CI del alumno, el CI de la madre, el

CI del padre, el peso de nacimiento, la talla de nacimiento, la desnutrición acaecida en el primer año de vida y el volumen encefálico, pero el CI del alumno es la variable que mayormente contribuye a explicar la varianza del rendimiento escolar en ambos sexos (45).

Estos hallazgos son coincidentes con nuestros primeros estudios, los cuales pusieron de manifiesto que el CI del escolar es una de las variables que mayormente contribuye a explicar el rendimiento escolar (69,72,73).

El retraso estatural se le ha asociado con bajo rendimiento escolar y con bajo CI, medido a través del Test de Matrices Progresivas de Raven (20,66,71); sin embargo, pareciera ser que el peso y la talla, indicadores de la historia nutricional, son parámetros que pierden importancia a lo largo de los años escolares, en su asociación con el rendimiento escolar (66). De esta forma, la circunferencia craneana se configura como el parámetro antropométrico más relevante en su asociación con el rendimiento escolar y con el CI (20,66). Un hallazgo relevante es que la selectividad del sistema educacional en Chile se produciría, en cuanto a estado nutricional se refiere, en base a la circunferencia craneana, por lo que desartarían preferentemente, aquéllos alumnos con circunferencia craneana subóptima (66). Esta es una materia en la cual se deben realizar mayores investigaciones, con el objeto de contar con mayor evidencia al respecto.

Por las consideraciones señaladas, es de las más alta relevancia para la educación, poder analizar las interacciones entre estado nutricional, desarrollo cerebral, inteligencia y rendimiento escolar, considerando que los problemas nutricionales afectan a todos los estratos socioeconómicos, en especial, a los sectores más deprivados de nuestra sociedad, los cuales han estado sometidos a condiciones de subalimentación crónica (18,25). En este sentido, se recomienda, la utilización de RMI para dilucidar las relaciones estado nutricional, desarrollo cerebral, inteligencia y rendimiento escolar y así poder aportar mayor evidencia sobre este fascinante aspecto de la biología humana y de la evolución. Al respecto y tal como queda de manifiesto en este trabajo, existe poca información, con relación a los efectos a largo plazo de la desnutrición acaecida a edad temprana, sobre la productividad del sistema educacional. La problemática planteada en el presente artículo que resume nuestras investigaciones efectuadas por más de 20 años, adquiere especial importancia, ya que actualmente, la desnutrición es el problema nutricional más relevante en los países en desarrollo; en algunas partes del mundo, principalmente en Latinoamérica y en los países del Asia Oriental, se han logrado importantes avances en la reducción de las tasas de desnutrición, pero, en general, el número absoluto de niños desnutridos se ha incrementado en el mundo. La mitad de los niños del Asia meridional están desnutridos; en Africa un tercio de los niños tiene peso bajo

los estándares de normalidad y, en muchos países del continente africano la situación nutricional de los niños rápidamente se sigue deteriorando (74,75). Las condiciones de malnutrición y variables asociadas limitan seriamente la capacidad productiva e intelectual de los pueblos. Este hecho es especialmente relevante en los países del tercer mundo, en donde el crecimiento económico se ve afectado seriamente, debido a las limitaciones de los sectores sociales que presentan adversas condiciones socioeconómicas, socioculturales, familiares, intelectuales y nutricionales y que, en el presente, no satisfacen sus necesidades básicas, presentando a la vez, una historia de pobreza muy negativa, con el consecuente detrimento de la calidad de vida.

Considerando que la educación es la principal herramienta, mediante la cual se puede mejorar la calidad de vida de los pueblos y, que en términos absolutos el número de desnutridos ha aumentado en el mundo, es de la más alta relevancia para la educación analizar los efectos a largo plazo de la desnutrición acaecida a edad temprana. Las investigaciones relativas a determinar las interrelaciones entre estado nutricional, desarrollo cerebral, inteligencia y rendimiento escolar son fundamentales de llevar a cabo, especialmente en la edad escolar, ya que los problemas nutricionales afectan especialmente a los estratos socioeconómicos más deprivados de nuestra sociedad, con consecuencias negativas para el desarrollo económico; en la edad escolar, esto se traduce en altos índices de deserción escolar, problemas de aprendizaje y bajo ingreso a la educación superior (76). Un claro beneficio económico se lograría incrementando la productividad del adulto, a través de políticas gubernamentales exitosas que prevengan la desnutrición infantil.

Por esta razón, es necesaria la realización de investigaciones que contemplen un enfoque global del proceso educativo, para cuantificar el real impacto de la situación alimentaria y nutricional del educando, especialmente de la historia nutricional, en la productividad del sistema educacional.

## REFERENCIAS

- Ivanovic R, Ivanovic D. Rendimiento y deserción escolar: un enfoque multicausal. En: Ivanovic DM, Ivanovic RM, Middleton SM, editores. Rendimiento Escolar y Estado Nutricional. Santiago: Universidad de Chile, INTA, 1988: 3-6.
- UNICEF. La deserción en la Educación Media. Ciclo de debates: Desafíos de la Política Educacional N° 1. Santiago: UNICEF. 2000.
- Schiefelbein E, Farrel J. Eight years of their lives: through schooling to the labour market in Chile. Ottawa : International Development Research Centre, IDRC, 191e. 1982
- Schiefelbein E, Simmons J. The determinants of school achievement: a review of the research for developing countries. Ottawa: International Development Research Centre. IDRC-TS24e, 1981.
- Ivanovic R, Castro C, Ivanovic D. No existe una teoría sobre el rendimiento escolar. Revista de Educación (Ministerio de Educación de Chile) 1995;224:40-5.
- Ivanovic D, Olivares M, Ivanovic R. Peso y estatura de escolares de la Región Metropolitana de Chile: Impacto del nivel socioeconómico. Rev Med Chil 1991;119(11):1322-33.
- Stoch MB, Smythe PM. Does undernutrition during infancy inhibit brain growth and subsequent intellectual development?. Arch Dis Child 1963;68(202):546-52.
- Stoch MB, Smythe PM. The effect of undernutrition during infancy on subsequent brain growth and intellectual development. S Afr Med J 1967;41(41):1027-30.
- Stoch MB, Smythe PM. 15-year developmental study on effects of severe undernutrition during infancy on subsequent physical growth and intellectual functioning. Arch Dis Child 1976;51(5):327-36.
- Stoch MB, Smythe PM, Moodie AD, Bradshaw D. Psychosocial outcome and CT findings after gross undernourishment during infancy: a 20-year developmental study. Dev Med Child Neurol 1982;24(4):419-36.
- Ivanovic D. Does undernutrition during infancy inhibit brain growth and subsequent intellectual development ?. (Comments). Nutrition 1996;12(7/8):568-71.
- Huttenlocher PR, Dabholkar AS. Regional differences in synaptogenesis in human cerebral cortex. J Comp Neurol 1997;38(2):167-78.
- Winick M, Rosso P. The effect of severe early malnutrition on cellular growth of human brain. Pediatr Res 1969;3(2):181-4.
- Winick M, Rosso P. Head circumference and cellular growth of the brain in normal and marasmic children. J Pediatr 1969;74(5):774-8.
- Winick M. Nutrition and brain development. In: Serban G, editor. Nutrition and mental functions. New York: Plenum Press, 1975:65-73.
- Morgane P, Austin-Lafrance R, Bronzino J, Tonkiss J, Cintra L, Kemper T, Galler J. Prenatal malnutrition and development of the brain. Neurosci Biobehav Rev 1993;17(1):91-128.
- Ivanovic R, Forno H, Durán MC, Hazbún J, Castro C, Ivanovic D. Estudio de la capacidad intelectual (Test de Matrices Progresivas de Raven) en escolares de 5 a 18 años. I. Antecedentes generales, normas y recomendaciones. Región Metropolitana. Chile. 1986-1987. Revista de Psicología General y Aplicada 2000;53(1):5-30.
- Ivanovic D, Leiva B, Perez H, Inzunza N, Almagià A, Toro T, Urrutia MS, Cervilla J, Bosch E. Long-term effects of severe undernutrition during the first year of life on brain development and learning in Chilean high school graduates. Nutrition 2000;16(11/12):1056-63.
- Ivanovic D, Forno H, Castro C, Ivanovic R. Estudio de la capacidad intelectual (Test de Matrices Progresivas de Raven) en escolares de 5 a 18 años. II. Interrelaciones con factores socioeconómicos, socioculturales, familiares, de exposición a medios de comunicación de masas, demográficos y

- educacionales. *Revista de Psicología General y Aplicada*. En prensa. 2000.
20. Ivanovic R, Forno H, Castro CG, Ivanovic D. Intellectual ability and nutritional status assessed through anthropometric measurements of Chilean school-age children from different socioeconomic status. *Ecol Food Nutr* 2000;39(1):35-59.
  21. Sandiford P, Cassel J, Sanchez G, Coldham C. Does intelligence account for the link between maternal literacy and child survival? *Soc Sci Med* 1997; 45(8):1231-39.
  22. Crandell LE, Hobson RP. Individual differences in young children's IQ: a social-developmental perspective. *J Child Psychol Psychiatry* 1999;40(3):455-64.
  23. Udani PM. Protein energy malnutrition (PEM), brain and various facets of child development. *Indian J Pediatr* 1992;59(2):165-86.
  24. Grantham-McGregor S. A review of studies of the effect of severe malnutrition on mental development. *J Nutr* 1995;125(8S):2233S-38S.
  25. Ivanovic D, Olivares M, Ivanovic R. Nutritional status of Chilean school children from different socioeconomic status and sex. Chile's Metropolitan Region. Survey 1986-1987. *Ecol Food Nutr* 1991;26(1):1-16.
  26. Ivanovic R. Factores socioeconómicos, socioculturales y sociopsicológicos que inciden en el rendimiento escolar. En: Ivanovic DM, Ivanovic RM, Middleton SM, editores. *Rendimiento Escolar y Estado Nutricional*. Santiago: Universidad de Chile, INTA, 1988:7-9.
  27. Hack M, Breslau N. Very low birth weight infants: effects of brain growth during infancy on intelligence quotient at 3 years of age. *Pediatrics* 1986;77(2):196-202.
  28. Hack M, Breslau N, Weissman B, Aram, D, Klein N, Borawski E. Effect of very low birth weight and subnormal head size on cognitive abilities at school age. *New Engl J Med* 1991;325(4):231-7.
  29. Levitsky DA, Strupp, BJ. Malnutrition and the brain: changing concepts, changing concerns. *J Nutr* 1995;125(8S):2212S-20S.
  30. Aboitiz F. Brain connections: Interhemispheric fiber systems and anatomical brain asymmetries in human. *Biol Res* 1992;25(2):51-61.
  31. Ruiz S, Pérez H, Hernández A, Soto-Moyano R. Effect of early malnutrition on latencies of direct cortical responses evoked in the rat prefrontal cortex. *Nutr Rep Int* 1985;32(3):533-38.
  32. Aboitiz F. Lateralización cerebral y conexiones interhemisféricas: aspectos neurobiológicos. *Arch Biol Med Exp* 1989;22(4):341-54.
  33. Soto-Moyano R, Hernández A, Pérez H, Carreño P, Belmar J. Functional alterations induced by prenatal malnutrition in callosal connections and interhemispheric asymmetry as revealed by trascallosal and visual evoked responses in the rat. *Exp Neurol* 1993;119(1):107-12.
  34. Cordero ME, D' Acuña E, Benveniste S, Prado R, Nuñez JA, Colombo M. Dendritic development in neocortex of infants with early postnatal life undernutrition. *Pediatr Neurol* 1993;9(6):457-64.
  35. Brown JL, Pollit E. Malnutrition, poverty and intellectual development. *Sci Am* 1996;274(2):26-31.
  36. Rumsey JM, Rapoport JL. Assessing behavioral and cognitive effects of diet in pediatric populations. In: Wurtman RJ, Wurtman JJ, editors. *Nutrition and the Brain*. New York, NY: Raven Press, 1983:101-61.
  37. Menkes JH. *Textbook of Child Neurology*. Baltimore: Williams and Wilkins. 1995.
  38. Strauss RS, Dietz WH. Growth and development of term children born with low birth weight: effects of genetic and environmental factors. *J Pediatr* 1998;133(1):67-72.
  39. Nellhaus G. Head circumference from birth to eighteen years. Practical composite international and interracial graphs. *Pediatrics* 1968;41(1):106-14.
  40. Tanner JM. Physical growth and development. In: Forfar JO, Arneil GC, editors. *Textbook of Pediatrics*. Edinburgh: Churchill Livingstone, 1984:278-330.
  41. Roche AF, Mukherjee D, Guo S, Moore W. Head circumference reference data : birth to 18 years. *Pediatrics* 1987;79(5):706-12.
  42. Ivanovic D, Olivares M, Castro C, Ivanovic R. Circunferencia craneana de escolares chilenos de 5 a 18 años. Región Metropolitana de Chile. 1986-1987 y 1992. *Rev Med Chil* 1995;123(5):587-99.
  43. Johnston F, Lampl M. Anthropometry in studies of malnutrition and behavior. In Brozek J, Schürch B, editors. *Malnutrition and Behavior : Critical Assessment of Key Issues*. Nestlé Foundation Publication Series. Lausanne: Nestlé Foundation, 1984; 4:51-70.
  44. Yarbrough C, Habicht JP, Martorell R, Klein RE. Anthropometry as an index of nutritional status. In: Roche AF, Falkner F, editors. *Nutrition and Malnutrition. Identification and Measurement*. New York: Plenum Press, 1974:5-26.
  45. Ivanovic D, Almagia A, Toro T, Castro C, Pérez H, Urrutia MS, Cervilla J, Bosch E, Ivanovic R. Impacto del estado nutricional en el desarrollo cerebral, inteligencia y rendimiento escolar, en el marco de un enfoque multifactorial. *Revista Interamericana de Desarrollo Educativo 'La Educación'* (Organización de los Estados Americanos, OEA). En prensa. 2000.
  46. Nelson KB, Deutschberger J. Head size at one year as a predictor of four-year IQ. *Dev Med Child Neurol* 1970;12(4):487-95.
  47. Van Valen L. Brain size and intelligence in man. *Am J Phys Anthropol* 1974;40(3):417-23.
  48. Fisch RO, Bilek MK, Horrobin JM, Chang PN. Children with superior intelligence at 7 years of age: a prospective study of the influence of perinatal, medical and socioeconomic factors. *Am J Dis Child* 1976;130(5):481-7.
  49. Ounsted M, Moar VA, Scott A. Head circumference and developmental ability at the age of seven years. *Acta Paediatr Scand* 1988;77(3):374-9.
  50. Johnson FW. Biological factors and psychometric intelligence: a review. *Genet Soc Gen Psychol Monographs*, 1991;117(3):313-57.
  51. Willerman L, Schultz R, Rutledge JN, Bigler, ED. In vivo brain size and intelligence. *Intelligence* 1991;15(2):223-8.

52. Botting N, Powls A, Cooke RW, Marlow N. Cognitive and educational outcome of very low-birthweight children in early adolescence. *Dev Med Child Neurol* 1998;40(10):652-60.
53. Rushton JP. Race, evolution, and behavior: A life-history perspective. 2nd special abridged edition. Port Huron, MI: Charles Darwin Research Institute. 2000.
54. Rushton JP, Ankney CD. Brain size and cognitive ability: Correlations with age, sex, social class, and race. *Psychonomic Bulletin and Review* 1996;3(1):21-36.
55. Rushton JP, Ankney CD. Size matters: A review and new analyses of racial differences in cranial capacity and intelligence that refute Kamin and Omari. *Personality and Individual Differences* 2000;29(4):591-620.
56. Vernon PA, Wickett JC, Bazana PG, Stelmack RM. The neuropsychology and psychophysiology of human intelligence. In: Sternberg RJ, editor. *Handbook of Intelligence*. Cambridge: Cambridge University Press. 2000
57. Wickett JC, Vernon PA, Lee DH. Relationships between factors of intelligence and brain volume. *Personality and Individual Differences* 2000;29(6):1095-122.
58. Pennington BF, Filipek PA, Lefly D, Chhabildas N, Kennedy DN, Simon JH, Filley CM, Galaburda A, DeFries JC. A twin MRI study of size variations in human brain. *J Cogn Neurosci* 2000;12(1):223-32.
59. Andreasen NC, Flaun M, Swayze V, O'Leary DS, Alliger R, Cohen G, Ehrhardt J, and Yuh WT. Intelligence and brain structure in normal individuals. *Am J Psychiatry* 1993;150(1):130-4.
60. Reiss AI, Abrams MT, Singer HS, Ross JL, Denckla MB. Brain development, gender and IQ in children. A volumetric imaging study. *Brain* 1996;119 (Pt5):1763-74.
61. Tramo MJ, Loftus WC, Stukel TA, Green RL, Weaver JB, Gazzaniga MS. Brain size, head size, and intelligence in monozygotic twins. *Neurology* 1998;50(5):1246-52.
62. Schoenemann PT, Budinger T, Sarich V, Wang W. Brain size does not predict general cognitive ability within families. *Proc Natl Acad Sci USA* 2000; 97(9):4932-37
63. Broca P. Sur le volume et al forme du cerveau suivant les individus et suivant les races. *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris* 1861; 2, 139-207, 301-321, 441-446. Citado en: Rushton JP. Race, evolution, and behavior: A life-history perspective. 2nd special abridged edition. Port Huron, MI: Charles Darwin Research Institute. 2000.
64. Galton F. Head growth in students at the University of Cambridge. *Nature* 1888; 38:14-15. 53. Citado en: Rushton JP. Race, evolution, and behavior: A life-history perspective. 2nd special abridged edition. Port Huron, MI: Charles Darwin Research Institute. 2000.
65. Pakkenberg B, Gundersen H JG. Neocortical neuron number in humans: Effect of sex and age. *J Comp Neurol* 1997;384(2): 312-20.
66. Ivanovic D, Olivares M, Castro C, Ivanovic R. Nutrition and learning in Chilean school-age children: Chile's Metropolitan Region. Survey 1986-1987. *Nutrition* 1996;12(5):321-8.
67. Toro T, Almagià A, Ivanovic D. Evaluación antropométrica y rendimiento escolar en estudiantes de educación media de Valparaíso, Chile. *Arch Latinoam Nutr* 1998;48(3):201-9.
68. Desch LW, Anderson SK, Snow JH. Relationship of head circumference to measures of school performance. *Clinical Pediatrics* 1990;29(7):389-92.
69. Ivanovic D, Marambio M. Nutrition and Education. I. Educational achievement and anthropometric parameters of Chilean elementary and high school graduates. *Nutr Rep Int* 1989;39(5):983-93.
70. Sommerfelt K, Markestad T, Ellertsen B. Neuropsychological performance in low birth weight preschoolers: a population-based, controlled study. *Eur J Pediatr* 1998;157(1):53-8
71. Aboud F, Salmuel M, Hadera A, Addus A. Intellectual, social and nutritional status of children in an Ethiopian orphanage. *Soc Sci Med* 1991;33(11):1275-80.
72. Durán MC. Impact of nutritional factors over educational achievement and school dropout in the rural area. Chile's Metropolitan Region. MSc Thesis. Santiago: University of Chile, Institute of Nutrition and Food Technology (INTA). 1989.
73. Hazbún J. Food and nutrition of school-age children and their impact on school performance and dropout in the rural area of the Metropolitan Region in Chile. MSc Thesis. Santiago: University of Chile, Institute of Nutrition and Food Technology (INTA). 1990.
74. FAO. Sexta encuesta alimentaria mundial. Roma: FAO. 1996.
75. UNICEF. Estado mundial de la infancia. Nueva York : UNICEF. 1998.
76. Rodríguez M del P. Socio-economic, educational, intellectual and nutritional characteristics of elementary first grade school-age children (1987) and their educational situation 12 years later (1998). Chile's Metropolitan. MSc Thesis. Santiago: University of Chile, Institute of Nutrition and Food Technology (INTA). 2000.

Recibido: 10-05-1999

Aceptado: 15-01-2001

## Uso de uma mistura alimentar contendo bioproteínas (*Saccharomyces cerevisiae*): efeitos sobre a gestação, a lactação e o crescimento de ratos

Silvana Ribeiro Passos de Oliveira, Francisca Martins Bion, Silvia Maria Limongi Lopes, Anastácia Cavalcanti Metri

Departamento de Nutrição e Departamento de Patologia, Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco. Brasil

**RESUMO.** O valor nutritivo da farinha de mandioca enriquecida com bioproteínas (*Saccharomyces cerevisiae*), associada a misturas habitualmente consumidas por populações carentes, foi avaliado em ratas Wistar (n=30, 100 a 120 dias de idade). Os animais foram divididos em 3 grupos e acasalados recebendo água e dietas "ad libitum", de três tipos: feijão, arroz, farinha de mandioca enriquecida (FAFL17); feijão, arroz e farinha de mandioca (FAFM13) e caseína a 17% de proteína (CAS17). Na gestação e lactação mediram-se o ganho de peso e a ingestão alimentar. O número de filhotes por ninhada foi registrado ao nascimento, padronizando 7 filhotes por grupo: O ganho de peso foi acompanhado até o desmame (21 dias), quando 2 filhotes por ninhada foram selecionados e observados quanto ao consumo de ração, comprimento de cauda e ganho de peso até os 70 dias de idade. No fígado e cérebro foram determinados os pesos úmidos, relativos e o teor de proteínas. Numa amostra do fígado realizou-se a histopatologia. No sangue, foram dosados os teores de hemoglobina, hematócrito e proteína. O Coeficiente de Eficácia Alimentar (CEA) foi avaliado. Estatisticamente utilizou-se a ANOVA e o Teste de Tukey. A dieta FAFL17 não exerceu influência sobre o ganho de peso das gestantes e lactantes, entretanto, os filhotes deste grupo obtiveram, em quase todos os parâmetros, valores superiores aos do grupo FAFM13 e, em sua maioria, inferiores ao CAS17. Os valores de hemoglobina foram semelhantes entre FAFM13 e FAFL17. A histopatologia evidenciou padrões normais nos três grupos. Os dados sugerem que a farinha de mandioca enriquecida com bioproteínas (*Saccharomyces cerevisiae*) promove melhoria da mistura alimentar. **Palavras-chave:** *Saccharomyces cerevisiae*, bioproteínas, suplementação com levedura, gestação em ratos, lactação em ratos.

**SUMMARY.** Use of a diet containing yeast protein (*Saccharomyces cerevisiae*): effects upon pregnancy, lactation and the development of rats. The nutritive value of manioc flour (*Manihot esculenta*) enriched with yeast protein (*Saccharomyces cerevisiae*) added to a food mixture most frequently consumed by low-income populations was assessed in female Wistar rats (n=30; 100-120 days old). Animals were divided into three groups, mated and had free access to diets and water. Diets were as follows: beans, rice, yeast-enriched manioc flour (BRYMF17); beans, rice, manioc flour (BRMF13); casein (17% protein) (CAS17). Body weight gains and food consumption were recorded during pregnancy and lactation. At the parturition, the number of pups per litter was recorded and offspring were uniformly distributed (7 pups per litter). Weight gains were determined until weaning (21 days). At weaning two youngs were selected from each litter and individually housed. Weight gains, food consumption and the length of the tail were measured until rats were 70 days old. Rats had their liver and brain removed for protein determination and wet and relative weights. Liver samples were histologically examined. Blood hemoglobin, hematocrit and proteins, as well as the Food Efficiency Ratio (FER), were determined. ANOVA and Tukey's test were used. The experimental diet had not significant effect on pregnant and lactating dams. Values for the investigated parameters were higher in experimental youngs than in their controls and lower than in the standard group. This yeast protein-enriched manioc flour proved to be valid in terms of dietary supplementation.

**Key words:** *Saccharomyces cerevisiae*, yeast protein, supplementation with yeast, pregnant rat, lactating rat.

### INTRODUÇÃO

Atualmente a preocupação com uma alimentação balanceada vem aumentando consideravelmente, fato que tem levado pesquisadores a um maior interesse por alimentos enriquecidos, que venham proporcionar um maior valor nutritivo. Ao pesquisar os hábitos alimentares das populações verifica-se que o consumo de farinha de mandioca, associada ao feijão e arroz, é bastante comum, principalmente na Região

Nordeste do Brasil (1). Em relação ao arroz, apesar de ser uma rica fonte de vitaminas B1, B2 e niacina, bem como de ferro e cálcio, seus aminoácidos essenciais têm níveis substancialmente abaixo dos requeridos pelo organismo no processo de crescimento humano (2). Os grãos de feijão contêm 20% a 35% de proteínas, com digestibilidade inferior a dos cereais e mesmo a de algumas leguminosas, tendo seu valor nutritivo diminuído em virtude da quantidade limitante de aminoácidos sulfurados e baixa biodisponibilidade dos

mesmos (3). A farinha de mandioca é um alimento rico em carboidratos, mas pobre em proteínas, as quais são extremamente importantes no processo de reprodução, crescimento e desenvolvimento. Nestes processos a alimentação é primordial para suprir as necessidades da mãe e do feto, bem como a produção de leite (4-6).

Uma vez que os níveis nutricionais da mãe determinam a quantidade de suas reservas, gestantes malnutridas, com baixo ganho de peso gestacional terão estoques inadequados para atender o desenvolvimento fetal e a manutenção do crescimento em níveis normais (7,8). A nutrição fetal está intimamente ligada, não só à ingestão dietética e aos estoques de nutrientes maternos, como também à capacidade de liberação e transferência da placenta (8,9).

Também o período lactacional requer uma demanda adicional considerável nos requerimentos de aminoácidos, além dos exigidos pelas necessidades basais (9-12). Desta forma, uma nutrição adequada e balanceada constituiria um fator protetor, tanto para o feto quanto para o recém-nascido.

Baseados nestes fatos e considerando o baixo teor protéico da farinha de mandioca, levantou-se a hipótese de oferecer este alimento, enriquecido com bioproteínas (*Saccharomyces cerevisiae*), cuja composição química revela um elevado teor protéico (cerca de 7,5% a 8,5% na matéria seca), quantidades significativas de lisina, carboidratos que variam entre 15% e 60% do seu peso seco, aproximadamente 2% a 7% de lipídios, bem como uma boa fonte de sais minerais e vitaminas do complexo B (13-15). Além da composição química atrativa, há vantagem em sua produção, qual seja, a velocidade de multiplicação, por não estarem sujeitas a imprevisões meteorológicas e ataques de pragas (16).

É importante salientar que a levedura é um subproduto do álcool da cana-de-açúcar. O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de cana, o que o coloca em posição privilegiada em relação ao aproveitamento deste subproduto (17).

As células secas da levedura *Saccharomyces cerevisiae* podem ser utilizadas como aditivos em alimentos para consumo humano, por já terem sido submetidas aos testes de toxicidade e de segurança exigidos pela Food and Drug Administration (FDA) (18,19).

Em 1997, Caballero-Córdoba, Pacheco e Sgarbieri (19) verificaram, em estudo sobre ingestão de levedura seca, que a mesma poderia ser utilizada a um máximo de 20 g a 30 g por dia na alimentação humana. Mais recentemente, em 1998, Caballero-Córdoba & Sgarbieri (20), com o objetivo de identificar os efeitos tóxicos da biomassa, administraram por 90 dias, a ratos, uma dieta contendo 15% a 30% de proteínas de levedura (*Saccharomyces cerevisiae*). Constataram, ao final do experimento, que, embora os níveis se apresentassem elevados, não foram suficientes para provocar alterações patológicas.

Embora atualmente já se conte com um razoável acervo de informações sobre o emprego da levedura na alimentação,

de um modo geral, poucos são os dados disponíveis acerca de seu uso em fases específicas, como a gestação e a lactação. Estas informações são de grande valia, visto que a desnutrição, em nosso país, constitui uma realidade que ainda afeta negativamente vastos contingentes populacionais carentes. Neste quadro adverso, as alternativas alimentares representam opções para amenizar o problema. E a utilização da levedura, associada a um alimento usualmente consumido pela população, poderá constituir uma dessas alternativas. O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos do enriquecimento da farinha de mandioca com bioproteínas (*Saccharomyces cerevisiae*), associada à mistura de feijão e arroz, sobre a gestação, a lactação e o crescimento de ratos.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Dietas

Os componentes das dietas utilizadas foram analisados, quanto à composição centesimal, pelo Laboratório de Experimentação e Análises de Alimentos da Universidade Federal de Pernambuco, segundo a metodologia recomendada pela AOAC (21).

Foram utilizadas três dietas, desta forma constituídas:

FAFL17 - feijão, arroz e farinha de mandioca enriquecida com bioproteínas, perfazendo um total de 16,62g% de proteína (experimental)

CAS17 - caseína 17,01g% de proteína (padrão)

FAFM13 - feijão, arroz e farinha de mandioca, com um total de 13,52g% de proteína (controle).

Nas dietas experimental e controle a proteína provinha do feijão carioquinha (*Phaseolus vulgaris L.*), do arroz polido (*Oryza sativa L.*) e da farinha de mandioca (*Manihot esculenta Crantz*), adquiridos no mercado local. A farinha de mandioca enriquecida com bioproteínas (*Saccharomyces cerevisiae*) foi fornecida pela indústria Termo - Técnica LTDA. - Prolev (Recife-PE) e continha um teor de 30% de bioproteínas.

Separadamente, os grãos foram cozidos em água, durante duas horas, e em seguida dessecados em estufa (60°C), por 24 horas, e pulverizados em moinho (FLOOR GRIND MILL-CHUO BOEKI KAISHA). Utilizaram-se as farinhas na confecção das dietas experimental e controle e, para a dieta padrão, empregou-se a caseína comercial, com o mesmo nível protéico da dieta experimental.

Em relação às calorias, as três dietas são praticamente isocalóricas. Os teores de NdpCal% foram calculados e mostraram-se adequados nas três dietas, levando-se em consideração que valores entre 9 a 10 NdpCal% produzem crescimento ótimo e garantem bom comportamento nutricional durante a prenhez e a lactação (22). Os teores de vitaminas, sais minerais, fibras e demais nutrientes foram equilibrados segundo as recomendações da AIN-93G, para o rato (23) (Tabela 1).

TABELA 1  
Composição centesimal das dietas Experimental, Padrão e Controle.

Constituintes	Quant (g)	Composição (g/100g)						Kcal
		Proteína	Glicídio	Lipídio	Vitamina	Mineral	Fibra	
<b>FAFL17</b>								
Feijão	56.11	12.29	34.28	1.00	-	-	3.22	195.28
Arroz	11.73	0.97	9.92	0.02	-	-	0.15	43.74
Farinha enriquecida	20.00	3.36	13.93	0.11	-	-	0.40	70.15
Mistura vitamínica	1.00	-	-	-	1.00	-	-	-
Mistura salínica	3.50	-	-	-	-	3.50	-	-
Celulose	1.23	-	-	-	-	-	1.23	-
Óleo vegetal	5.88	-	-	-	-	-	-	52.92
Bitartarato de colina	0.25	-	-	-	-	-	-	-
L-Cistina	0.30	-	-	-	-	-	-	-
<b>Total</b>	<b>100.00</b>	<b>16.62</b>	<b>58.13</b>	<b>7.01</b>	<b>1.00</b>	<b>3.50</b>	<b>5.00</b>	<b>362.09</b>
NDpCal%	<b>10.54</b>							
<b>CAS17</b>								
Caseína	20.30	16.38	-	-	-	-	-	65.52
Mistura vitamínica	1.00	-	-	-	1.00	-	-	-
Mistura salínica	3.50	-	-	-	-	3.50	-	-
Celulose	5.00	-	-	-	-	-	5.00	-
Óleo vegetal	6.88	-	-	6.88	-	-	-	61.92
Bitartarato de colina	0.25	-	-	-	-	-	-	-
L-Cistina	0.30	-	-	-	-	-	-	-
Amido	62.77	0.63	55.14	0.12	-	-	-	224.16
<b>Total</b>	<b>100.0</b>	<b>17.01</b>	<b>55.14</b>	<b>7.00</b>	<b>1.00</b>	<b>3.50</b>	<b>5.00</b>	<b>351.60</b>
NDpCal%	<b>13.40</b>							
<b>FAFM13</b>								
Feijão	56.11	12.29	34.28	1.00	-	-	3.22	195.28
Arroz	11.73	0.97	9.92	0.02	-	-	0.15	43.74
Farinha de mandioca	20.00	0.26	16.59	0.07	-	-	0.40	68.03
Mistura vitamínica	1.00	-	-	-	1.00	-	-	-
Mistura salínica	3.50	-	-	-	-	3.50	-	-
Celulose	1.20	-	-	-	-	-	1.23	-
Óleo vegetal	5.91	-	-	-	-	-	-	53.19
Bitartarato de colina	0.25	-	-	-	-	-	-	-
L-Cistina	0.30	-	-	-	-	-	-	-
<b>Total</b>	<b>100.0</b>	<b>13.52</b>	<b>60.79</b>	<b>7.00</b>	<b>1.00</b>	<b>3.50</b>	<b>5.00</b>	<b>360.24</b>
NDpCal%	<b>8.87</b>							

FAFL17 = Feijão, Arroz e Farinha de Mandioca enriquecida com bioproteínas a 16,62%

CAS17 = Caseína a 17%

FAFM13 = Feijão, Arroz e Farinha de Mandioca a 13,52%

As dietas eram confeccionadas semanalmente, no Laboratório de Nutrição Experimental do Departamento de Nutrição, e oferecidas diariamente, “ad libitum”.

### Animais

Utilizaram-se 30 ratas da linhagem Wistar (100 a 120 dias de idade), oriundas do Biotério de Criação do Departamento de Nutrição da UFPE, divididas em três grupos, segundo as dietas empregadas. As fêmeas foram acasaladas, na proporção de 3 (três) para 1 (um) macho, durante 05 dias, descansando 02 e retornando mais 05 dias de acasalamento (perfazendo 12 dias), conforme as normas para a linhagem (24), recebendo água e as respectivas rações, “ad libitum”.

Após o período de acasalamento, as matrizes foram separadas dos machos e transferidas para gaiolas individuais, sendo o ganho de peso (diariamente) e o consumo de ração (semanalmente) controlados durante toda a gestação e a lactação.

Após o nascimento, era registrado o número de filhotes de cada ninhada. No 3<sup>o</sup> dia de idade, as ninhadas eram padronizadas para 7 filhotes e a evolução de seu peso, bem como o das lactantes, acompanhada diariamente.

Aos 21 dias, ocasião do desmame, foram tomados ao acaso, de cada ninhada, 2 filhotes machos. Todos os desmamados (60) foram colocados em gaiolas individuais e alimentados com as respectivas dietas maternas. O peso e a ingestão alimentar foram registrados, para determinação do Coeficiente de Eficácia Alimentar (CEA) (25). O comprimento da cauda foi medido do desmame até os 70 dias de idade, quando os animais foram anestesiados com éter etílico e tiveram o fígado e cérebro retirados para determinação do peso úmido e relativo, bem como para avaliação da proteína do tecido (26). O sangue foi utilizado para determinação da hemoglobina, hematócrito (27) e proteína sérica (28). Para o exame histopatológico, realizado segundo as técnicas de rotina do Laboratório de Patologia da UFPE, utilizou-se uma amostra do fígado de todos os filhotes. Os cálculos estatísticos foram feitos utilizando o software SAS, versão 6.12 para computador, em seguida a técnica de Análise de Variância (ANOVA) foi aplicada e, para confirmação dos dados, o teste de comparações pareadas de Tukey. Estabeleceu-se a significância estatística admitindo-se um nível crítico de  $p < 0.05$  para rejeição da hipótese nula (29,30).

## RESULTADOS

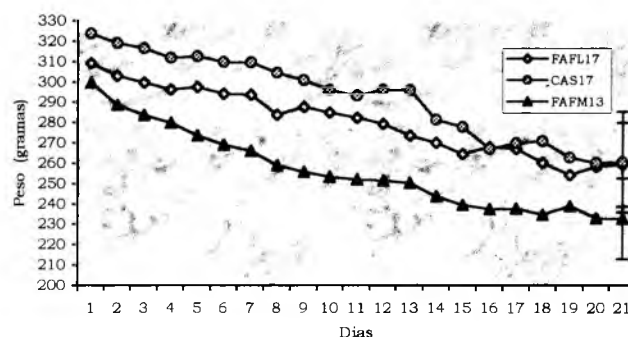
No presente estudo verifica-se que o teor protéico da dieta FAFL17 é de 16,62%, em contrapartida a 13,52% da FAFM13, constituída dos mesmos componentes em quantidades iguais.

Para avaliar a repercussão do enriquecimento da farinha de mandioca, um dos aspectos observados foi o número de filhotes em cada ninhada. Constatou-se que este número não diferiu nos três grupos estudados (FAFL17, FAFM13 e CAS17), com médias de 10, 12 e 11, respectivamente.

Em relação ao ganho em peso das ratas, no final da gestação, foi significativamente maior no grupo alimentado com a dieta caseína (133,91g). Matrizes do grupo FAFL17 (105,27g) obtiveram ganho semelhante à FAFM13 (108,63g).

A ingestão alimentar e protéica das lactantes foi significativamente menor no grupo FAFM13 do que no FAFL17, e, neste, semelhante ao CAS17. Contudo, os três grupos estudados não apresentaram diferenças em relação à perda de peso da lactante (Figura 1); mas, em relação à curva ponderal da prole, os resultados foram significativamente diferentes entre os grupos.

FIGURA 1  
Curva ponderal das ratas submetidas às diferentes dietas durante o período de lactação

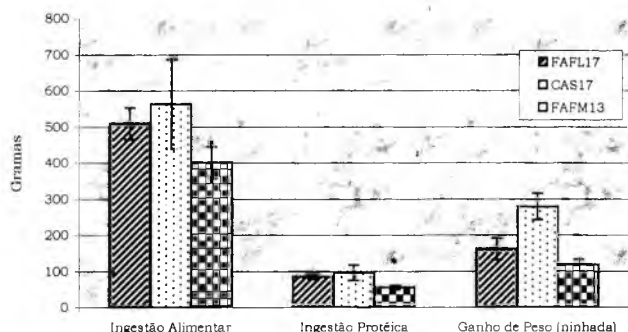


FAFL17= Feijão, arroz e farinha de mandioca enriquecida com bioproteínas a 16,62%, CAS17= Caseína a 17,01%, FAFM13= Feijão, arroz e farinha de mandioca a 13,52%. Os pontos e as barras de erro representam, respectivamente, os pesos médios e o desvio-padrão de cada grupo. A análise dos resultados (ANOVA-Teste de Tukey) revelou, no 21<sup>o</sup> dia, diferenças significativas ( $P < 0.05$ ) entre FAFM13 e os outros e os outros grupos.

Quanto às ninhadas, verificou-se um ganho de peso significativamente maior para o grupo CAS17 em relação aos demais, bem como menor para FAFM13, cuja ingestão alimentar e protéica materna foi menor (Figura 2).

Resultados ainda mais evidentes podem ser observados no desenvolvimento dos filhotes após desmame. Em relação à ingestão alimentar, o grupo FAFL17 apresentou valores significativamente menores que CAS17 e maiores que FAFM13.

FIGURA 2  
Ingestão dietética e protéica das lactantes e ganho de peso das ninhadas



FAFL17= Feijão, arroz e farinha de mandioca enriquecida com bioproteínas a 16,62%, CAS17= Caseína a 17,01%, FAFM13= Feijão, arroz e farinha de mandioca a 13,52%. As barras de erro representam o desvio-padrão de cada grupo.

\*Diferença significativa em relação aos outros grupos ( $P < 0,05$ ) - ANOVA-Teste de Tukey.

Pode-se ressaltar que o maior consumo de ração ocasionou uma ingestão significativamente maior de proteínas (Tabela 2) para FAFL17 em relação a FAFM13 e, como consequência, o peso final dos filhotes foi superior, como pode ser observado na curva ponderal (Figura 3), que apresentou uma evolução semelhante à das ninhadas.

TABELA 2

Ingestão alimentar e protéica e coeficiente de eficácia alimentar dos filhotes submetidos às diferentes dietas

Dietas	Ingestão		CEA (g)
	Alimentar (g)	Protéica (g)	
FAFL17	529,30 <sup>a</sup> ± 93,75	87,92 <sup>a</sup> ± 15,57	0,33 <sup>a</sup> ± 0,02
CAS17	784,30 <sup>b</sup> ± 45,58	133,41 <sup>b</sup> ± 7,75	0,35 <sup>a</sup> ± 0,02
FAFM13	370,56 <sup>c</sup> ± 42,03	50,06 <sup>c</sup> ± 5,68	0,32 <sup>b</sup> ± 0,02

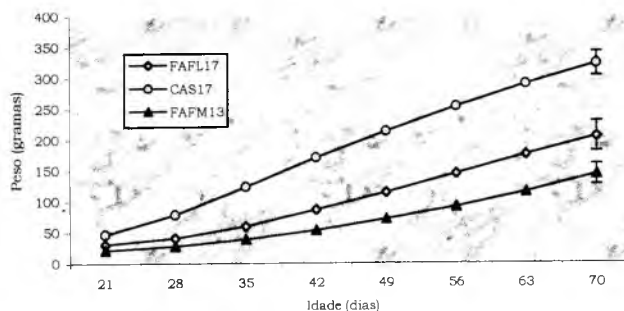
Letras diferentes, na mesma coluna, indicam diferenças estatísticas a nível de 1% de probabilidade no Teste de Tukey (n = 20)

FAFL17 = Feijão, Arroz e Farinha de Mandioca enriquecida com bioproteínas a 16,62%

CAS17 = Caseína a 17,01%

FAFM13 = Feijão, Arroz e Farinha de Mandioca a 13,52%

FIGURA 3  
Curva ponderal dos filhotes desmamados submetidos às diferentes dietas até os 70 dias de idade



FAFL17= Feijão, arroz e farinha de mandioca enriquecida com bioproteínas a 16,62%, CAS17= Caseína a 17,01%, FAFM13= Feijão, arroz e farinha de mandioca a 13,52%.

Os pontos e as barras de erro representam, respectivamente, os pesos médios e o desvio-padrão de cada grupo. A análise dos resultados (ANOVA-Teste de Tukey) revelou, no 70 dias de idade, diferenças significativas ( $P < 0,001$ ) entre os grupos onde: CAS17 > FAFL17 > FAFM13.

Entre os filhotes do grupo FAFL17 denota-se um déficit de 36% em relação ao grupo CAS17, enquanto que no grupo FAFM13 foi de 66%. Um outro dado importante é o CEA. Pela análise dos resultados, verifica-se que o grupo FAFL17 apresentou um CEA semelhante ao do CAS17 (Tabela 2).

Para verificar a evolução dos animais em estudo foi feita a medição do comprimento da cauda, procedimento considerado de maior precisão para o registro do crescimento longitudinal do rato (31).

Os comprimentos médios da cauda dos filhotes, ao desmame, foram: FAFL17 - 6,31 cm; CAS17 - 6,62 cm e FAFM13 - 5,98 cm, alcançando um crescimento maior ao final dos 70 dias, respectivamente 16,41 cm, 18,02 cm e 14,67 cm, constatando-se assim diferença significativa entre as dietas estudadas.

Quanto aos resultados da hemoglobina e do hematócrito, expressos na Tabela 3, observa-se que CAS17 apresentou-se significativamente superior às dietas FAFL17 e FAFM13; entretanto, as duas últimas apresentaram resultado semelhante em relação à hemoglobina e denotou-se superioridade para o hematócrito dos animais alimentados com FAFL17.

TABELA 3

Teores médios de hemoglobina, hematócrito e proteína sérica dos filhotes submetidos às diferentes dietas, aos 70 dias de idade

Dietas	Hemoglobina (g/dl)	Hematócrito (%)	Proteína (g/dl)
FAFL17	13,02 <sup>a</sup> ± 0,32	39,00 <sup>a</sup> ± 2,31	6,03 <sup>a</sup> ± 0,84
CAS17	14,73 <sup>b</sup> ± 0,48	42,90 <sup>b</sup> ± 1,37	6,42 <sup>a</sup> ± 0,39
FAFM13	12,02 <sup>c</sup> ± 0,69	37,00 <sup>a</sup> ± 2,54	4,70 <sup>b</sup> ± 0,58

Letras diferentes, na mesma coluna, indicam diferenças estatísticas a nível de 1% de probabilidade no Teste de Tukey (n=10)  
 FAFL17 = Feijão , Arroz e Farinha de Mandioca enriquecida com bioproteínas a 16,62%  
 CAS17 = Caseína a 17,01%  
 FAFM13 = Feijão , Arroz e Farinha de Mandioca a 13,52%

Em relação aos teores de proteína sérica, resultados semelhantes foram obtidos para os grupos CAS17 e FAFL17, dentro da faixa recomendada para o animal nesta idade. Entretanto, o valor de FAFM13 foi significativamente inferior aos demais, e abaixo da faixa de normalidade (5,6 a 7,6 g/dl), como pode ser observado na Tabela 3.

Um dos propósitos deste estudo foi a aferição do peso úmido e relativo do fígado e cérebro dos animais, cujos resultados estão expressos na Tabela 4, podendo-se detectar que o peso úmido do fígado apresentou diferença significativamente superior, entre os grupos, na seguinte ordem decrescente: CAS17, FAFL17 e FAFM13.

TABELA 4

Análise do fígado e cérebro dos filhotes submetidos às diferentes dietas durante 70 dias

Dietas	Fígado			Cérebro		
	Peso absoluto (g)	Peso relativo (%)	Proteína (mg/g)	Peso absoluto (g)	Peso relativo (%)	Proteína (mg/g)
FAFL17	8,7304 <sup>a</sup> ± 1,02	4,18 ± 0,29	115,06 <sup>a</sup> ± 10,67	1,5274 <sup>a</sup> ± 0,11	0,75 <sup>a</sup> ± 0,10	99,11 <sup>a</sup> ± 9,04
CAS17	11,5509 <sup>b</sup> ± 1,59	3,66 ± 0,47	123,07 <sup>a</sup> ± 15,25	1,6377 <sup>a</sup> ± 0,08	0,52 <sup>b</sup> ± 0,04	109,78 <sup>a</sup> ± 4,76
FAFM13	5,3581 <sup>c</sup> ± 1,04	3,85 ± 0,63	95,07 <sup>b</sup> ± 7,85	1,3017 <sup>b</sup> ± 0,09	0,95 <sup>c</sup> ± 0,14	86,52 <sup>a</sup> ± 13,38

No que diz respeito ao peso relativo deste órgão, não foram constatadas diferenças significativas entre os grupos (Tabela 4).

Em relação ao peso úmido do cérebro, a diferença entre os grupos CAS17 e FAFL17 não foi significativa; todavia,

no grupo FAFM13 mostrou-se significativamente inferior.

Um outro ponto que vale a pena ressaltar refere-se ao peso relativo do cérebro, verificando-se que o grupo controle apresentou um peso relativo elevado (Tabela 4).

Avaliando as proteínas totais do fígado e cérebro nos animais de todas as dietas estudadas (Tabela 4), observa-se uma diferença significativamente menor nos animais que consumiam a dieta controle, em relação aos outros dois grupos, e valores semelhantes da dieta experimental e padrão.

Analisando os aspectos histológicos, para detectar possíveis efeitos tóxicos da *Saccharomyces cerevisiae* que pudessem ocasionar alterações nas células do fígado, verificou-se que o tecido hepático de todos os grupos estudados estava de acordo com os padrões de normalidade com arquitetura e citologia epiteliais e estromais preservadas.

## DISCUSSÃO

Vários aspectos foram levados em consideração para avaliar a repercussão do enriquecimento protéico da farinha de mandioca, dentre eles o número de filhotes por ninhada. Embora não constitua, isoladamente, um parâmetro suficiente para possibilitar conclusões decisivas, é um indicador da influência da dieta sobre a fertilidade (32); poder-se-ia, então, inferir, no presente trabalho, que não houve influência das dietas sobre o número de recém-natos, por rata.

Em relação à ingestão alimentar da lactante, o grupo dietético de teor protéico inferior (FAFM13) foi o que apresentou menor valor. Estes dados estão de acordo com Jessop (33), ao afirmar que, na lactação, a demanda de aminoácidos aumenta, ou seja, torna-se superior às requeridas pelas necessidades basais. Também a ingestão alimentar varia de forma acentuada, de acordo com o conteúdo protéico da dieta que, quando diminuído, ocasiona uma redução dos teores protéicos ingeridos e influencia a performance lactacional, repercutindo na evolução da perda de peso materno, bem como, no aumento de peso da ninhada.

No presente trabalho não houve repercussão na perda de peso da lactante; contudo, o aumento de peso da prole foi estatisticamente significante. Assim, poder-se-ia considerar que tanto a qualidade como as quantidades da proteína ingeridas durante o período de aleitamento têm influência na qualidade do leite materno, ocasionando uma melhora no estado nutricional dos filhotes aleitados.

É importante salientar, em relação às ninhadas estudadas, que o peso ao nascer não diferiu significativamente entre os grupos. Esta observação é interessante quando confrontada com a afirmativa de Resnick et al. (34), de que o feto em desenvolvimento pode ser comparado a um parasita perfeito, capaz de retirar da mãe qualquer nutriente de que precise, independente do seu estado nutricional. O que leva a questionar, em relação aos achados deste trabalho, se a

semelhança de peso inicial das ninhadas poderia ser atribuída a este parasitismo.

Avaliando a ingestão alimentar dos filhotes, verifica-se comportamento semelhante ao das lactantes.

Cozzolino (13) refere que alguns animais, neste caso o rato, têm a capacidade instintiva de selecionar rações mais balanceadas; contudo, quando não há possibilidade de escolha, o animal tende a ingerir menor quantidade de ração e conseqüentemente, de proteína.

Da mesma forma, Pellet & Young (35) comentam que a palatabilidade dos componentes da dieta constitui um fator de grande influência em relação à quantidade ingerida pelos animais de laboratório. As duas razões poderiam justificar a diferença constatada no consumo alimentar entre o grupo experimental (FAFL17) e o controle (FAFM13).

Em relação à evolução de peso dos filhotes, Caballero-Córdoba, Pacheco e Sgarbieri (19), em trabalho realizado em ratos, constataram crescimento em proporções ainda maiores, 70% a 80%, para os grupos alimentados com células de levedura a 10% de proteína, quando comparados aos alimentados com caseína, no mesmo teor.

O CEA, cuja avaliação, em conjunto com os parâmetros abordados anteriormente, evidencia o valor biológico das dietas em estudo, mostrou-se diferente dos resultados encontrados por Cozzolino (13) que, testando a *Saccharomyces cerevisiae* a 10% na dieta de ratos, encontrou índices inferiores, quando comparou com caseína na mesma proporção.

Analisando a variação do comprimento da cauda, verifica-se que os componentes da dieta FAFL17, em comparação à FAFM13, promoveram crescimento das crias, com um déficit de 10% entre ambas.

É importante mencionar, em relação à análises sanguíneas, que os dados obtidos nestes parâmetros encontram-se dentro da escala de referência para ratos (hemoglobina - 11 a 18g/dl; hematócrito - 36 a 48%) (36).

Um outro parâmetro avaliado foi a proteína sérica. Machado (37) afirma que somente grandes alterações na dieta podem modificar os constituintes sanguíneos, o que leva a questionar se o valor significativamente inferior constatado para o grupo FAFM13 não seria uma conseqüência do tipo de proteína ingerida.

Em avaliações biológicas, um dado de grande importância é o peso dos órgãos, a partir do conhecimento de que este peso tende a diminuir em animais desnutridos em proteínas e/ou calorias (13,38).

Comparando os resultados deste trabalho com os de Metri (39), evidenciam-se semelhanças, visto que o autor constatou diferenças entre o peso do cérebro do grupo padrão (caseína 10%) e do grupo experimental (farinha enriquecida a 11%), bem como verificou que as duas dietas apresentavam valores superiores, quando comparadas com o grupo controle (farinha comum a 10% de proteína).

Este comportamento do peso absoluto e relativo foi também atestado por Monteiro (40), em trabalho utilizando DBR, obtendo pesos cerebrais absolutos menores e pesos relativos maiores, chamando a atenção para os efeitos visíveis resultantes de uma dieta desbalanceada, que ocasiona uma desproporção entre o conjunto do organismo e da cabeça. Também outros autores (41-44) verificaram, em seus estudos, que filhotes alimentados com uma dieta pobre em proteínas apresentavam peso relativo do cérebro maior.

Os resultados do presente estudo permitem supor, ao comparar o grupo experimental com o padrão, que o teor protéico do primeiro contribuiu para o crescimento e desenvolvimento do órgão.

Em relação à histopatologia do órgão, Metri (39) encontrou, avaliando o fígado de 60 animais, resultados semelhantes.

Um dado relevante, em relação a este parâmetro, refere-se ao achado de Cozzolino (13), em trabalho sobre biomassa protéica. Mesmo utilizando o nível protéico de 25%, considerado elevado para esta fonte alimentar, o autor encontrou resultados normais.

Em síntese, é possível afirmar que, na maior parte dos parâmetros avaliados, em relação aos filhotes a dieta experimental obteve melhores resultados do que a controle.

Os dados apresentados sugerem que a farinha de mandioca enriquecida com bioproteínas (*Saccharomyces cerevisiae*), quando adicionada a dietas constituídas essencialmente de misturas vegetais, promove uma melhoria da qualidade da mistura. Os resultados permitem inferir que esta farinha poderia representar uma boa fonte de suplementação alimentar; contudo, os dados também indicam que esta adição não alcança os resultados obtidos com o uso da dieta padrão.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Bibliotecária Maria Christina Malta de Almeida Costa pela revisão e normatização do trabalho, e a José Paulino Ventura, pela colaboração técnica.

## REFERÊNCIAS

1. Silva GS. Validação da secagem natural, da produção de raspas de mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) no secador solar de superfície de concreto, à céu aberto, para o estado da Paraíba. [Dissertação] João Pessoa (PB): Univ Fed da Paraíba, 1996.
2. El-Sayed M, Abdel-Aal FW, Sosulski A, Adel YS, Mohamed MY. Nutritional functional and sensor properties of wheat, rice and fababean blends texturized by drum drying. Intern J Food Sci Technol 1996; 31 (3).
3. Genovese MI, Lajolo FM. In vitro digestibility of albumin proteins from *Phaseolus vulgaris* L. Efect of chemical

- modification. *J Agric Food Chem* 1996; 44: 3022 – 3028.
4. Barker DJP. Maternal nutrition, fetal nutrition, and disease in later life. *Nutrition* 1997; 13: 807-13.
  5. Organização Mundial de Saúde. Necessidades de energia e proteína. São Paulo: Roca, 1998.
  6. McGuire MK, Littleton AW, Schulze KJ, Rasmussen KM. Pre- and postweaning food restrictions interact to determine reproductive success and milk volume in rats. Ithaca: American Institute of Nutrition, 1995.
  7. Organización Panamericana de la Salud. Instituto de Nutrición de Centro America y Panamá. Alimentación infantil: bases fisiológicas. Guatemala, 1992.
  8. Sohlstrom A, Kabir N, Sadurskis A, Forsum E. Body composition and fat distribution during the first 2 weeks of gestation in ad lib.– fed and energy - restricted rats. *Brit J Nutr* 1994; 71: 317 - 33.
  9. Pine AP, Jessop N S, Oldham J D. Maternal protein reserves and their influence on lactational performance in rats. *Brit. J Nutr* 1993; 71: 13-27.
  10. Maternal protein reserves and their influence on lactational performance in rats. 3. The effects of dietary protein restriction and stage of lactation on milk composition. *Brit J Nutr.* 1994; 72:815-30.
  11. Rasmussen KM. The influence of maternal nutrition on lactation. *Ann Rev Nutr* 1992; 12:103-17.
  12. Picciano MF. Embarazo y lactancia. In: Ziegler EE, Filer LJ Jr, eds. *Conocimientos actuales sobre nutrición.* 7th ed. Washington: OMS, 1997.
  13. Cozzolino SME. Valor nutricional da biomassa de *Saccharomyces cerevisiae*: estudos em gerações sucessivas de ratos. [Dissertação] São Paulo (SP): Univ de São Paulo, 1982.
  14. Scarinci HE, Umansky G, Mendonza MSC de. Estudio de la composición química de biomazas celulares de levaduras. *Arch Latinoamer Nut* 1990;40:595 - 601.
  15. Pacheco MTB, Caballero-Córdoba GM, Sgarbieri VC. Composition and nutritive value of yeast biomass and yeast protein concentrates. *J Nut Sci Vitamin* 1997; 43: 601 - 12.
  16. Mariath JGR, Zucas S M. Valor nutricional da proteína isolada de resíduo de cerveja. *Assoc Brás Ind Aliment* 1983; 65: 24 - 36.
  17. Benassi VT, Camargo CRO, Ciacco CF. Caracterização química e redução do conteúdo de ácidos nucleicos das células de levedura (*Saccharomyces spp.*) provenientes da produção de álcool de cana. *Cien Tecnol Alim* 1990; 10: 249 - 60.
  18. Boze H, Moulin G, Galzy P. Production of food and fodder yeasts. *Crit Rev Biotechn* 1992; 12: 65 - 86.
  19. Caballero-Córdoba G M, Pacheco MTB, Sgarbieri VC. Composição química da biomassa de levedura integral (*Saccharomyces sp*) e determinação do valor nutritivo da proteína em células íntegras ou rompidas mecanicamente. *Cien Tecnol Alim* 1997; 17: 102 - 6.
  20. Caballero-Córdoba, G M, Sgarbieri V C. Efeitos da ingestão de proteínas de levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) sobre os níveis séricos e urinários de ácido úrico em ratos wistar. *Anais do Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos*; 1998. Rio de Janeiro
  21. Horwitz W. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 3rd ed. Washington: AOAC, 1975.
  22. Tagle M A. Nutrição. São Paulo: Artes Médicas, 1981.
  23. Reeves PG, Nielsen FH, Fahey GC. AIN-93 Purified diets or laboratory rodents; final report of the American Institute of Nutrition Ad Hoc Writing Committee on the Reformulation of the AIN-76A rodent diet. *J Nutr* 1993; 123: 1939 - 51.
  24. Laus J E. Biologia e reprodução. In: Comissão de Ensino do Colégio Brasileiro de Experimentação Animal. Manual para técnicos em bioterismo. 2nd ed. Ver e ampl São Paulo: EPM, 1996: 57 - 66.
  25. Campbell JA. Method for determination of PER & NPR. In: Food and Nutrition Board. Committee on Protein Quality. Evaluation of protein quality. Washington, 1963: 31- 32.
  26. Lowry OH, Rosenbrough NJ, Farr A L, Randall RJ. Protein measurement with the folinphenol reagent. *J Biol Chem* 1951; 193: 265 - 75.
  27. Janini P, Janini P F. Interpretação clínica do hemograma. 10ed. São Paulo: Sarvier, 1990.
  28. Gornall AG, Bardawell CJ, David MJB. Determination of serum protein by means of the biuret reaction. *J Biol Chem* 1949; 177 : 751.
  29. Altman DG. Practical statistics for medical research, London: Chapman and Hall, 1991.
  30. Montgomery DC. Design and analysis of experiments. 2nd ed. New York: John Wiley & Sons, 1984.
  31. Barbosa L, Santiago S de. Efecto de la restricción en el consumo de alimento de la rata adulta sobre el crecimiento y la composición tisular de la cría lactante. *Arch Latinoamer Nutr* 1994; 44 : 98 – 104.
  32. Pires Leal MMRB. Efeito do teor e qualidade da proteína alimentar sobre alguns parâmetros do desenvolvimento e manutenção da espécie – Estudo através de quatro gerações de ratos albinos. [Dissertação] São Luís (MA): Fund Univ do Maranhão, 1976.
  33. Jessop N S. Protein metabolism during lactation. *Proc. Nutr Soc* 1997; 56: 169-75.
  34. Resnick O, Morgane PJ, Hasson R, Miller M. Overt and hidden forms of chronic malnutrition in the rat and their relevance to man. *Neurosc Biobehav Rev* 1982; 6: 55-75.
  35. Pellet PL, Young VR. Nutritional evaluation of protein foods. Tokyo: The United Nations Univ, 1980.
  36. Harkness JE, Wagner J E. Biologia e clínica de coelhos e roedores. 3rd ed. São Paulo: Roca, 1993.
  37. Machado PF. Valor nutritivo da levedura, resíduo da produção de álcool, para vacas em lactação. [Dissertação] São Paulo (SP): Univ de São Paulo, 1983.
  38. Lourenço E J, Zucas S M, Pereira CAB. Influência da proteína da dieta sobre o desenvolvimento de órgãos – ensaio em ratos. *An Farm Quím São Paulo* 1980; 20: 254 - 60.
  39. Metri AC. Farinha de mandioca enriquecida com proteína de levedura (*Saccharomyces cerevisiae*), em associação ao feijão e arroz, na dieta de ratos em crescimento. [Dissertação] Recife (PE): Univ Fed de Pernambuco, 1999.

40. Monteiro JS. Desnutrição, estimulação ambiental e desenvolvimento do sistema nervoso: um estudo eletrofisiológico. [Dissertação] Recife (PE): Univ Fed de Pernambuco, 1995.
41. Kenney MA, Barton EB. Malnutrition and fetal development in two generations of rats. *Nut Rep Internat* 1975; 11: 243-9.
42. Pessoa DCN. de P. Efeitos da desnutrição pela Dieta Básica Regional (DBR), em três gerações de ratos, sobre a reprodução, crescimento corporal e desenvolvimento de órgãos. [Dissertação] Recife (PE): Univ Fed de Pernambuco, 1997.
43. Morgane PJ, Austin-Lafrance R, Bronzino J, Tonkiss J, Diaz-Cintra S, Cintra L, et al. Prenatal malnutrition and development of the brain. *Neurosc Biobehav Rev* 1993; 17: 91 - 128.
44. Lima JG, Oliveira LM, Lachat JJ, Dal-Bo CMR, Almeida SS. Comparison of the effects of lab chow and casein diets based on body and brain development of rats. *Braz J Méd Biol Res* 1993; 26 : 1069-76.

Recibido: 18-02-2000

Aceptado: 10-11-2000

## Fruits and vegetables consumption among Costa Rican adolescents

Rafael Monge Rojas

Costa Rican Institute for Research and Education on Nutrition and Health (Inciensa). Costa Rica

**SUMMARY.** Scientific evidence indicates that lower levels of fruit and vegetables consumption are associated with an increased risk of developing cancer and cardiovascular disease. Therefore, an increase of these foods' consumption may substantially improve public health. The purpose of this study was to examine the consumption of fruits and vegetables in 214 urban and rural adolescents in relation to the 5-A-DAY recommendation. Mean daily servings of fruits (1.7 servings) were not far from the minimum recommendation of 2 daily fruit servings. This mean decreased to 1.21 servings when banana was not counted. Mean vegetable intake (1.1 servings, including legumes) was well below the minimum recommendation of 3 vegetable servings per day. Urban adolescents and females consumed significantly ( $p=0.000$ ) fewer fruits and vegetables servings than did rural youngsters and males. However when pulses were not counted the mean daily servings of vegetables were higher in urban adolescents ( $p=0.029$ ). Only 16 from 214 adolescents (6%) consumed five or more servings of fruits and vegetables per day. This proportion decreased dramatically to 2% ( $p=0.000$ ) when pulses and banana were not counted. Examination of the factors associated with low intake of fruit and vegetables could be beneficial to develop effective interventions targeted to increase their consumption among adolescents.

**Key words:** 5-A-DAY, fruit, vegetables, adolescents, Costa Rica.

**RESUMEN.** Consumo de frutas y vegetales en adolescentes costarricenses. La evidencia científica indica que los niveles más bajos del consumo de frutas y vegetales están asociados con un mayor riesgo de desarrollar cáncer y enfermedad cardiovascular. Por lo tanto, un incremento en el consumo de tales alimentos puede mejorar sustancialmente la salud pública. El objetivo de este estudio fue evaluar el consumo de frutas y vegetales en 214 adolescentes urbanos y rurales costarricenses en comparación con la recomendación de 5-A1-Día. Los resultados indican que el consumo promedio diario de frutas (1.7 porciones) no estuvo tan distante de la recomendación mínima de 2 porciones por día. No obstante el consumo promedio de vegetales (1.1 porción, incluyendo leguminosas) estuvo muy por debajo de la recomendación mínima de 3 porciones diarias. Los adolescentes urbanos y las mujeres consumieron una cantidad significativamente menor ( $p=0.000$ ) de frutas y vegetales que los jóvenes rurales y los hombres. Sin embargo, cuando las leguminosas no fueron contabilizadas el consumo promedio de vegetales fue mayor en los jóvenes urbanos ( $p=0.029$ ). Solamente 16 de 214 adolescentes (6%) consumieron cinco o más porciones de frutas y vegetales por día. Esta proporción disminuyó dramáticamente a 2% ( $p=0.000$ ) cuando las leguminosas y el banano no fueron contabilizados. El análisis de los factores asociados con el bajo consumo de estos alimentos podría ser de gran utilidad para desarrollar intervenciones efectivas orientadas a incrementar su consumo entre los adolescentes.

**Palabras clave:** 5-A1-DIA, frutas, vegetales, adolescentes, Costa Rica.

### INTRODUCTION

On the basis of numerous and consistent epidemiological data, some health organizations have indicated that a daily minimum consumption of 5 to 9 servings of fruits and vegetables, especially citric fruit and green leafy vegetables, reduce cancer and cardiovascular disease risk (1-3). The 5-A-DAY recommendation is not specific for adolescents, but has been considered adequate for them, in order to encourage this type of dietary pattern (4).

The habit of eating a large number of vegetables and fruits in early life has been identified as a significant positive predictor of fruit and vegetable consumption among adults (5). Furthermore, adolescents' eating patterns are important determinants of adult risk of chronic diseases (6).

A large body of scientific evidence indicates that lower levels of fruit and vegetables consumption are associated with an increased risk of developing at least 15 different types of cancer (1-3). Time-tread studies in Japan, Poland, and the USA have shown decreasing mortality for stomach cancer with increasing consumption of vegetables or fruit (5).

A myriad of substances in vegetables and fruits have been shown or postulated to have anticarcinogenic properties. These include dithiolthiones, isothiocyanates, indole-3-carbinol, allium compounds, isoflavones, protease inhibitors, saponins, phytosterols, inositol hexaphosphate, vitamin C, D-limonene, lutein, folic acid, beta and alpha carotene, lycopene, selenium, vitamin E, flavonoides, and dietary fiber. Many are potent inducers of detoxification enzymes, inhibitors of cell proliferation or antioxidants agents (7,8).

Additionally in several articles, nutrients in fruit and vegetables such as dietary fiber, potassium, folate, antioxidants and polyphenolic flavonoids have been associated with reduced risk of cardiovascular disease (9). Particularly cruciferous and green leafy vegetables and citrus fruit and juice have been associated with a protective effect against risk of ischemic stroke (10).

Primary prevention programs are required to encourage the fruit and vegetables consumption from an early age. This appears to be quite important in developing countries, such as Costa Rica, which has a delayed epidemiological model where chronic and infectious diseases coexist (11). Ischemic disease and stomach cancer are the leading causes of death among Costa Rican adults (12).

The purpose of this study was to examine adolescents' intake of fruits and vegetables in relation to the 5-A-DAY recommendation.

## METHODS

The sample was selected from the Costa Rican' Greater Metropolitan Area and its burdening rural areas, which has the greatest concentration of adolescent population enrolled in high school.

A sample of 300 Costa Rican adolescents, ages 13-17, 48% from urban areas and 52% from rural, was selected from 10 public high schools (6 high schools in each area). The high schools were selected with probability proportional to size from a list of all public high schools in the study area. In each high school, 30 students, 50% of each gender, were selected randomly. Written parental and adolescent consent was required to participate in the study.

Prospective 3-d diet records were used for dietary data collection. The three days included one weekend day and the previous or next two days (Sunday, Monday and Tuesday or Thursday, Friday and Saturday). Each adolescent recorded the food eaten at home, school or any other site, including the kind of food eaten, ingredients of each preparation, cooking technique, brand names and any other necessary specifications.

Groups consisting of 5-6 adolescents were established to introduce them on the adequate procedure for the food record. Series of three to six photographs of food usually eaten in Costa Rica were used for each adolescent to estimate portion size while keeping the food record. Food records were verified by trained nutritionists who checked them in detail with each youngster. Foods and three-dimensional food models were used to verify the size of some portions reported by the adolescents. Six trained nutritionists conducted all dietary assessments.

Gram weights for each food were converted to number of fruits or vegetables servings based on the methods of Krebs-Smith et al (13) and Cleveland et al (14). Around seventy-five percent of foods reported by adolescents were mixtures requiring desegregation before their ingredients could be categorized into the fruits or vegetables group. Fruit and vegetables not consumed as mixtures were assigned directly to their corresponding group.

Inclusion/exclusion criteria and serving size guidelines specified by National Cancer Institute (15) were used to calculate the number of servings of fruits and vegetables for each record. Avocados, coconut, olives, nuts, seeds, chips and root vegetables like potatoes were excluded. Only 100% non-sweetened fruit juices were included. Food-or ingredient specific weights consistent with NCI definitions for servings were derived from data reported for Costa Rica by Chaverri and Rodríguez (16). A serving was defined as follows: One medium piece of fruit (such as orange or guava),  $\frac{3}{4}$  cup of juice,  $\frac{1}{4}$  cup of dried fruit, 1 cup of leafy vegetables and  $\frac{1}{2}$  cup of cooked or sliced fruits or vegetables. Fruits were categorized as (1) citrus, melon and berries, or (2) others (such as papaya, apple, guava, banana, pineapple or mango). Vegetables were categorized as (1) green/yellow vegetables, (2) others (such as tomato, lettuce, cucumber, cilantro, celery, radish, onions, cabbage, peppers or beets), or (3) pulses (legumes).

Variance analysis was used to test differences in mean of servings consumed daily between groups and Chi-square to test differences in the proportion of adolescents consuming various numbers of servings of fruit or vegetables per day.

## RESULTS

Of the 300 eligible adolescents, 91% consented to participate in the dietary survey. The sample consisted of 144 males and 130 females; 48% were urban adolescents and 52% rural. All adolescents were from the same ethnic background (mestizo). Mean age was  $15 \pm 1.3$  years old.

Mean daily servings of fruits (1.7 servings) were not far from the minimum recommendation of 2 fruit servings daily (Table 1). However, the proportion of servings of citrus fruit, melons and berries (22% of total) were well below the suggested proportion, which is about one-half of total fruit servings. Banana was by far the most popular fruit consumed; accounting for 29% of total fruit servings. Fruit juice, mainly orange juice, contributed 14% of total fruit servings. Other fruits frequently consumed were orange, pineapple, papaya and hog plum.

TABLE 1  
Mean number of servings of fruits and vegetables consumed daily by urban and rural adolescents

Foods	Recommendation	Average	Urban (n=131)	Rural (n=143)	p value *	Males (n=144)	Females (n=130)	p value *
<b>FRUITS</b>								
Citrus, melon and berries	≥ 1	0.35 ± 0.05	0.37 ± 0.19	0.34 ± 0.12	0.116	0.41 ± 0.18	0.29 ± 0.13	0.000
Other fruits	≥ 1	1.38 ± 0.52	1.29 ± 0.54	1.45 ± 0.62	0.024	1.56 ± 0.69	1.21 ± 0.54	0.000
Banana <sup>1</sup>		0.52 ± 0.04	0.50 ± 0.27	0.53 ± 0.23	0.322	0.56 ± 0.24	0.48 ± 0.26	0.009
Total fruits (TF)	≥ 2	1.73 ± 0.36	1.66 ± 0.30	1.79 ± 0.41	0.003	1.97 ± 0.42	1.51 ± 0.51	0.000
TF excluding banana	≥ 2	1.21 ± 0.16	1.16 ± 0.38	1.26 ± 0.46	0.032	1.41 ± 0.38	1.02 ± 0.56	0.000
<b>VEGETABLES</b>								
Green/yellow vegetables	≥ 1	0.21 ± 0.02	0.23 ± 0.17	0.19 ± 0.12	0.024	0.22 ± 0.15	0.21 ± 0.13	0.558
Pulses <sup>2</sup>		0.72 ± 0.12	0.61 ± 0.22	0.82 ± 0.16	0.000	0.83 ± 0.13	0.62 ± 0.17	0.000
Other vegetables <sup>3</sup>	≥ 2	0.21 ± 0.01	0.20 ± 0.13	0.21 ± 0.15	0.558	0.21 ± 0.17	0.22 ± 0.19	0.649
Total vegetables (TV)	≥ 3	1.14 ± 0.21	1.05 ± 0.22	1.22 ± 0.19	0.000	1.26 ± 0.14	1.06 ± 0.22	0.000
TV excluding pulses	≥ 3	0.42 ± 0.08	0.44 ± 0.11	0.40 ± 0.18	0.029	0.43 ± 0.19	0.42 ± 0.11	0.599

<sup>1</sup> Bananas are generally included in the other fruits group. <sup>2</sup> Pulses are generally included in the other vegetables group. <sup>3</sup> Other vegetables include tomato, lettuce, cucumber, cilantro, celery, radish, onions, cabbage, peppers and beets. \* Tested with analysis of variance.

Mean vegetable intake (1.1 servings) was well below the minimum recommendation of 3 vegetables servings daily. Mean servings of dark-green and deep-yellow vegetables (18% of total) were not consistent with the suggested proportion of one-third of total vegetable servings. Pulses (legumes) were the largest source of vegetable servings, accounting for 63% of total vegetable intake. Cabbage, tomato, cucumber, lettuce and carrots were the most popular vegetables consumed.

Recently the World Cancer Research Fund (WCRF)/American Institute for Cancer Research (AICR) panel (3), concluded that although there are theoretical reasons to believe that diets high in pulses and plantains such as banana might protect against some cancers, evidence is currently very limited. Therefore these foods should not be included in the 5-A-DAY recommendation (3). According with this, the mean daily vegetable serving in urban and rural adolescents did not even average one half of a single serving and the mean servings of fruits averaged was scarcely 1.2 per day.

Urban adolescents and females consumed significantly ( $p=0.000$ ) fewer fruits and vegetables servings than did rural youngsters and males. However when pulses were not counted the mean daily servings of vegetables were higher in urban adolescents ( $p=0.029$ ). Only 16 in 214 adolescents (6%) consumed five or more servings of fruits and vegetables per day (Table 2). This proportion decreased dramatically to 2% ( $p=0.000$ ) when pulses and banana were not counted.

Fully 50% of adolescents consumed less than a serving of fruit per day. This percentage increased around 6% ( $p=0.012$ ) when banana was not counted. Around 20% of

adolescents consumed daily less than a single serving of vegetables. This proportion increased about 13% ( $p=0.013$ ) in urban areas and over 30% ( $p=0.000$ ) in rural areas when pulses were not counted. Only 18% of adolescents consumed at least three daily servings of vegetables, however this proportion decreased almost two thirds ( $p=0.000$ ) when pulses were excluded.

Urban adolescents were more ( $p<0.05$ ) likely to have had less than a single serving of fruits and vegetables than rural adolescents, although this pattern disappeared when banana and pulses were not counted. However rural adolescents were much more ( $p=0.032$ ) likely than urban to have had two or more servings of fruits even though banana was not counted. There were no significant trends associated with gender in the number of servings of fruits or vegetables reported as consumed.

## DISCUSSION

The specific foods counted as fruits and vegetables and the serving sizes used in those calculations may affect adolescent's estimates of fruit and vegetables intake (11). Therefore, it is difficult to compare the intake of these foods between adolescents from different areas. Even though, it is possible to deduce that the fruit intake between Costa Rican youngsters is similar to the one reported for US and the vegetable intake is significantly lower (17). Vegetables consumption by US adolescents, excluding starchy vegetables, is of 1.3 portions/d; about 1 portion/d more than the one reported by Costa Rican youngsters.

TABLE 2  
Percentage of urban and rural adolescents consuming various numbers of servings of fruits and/or vegetables per day

Servings	Including pulses and bananas						Excluding pulses and bananas					
	Urban (n=131)	Rural (n=143)	p value*	Males (n=144)	Females (n=130)	p value*	Urban (n=131)	Rural (n=143)	p value*	Males (n=144)	Females (n=130)	p value*
<b>FRUITS</b>												
< 1	59.5	46.2	0.037	55.5	49.2	0.357	64.9	53.9	0.084	59.0	59.2	0.929
1-< 2	20.7	27.3	0.257	22.2	26.1	0.540	20.6	20.9	0.930	20.8	20.8	0.882
≥ 2	19.8	26.5	0.243	22.3	24.6	0.759	14.1	25.2	0.032	20.2	20.0	0.913
<b>VEGETABLES</b>												
< 1	29.8	11.2	0.000	22.3	17.7	0.425	42.7	46.1	0.657	46.5	42.3	0.564
1-< 3	51.9	70.6	0.002	58.3	65.4	0.279	49.6	47.5	0.821	45.8	51.5	0.411
≥ 3	19.3	18.3	0.892	19.4	16.9	0.705	7.7	6.4	0.854	7.7	6.2	0.803
<b>AT LEAST:</b>												
2 fruits servings and 3 vegetables servings	7	5	0.658	5	6	0.922	3	1	0.449	2	2	0.666

\*Tested with  $\chi^2$  test

The results of this study, reflect the general eating patterns found in Costa Rica. Using the Apparent Food Consumption data from 7402 Costa Rican households, Meza and Rodríguez (18) found that most of their sample consumed less than 150 grams of fruit and vegetables daily. This quantity was well below the minimum 400 g/d recommended by the World Cancer Research Fund (WCRF)/American Institute for Cancer Research (AICR) panel (3).

The proportion of Costa Rican adolescents consuming less than a single serving of fruit and vegetables is worrisome. Low intake of fruit and vegetables are consistent associated with a higher risk of cancer and cardiovascular disease (9,10,19-22). This appears particularly important in Costa Rica where stomach cancer incidence is the highest in the world after that reported in Japan (3) and the mortality rate of ischemic disease is similar than the reported in Canada and the United States (23).

The effect of low fruit and vegetables consumption on the pathobiology of atherosclerotic lesion and cancer has not been studied in young subjects; however, several studies indicate that correcting the risk factors previously identified in older subjects since adolescence, is essential for stemming the disease progression in later years (6).

This study points out that it is necessary to encourage the fruits intake but especially dark green and/or deep yellow vegetables consumption among adolescents. These foods intake promotion seems to be controversial when the presence of pesticides is taken into consideration. This has been discussed for a long time, and seems to take importance now that the intake of these kinds of foods is promoted strongly. However, recently the World Cancer Research Fund (WCRF)/American Institute for Cancer Research (AICR) panel (3), concluded that there is no convincing evidence that any food contaminant, including chemical contaminants,

modifies the risk of any cancer, nor is there evidence of any probable causal relationship. On the contrary, several epidemiological data, suggest that higher intake of vegetables and fruit is a protective factor against at least 15 different types of cancer (1-3).

Nutrition interventions to increase fruit and vegetables among Costa Ricans are urgently required, in order to reduce in a close future, the high mortality rates of cancer and ischemic disease. Examination of the factors associated with low intake of fruit and vegetables among adolescents can be used to develop more effective interventions to increase these foods consumption. The educational effort designed to increase adolescents' fruit and vegetables intake should be driven by data on their current knowledge, perceptions, and other psychosocial factors. Taste preferences, cost, and availability are related to fruit and vegetable intakes (24,25). In addition, most studies find positive associations of nutrition knowledge, self-efficacy, belief in a relationship between diet and health, intrinsic motives, and stage of dietary change with fruit and vegetable consumption (24,26,27).

Dietary interventions should include the adolescents' school and family environment, so that adults reinforce and improve knowledge, attitudes and practices tending to increase the consumption of fruits and vegetables. Parents and educators should be good models of healthy-dietary behaviors.

#### ACKNOWLEDGMENTS

The author wish to thank Enrique Navarrete, MS for his valuable assistance in the development of data files used in this analysis. He also especially thank Dr. María Laura Arias for reviewing the manuscript.

## REFERENCES

1. Heimendinger J. Community Nutrition Intervention Strategies for Cancer Risk Reduction. *Cancer* 1993;72 (suppl):1019 - 1023.
2. World Health Organization. Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Disease. Geneva: World Health Organization, 1990 (Technical Report Series 797).
3. World Cancer Research Fund/American Institute for Cancer Research. Food, nutrition and the prevention of Cancer: A Global Perspective. Menasha, WI: Banta Book Group, 1997.
4. Department of Health and Human Services. Healthy People 2000: National Health Promotion and Disease Prevention Objectives. Washington, DC: U.S. Department of Health and Human Services, 1990.
5. Committee on Diet and Health; Food and Nutrition Board, National Research Council. Diet and Health: Implications for Reducing Chronic Disease Risk. Washington, DC: National Academy Press, 1989.
6. Ress JM. Nutrition in adolescence. In: Mahan LK, Arlin MT, Eds. Krause's food, nutrition & diet therapy. 8th ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 1992:233-241.
7. Steinmetz K, Potter J. Vegetables, fruit and cancer prevention: A review. *J Am Diet Assoc* 1996; 96: 1027-1039.
8. Steinmetz K, Potter J. Vegetables, fruit and cancer II, mechanisms. *Cancer causes-control* 1991; 2: 427-442.
9. Ness AR, Powles JW. Fruit and vegetables; and cardiovascular disease. *Int J Epidemiol* 1997; 26: 1-13.
10. Joshipura K, Ascherio A, Manson JA, et al. Fruit and vegetable intake in relation to risk of ischemic stroke. *JAMA*, 1996; 282: 1233-1239.
11. Frenk J, Frejka T, Bobadilla JL, et al. La transición epidemiológica en América Latina. *Boll Of Sanit Panam* 1991;111: 485-496.
12. Morice A. Análisis de la situación de las enfermedades crónicas no transmisibles en Costa Rica, Tres Ríos: Inciensa, 1998.
13. Krebs-Smith SM, Cook A, Subar A, Cleveland L, Friday J, Kahle L. Fruit and Vegetable Intakes of Children and Adolescents in the United States. *Arch Pediatr Adolesc Med* 1996; 150: 81-86.
14. Cleveland L, Cook A, Krebs-Smith S, Friday J. Method for Assessing Food Intakes in Terms of Servings Based on Food Guidance. *Am J Clin Nutr* 1997; 65 (suppl): 1254S-63S.
15. Basch C, Zybert P, Shea S. 5-A-DAY: Dietary behavior and the fruit and vegetable intake of Latino children. *Am J Public Health* 1994; 84: 814-818.
16. Chaverri MA, Rodríguez AM. Pesos de Medidas Caseras y Porciones de Alimentos y Preparaciones Comunes en Costa Rica. Escuela de Nutrición, Costa Rica: Universidad de Costa Rica; 1998. Thesis.
17. Eldridge A, Smith-Warner S, Lytle L, Murray D. Comparison of 3 methods for counting fruits and vegetables for fourth-grade students in the Minnesota 5 A Day power plus program. *J Am Diet Assoc* 1998, 98: 777-782.
18. Meza N, Rodríguez N. II Encuesta Nacional sobre consumo aparente de alimentos, 1991. Ministerio de Salud-Costa Rica; 1993.
19. Eastwood MA. Interactions of dietary antioxidants in vivo: How fruit and vegetables prevent disease? *QJM* 1999; 92: 527-530.
20. Cox BP, Whichelow MJ, Prerost AT. Seasonal consumption of salad vegetables and fresh fruits in relation to the development of cardiovascular disease and cancer. *Pub Health Nutr* 2000; 3:19-29.
21. Van't Veer P, Jansen MC, Klerk M, Kok FJ. Fruit and vegetables in the prevention of cancer and cardiovascular disease. *Public Health Nutr* 2000; 3: 103-107.
22. Liu S, Manson JE, Lee IM, et al. Fruit and vegetable intake and risk of cardiovascular disease: The Women's health study. *Am Jo Clin Nutr* 2000; 72: 922-928.
23. World Health Organization. World health statistics annual, 1994. Geneva: WHO, 1995: B10- B33.
24. Trudeau E, Kristal A, Li S, Patterson R. Demographic and psychosocial predictors of fruit and vegetable intake differ: Implications for dietary interventions. *J Am Diet Assoc* 1998; 98: 1412-1417.
25. French S, Story M, Jeffery R, Snyder P, Eisenberg M, Sidebottom A, Murray D. Pricing strategy to promote fruit and vegetable purchase in high school cafeterias. *J Am Diet Assoc* 1997; 97: 1008-1010.
26. Krebs-Smith S, Heimendinger J, Patterson B, Subar A, Kessler R, Pivonka E. Psychosocial factors associated with fruit and vegetable consumption. *Am J Health Promot* 1995, 10: 98-104.
27. Havas S, Treiman K, Langenberg P, Ballesteros M, Anliker J, Damron D, Feldman R. Factors associated with fruit and vegetable consumption among women participating in WIC. *J Am Diet Assoc* 1998, 98: 1141-1148.

Recibido: 17-04-2000

Aceptado: 11-12-2000

## Características de cocción por nixtamalización de once variedades de maíz

*Ana Cristina Billeb de Sinibaldi y Ricardo Bressani*

Centro de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Instituto de Investigaciones. Universidad del Valle de Guatemala

**RESUMEN.** En el presente estudio se analizaron once variedades de maíz cultivadas en la misma localidad y en el mismo año, para evaluar su calidad de procesamiento para harinas nixtamalizadas de maíz. Las muestras fueron analizadas por sus características físicas como contenido de humedad (promedio 13.3%), peso de 1000 granos (promedio 312.5 g), dureza a través de densidad (promedio 1.28 g/ml) y el índice de flotadores (promedio 9.5%). Estos datos indicaron que todas las variedades contienen un endospermo duro lo cual es preferido por la industria para la nixtamalización. Las once variedades estaban formadas en promedio de 5.7% de pericarpio, 11.5% de germen y 82.8% de endospermo, sugiriendo el porcentaje de pericarpio pérdidas bajas de sólidos por nixtamalización. La calidad de cocción de los maíces se evaluó utilizando un proceso de nixtamalización estandarizado. Se obtuvo una pérdida de materia seca promedio de 3.2% con un contenido de cáscara residual del 0.8%, la absorción de agua promedio 40.8% al finalizar la cocción y 46.9% al finalizar el remojo. La humedad del nixtamal fue de (41.5% al finalizar la cocción) y de (47.9% al finalizar el remojo por 12 horas). El tiempo de cocción y remojo para 50% de humedad en el grano varió entre 69 a 122 minutos en las once variedades, a una altura de 1500 m sobre el nivel del mar. El maíz nixtamalizado fue deshidratado y luego molido, no lográndose una harina con la granulometría igual a la de harinas industriales. Sin embargo los parámetros de calidad de la masa para tortilla fueron aceptables con un índice de penetración en harina hidratada de 178.67 mm, pH 7.97 índice de absorción de agua (WAI) 3.23 g.gel/g harina y el índice de solubilidad en agua (WSI) de 4.11%. Las harinas de todos los maíces dieron tortillas aceptables en cuanto a características físicas y sensoriales se refiere, sin embargo de las 11 variedades, 7 incluyendo el control, fueron superiores a las otras 4 variedades.

**Palabras clave:** Variedades de maíz, nixtamalización, calidad de cocción, tortilla.

**SUMMARY.** Nixtamalization cooking characteristics of 11 maize varieties. In the present study, 11 maize varieties were analyzed for their nixtamalization cooking quality. The 11 varieties were grown in the same locality and in the same year. The samples were evaluated for their physical characteristics, such as moisture content averaging 13.3%, average 1000 kernel weight (312.5 g), grain hardness through density (1.28 g/ml) and percent floaters (9.5%). These data indicated that all maize varieties had a hard endosperm which is recommended for the nixtamalization cooking process. The 11 varieties were formed on the average by 5.7% seed coat, 11.5% germ and 82.8% endosperm. The low seed coat content suggest a low solids loss during processing. Cooking quality evaluation was done by applying a standard lime cooking procedure to all varieties. An average solid loss of 3.2% was measured, with 0.8% of seed coat still attached to the endosperm. Water absorption at the end of cooking was 40.8% without soaking and 46.9% at the end of soaking. Nixtamal moisture was 47.9% after soaking and only 41.5% at the end of cooking. Cooking time with soaking for 50% moisture in the grain varied from 69 to 122 minutes at 1500 meters over sea level. The cooked grain was dried with hot air and ground however, the particle size obtained was not as that in commercial nixtamalized maize flour. However, the cooking quality parameters to make dough and tortillas were acceptable, with a penetration index of hydrated flour of 178.6 mm, pH 7.97, water absorption index (WAI) of 3.23 g gel/g flour and 4.11% water solubility index (WSI). All flours from the 11 varieties of maize gave acceptable tortillas as evaluated by physical characteristics and sensory quality. However of the 11 varieties 7 including the control were superior for nixtamalization cooking quality.

**Key words:** Maize varieties, nixtamalization, cooking quality, tortilla.

### INTRODUCCION

El maíz (*Zea mays*) ha sido y continúa siendo el cereal básico en la alimentación de grandes sectores de la población urbana y rural de varios países Latinoamericanos, principalmente México y varios países de Centro América. El grano de maíz se consume principalmente en forma de tortilla, alimento que se obtiene transformando el maíz crudo

por cocción alcalina en un grano cocido y luego se transforma en masa la cual en porciones definidas se convierte en tortas que se cocinan sobre una superficie caliente (1,2). Aunque hoy todavía el grano de maíz se procesa a nivel del hogar, ya desde hace algunos años, se hizo disponible al consumidor harinas industrialmente nixtamalizadas, las cuales con agua, dan una masa para ser convertida en tortillas y otros alimentos de maíz nixtamalizado (2-4).

Las operaciones que se llevan a cabo para transformar el maíz en tortilla son ajustadas por el ama de casa de acuerdo a varios factores como la variedad de maíz, la dureza del grano, la humedad del maíz, el tiempo de almacenamiento y la integridad física del grano. Sin embargo para la industria la uniformidad de la materia prima es fundamental con respecto a la dureza, tamaño y calidad de grano, para mayor eficiencia en la transformación y menor pérdida de sólidos durante la cocción. Así mismo, el tipo de grano debe adaptarse a las operaciones de procesamiento para dar un producto que llene las características de funcionalidad y sabor que reclama el consumidor. Algunas características que la materia prima debe tener son: granos con endospermo duro, poco dentado, granos sanos, sin rajaduras e impurezas o dañados por hongos o insectos, granos de alta densidad, bajo porcentaje de flotadores, de color brillante y olote blanco, un pericarpio de fácil separación, con maduración completa y sin daños de secado, características que han sido evaluadas por varios investigadores y presentadas en revisiones del tema (2, 5- 7). El propósito del presente trabajo fue el de evaluar once variedades de maíz para su posible utilización en la industria de nixtamalización del grano en Guatemala.

## MATERIALES Y METODOS

Se utilizaron 11 diferentes variedades de maíz cultivadas en la costa sur occidental de Guatemala a una altura de 150m sobre el nivel del mar y cosechadas en Noviembre 1996. Se obtuvieron 5 lbs secas de grano de cada variedad, las cuales fueron (identificación/organización) HB-83 (ICTA), HR-93, HR-5, HR-15, HR-17 (Seminal), A-775, A-753° (ASGrow), HS-7G, HS-5G (Cristiani), P-3086 y P-3001 (Pioneer). La variedad HB-83 se utilizó como referencia, ya que es la que se siembra en la mayor extensión y es la de mayor uso en nixtamalización en Guatemala. Las otras variedades fueron seleccionadas por ser de grano duro aparentemente adecuadas para la nixtamalización.

En la primera fase del estudio, las variedades se caracterizaron por contenido de humedad, densidad del grano, peso de 1000 granos, porcentaje de flotadores y distribución de fracciones anatómicas. La humedad se estableció por deshidratación completa a 103° C por 6 horas mínimo. El peso de 1000 granos se estimó del número de granos en 50 gramos de maíz. La densidad poniendo 10 gramos de maíz previamente pesados en un cilindro con 50 cc de etanol y midiendo el aumento en volumen, expresando la densidad en g/ml. El porcentaje de flotadores se obtuvo poniendo 100 granos en un recipiente de vidrio conteniendo una solución de nitrato de sodio a una gravedad específica de 1.205, y midiendo el número de granos que flotaban. Todas estas pruebas se hicieron en triplicado. Para determinar el porcentaje de cáscara, germen y endospermo se humedecieron 10 granos (triplicado) por 1 hora y luego los granos secados por su humedad externa con papel

fueron disectados pesando cada fracción deshidratada.

La segunda fase consistió en evaluar la calidad de cocción de los maíces midiendo la facilidad de eliminación del pericarpio, la humedad del nixtamal, pérdidas de materia seca y absorción de agua en remojo (5). La cocción de las variedades para producir las respectivas harinas nixtamalizadas se llevó a cabo estandarizando el método de nixtamalización (6,16,17). El grano de maíz se ponía en una bolsa perforada de nylon (36 perforaciones/cm<sup>2</sup>) usando 200 ml de agua/50 g del maíz/0.6 g de cal y cocinando a 100°C por 50 minutos. El grano se agitaba suavemente durante la cocción. Luego el maíz cocido se dejó en remojo por 12 horas para luego sacarlo y lavarlo con agua corriente por 5 minutos usando un colador. La humedad externa del grano se secó con toallas de papel y luego se pesó antes de pasarlo por un molino de discos para su transformación a masa. Esta se deshidrató con aire a 70°C hasta 8% de humedad por un período de 4 horas para así obtener la harina nixtamalizada.

La facilidad de eliminación del pericarpio, pérdida de materia seca y humedad del nixtamal se llevó a cabo como fuera descrito arriba pero sin remojo en una muestra de 50 g de maíz. Después de la cocción la muestra se enfrió con agua corriente y se lavó por 4 minutos. Este procedimiento facilitó la remoción de la cal residual y del pericarpio. Luego con unas pinzas se removió la cáscara residual todavía pegada al endospermo que luego se deshidrató y pesó. El maíz cocido sin cáscara se deshidrató por 3 horas a 135°C, para calcular la pérdida de materia seca y la humedad del nixtamal.

Las once harinas se evaluaron por pH y humedad por el método de la AOAC (8), por el índice de absorción de agua (WAI) y solubilidad en agua (WSI) por los métodos de Anderson et al. (9,10).

La última fase fue la caracterización de la masa por rendimiento y el índice de penetración, que se midió con el penetrómetro Universal (Precision Scientific). Esta última fase también incluyó la preparación de las tortillas con evaluaciones de humedad de la tortilla, el rendimiento, su calidad de cocción, o sea la formación de la bolsa y estructura de la orilla y finalmente una prueba sensorial limitada que se describirá posteriormente. Los datos fueron obtenidos en triplicado y se calcularon desviaciones estándar, análisis de varianza (ANDEVA) y pruebas de Tukey por medio del programa SPSS/PC (The Statistical Package for IBM PC).

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Caracterización del grano

Los resultados de humedad del grano descritos en la Tabla 1 indican una variabilidad de 12.98 ±0.26% (HR-5) a 13.97±1.23% (HR-93) con un valor promedio de 13.27±0.28%, no existiendo diferencias estadísticamente significativas entre variedades, de acuerdo al análisis de varianza.

TABLA 1  
Algunas características de las once variedades de maíz

Variedad	Peso de 1 000 granos, g	Densidad, g/ml	Flotadores, %	Humedad del grano, %
HB-83	307.53±4.49 def	1.29±0.01	4.33±0.58 a	13.11±0.12
HR-93	301.45±9.49 ef	1.28±0.01	8.00±1.73 b	13.97±1.23
HR-5	272.38±7.34 gh	1.27±0.01	18.33±2.31 f	12.98±0.26
HR-15	249.90±2.83 h	1.28±0.02	11.67±1.53 d	13.07±0.30
HR-17	292.31±1.54 fg	1.28±0.02	9.00±1.00 c	13.27±0.28
A-775	319.99±5.52 cde	1.31±0.03	6.00±1.73 a	13.18±0.78
A-7530	335.26±10.08 bc	1.29±0.02	16.00±1.00 f	13.06±0.10
HS-7G	308.72±5.17 def	1.27±0.01	15.00±1.00 e	13.14±0.23
P-3086	331.03±3.71 bcd	1.27±0.01	3.67±1.53 a	13.52±0.13
P-3001	354.79±9.12 ab	1.29±0.01	2.67±1.15 a	13.32±0.15
HS-5G	364.10±10.02 a	1.29±0.03	9.67±1.15 a	13.36±0.15
Sig. Estadístico entre variedades	S	NS	S	NS

Una característica del grano que es muy importante en nixtamalización es la dureza, que es un indicador de la composición del endospermo establecido por la densidad del grano y el índice de flotadores.

Los valores de densidad tienen una variabilidad entre 1.27±0.01 g/ml (HR-5, HS-7G, P-3086) y 1.31±0.03 g/ml (A-775), con un valor promedio de 1.28±0.016 g/ml, indicando que todos los granos son duros, y estadísticamente no hay diferencias entre ellos. Por esta razón se utilizó también el índice de flotadores, que da resultados más específicos diferenciando claramente entre un grano suave (arriba de 80%), uno semi duro (40-80%), un duro (25-48%) y uno muy duro (abajo de 25%). Los resultados de la Tabla 1 confirman que todos los granos son muy duros, con un rango de 2.67±1.15% (P-3001) a 18.33±2.31% (HR-5), y un promedio de 9.49±5.27%. Las diferencias entre variedades de maíz fueron estadísticamente significativas. Los granos de las variedades más duras en base a este contenido son P-3001, P-3086, HB-83 y A-775.

El peso de 1,000 granos, sugiere el tamaño del grano de la variedad. Un peso de 1,000 granos bajo corresponde a una muestra con gran porcentaje de granos pequeños, y por el contrario un peso alto, se obtiene cuando los granos son grandes. Los resultados obtenidos para las 11 variedades están entre 272.38±7.34 g (HR-15) y 364.10±10.02 g (HS-5G), con un promedio de 312.50±33.87 g, prefiriéndose para procesamiento las variedades de peso mayor. Las diferencias entre variedades fueron significativas estadísticamente.

La Tabla 2 presenta los resultados de la determinación de la composición anatómica (morfológica) porcentual de las tres partes principales del grano: el pericarpio, el germen y el endospermo. Estos fueron deshidratados y pesados para luego calcular sus porcentajes en base seca. Debe aclararse

que el "tip cap" o base del grano que lo une a la mazorca, se consideró parte del germen al separar los componentes. La variabilidad en el porcentaje de cáscara fue de 5.41±0.39% (HR-17) a 7.08±1.51% (P-3086) con un promedio de 5.72±0.51%. Debido a que el pericarpio o cáscara del grano se elimina con la cocción alcalina y con el lavado del nixtamal, se desea que esta fracción sea la menor posible en la estructura del grano, disminuyendo las pérdidas de sólidos durante la cocción. Al analizar estadísticamente los resultados por las pruebas de Tukey y análisis de varianza, se pudo comprobar que no hay diferencias significativas entre las muestras, por lo que éste no debe ser un factor influyendo al determinar la mejor variedad para este proceso. Con respecto al germen, la variabilidad fue de 9.63±0.7% (HB-83) a 13.12±0.62% (A-7530) con un promedio de 11.46±1.12%, y del endospermo fue de 81.52±1.01% (P-3086) a 84.85±0.58% (HB-83) con promedio de 82.81±1.41%. Las diferencias entre variedades fueron estadísticamente significativas tanto para el contenido de germen como de endospermo.

Un contenido bajo de germen tendría aspectos tanto positivos como negativos en las harinas. Aspectos positivos podrían ser una menor posibilidad de rancidez oxidativa debido a que es en el germen donde se encuentra la mayor parte del aceite del grano y un menor contenido de ácido fítico, componente que disminuye la biodisponibilidad del hierro. En general el germen contiene alrededor del 90% del ácido fítico en el grano de maíz (11). Los aspectos negativos de un bajo contenido de germen serían un menor contenido de energía y menor calidad proteica, pues además de su elevada proporción de lípidos, de hecho el germen contribuye a la calidad proteínica del grano de maíz (12).

Para la elaboración de la harina nixtamalizada, la parte más importante del grano es el endospermo, por lo que se prefiere a las variedades con más alto porcentaje de endospermo y por consiguiente aquéllos de porcentaje de germen bajo. Las variedades HB-83, HR-93, HR-5, HS-7G y HS-5G, son las que contienen un endospermo mayor que las otras.

TABLA 2  
Distribución de cáscara, germen y endospermo en las variedades de maíz

Variedad	Cáscara, %	Germen, %	Endospermo, %
HB-83	5.51±0.17	9.63±0.70 c	84.85±0.58 a
HR-93	5.46±0.60	10.08±0.98 bc	84.46±1.53 ab
HR-5	5.43±0.04	10.38±0.55 bc	84.19±0.57 abc
HR-15	5.60±0.54	11.48±1.25 abc	82.91±0.74 abcde
HR-17	5.41±0.39	12.57±0.33 ab	82.02±0.07 cde
A-775	5.45±0.40	12.04±0.32 abc	82.51±0.23 bcde
A-7530	5.81±0.46	13.12±0.62 a	80.90±0.60 e
HS-7G	5.46±0.63	11.44±1.16 abc	83.10±1.03 abcde
P-3086	7.08±1.51	12.42±0.60 ab	80.56±1.01 de
P-3001	6.26±0.39	11.90±0.73 abc	81.84±0.46 de
HS-5G	5.50±0.73	10.94±0.52 abc	83.56±0.64 abcd
Sig. estadístico entre variedades	NS	S	S

**Calidad de cocción**

Para evaluar la calidad de cocción se llevó a cabo la nixtamalización estandarizada, utilizando muestras de maíz limpio, libre de granos quebrados/picados, con 1.2% de cal, 200 ml de agua por cada 50 g de maíz y 50 minutos de cocción, a temperatura constante de 96°C, de tal manera que la única variable fue la variedad de maíz. Después de la cocción el maíz se quedo en remojo por 12 horas y luego se lavo con agua, se transformo en masa y se deshidrató y se molió. Los resultados se presentan en la Tabla 3.

Un factor muy importante fue la pérdida de sólidos, que incluye el pericarpio removido por la cocción alcalina y materia seca del endospermo y germen. Durante la cocción alcalina, las pérdidas de materia seca se ven directamente influenciadas por la estructura del endospermo, ya que teóricamente un grano suave dará mayor porcentaje de pérdidas que un grano duro. Sin embargo, entre las muestras estudiadas se puede observar que la variedad HB-83, a pesar de pertenecer al grupo de muestras muy duras es la que tuvo el mayor porcentaje de pérdidas en la cocción. El rango fue de 4.86±0.13% (HB-83) a 2.18±1.33% (HS-5G) con un promedio de 3.22±0.85%. Las diferencias no fueron estadísticamente significativas, y en todo caso son pérdidas relativamente bajas.

TABLA 3  
Calidad de cocción de las variedades de maíz

Variedad	Pérdida materia seca %	Cáscara residual	Humedad nixtamal		Absorción de agua	
			Cocido %	Remojado %	Cocido %	Remojado %
HB-83	4.86 ±0.13	0.97 ±0.17	41.63 ±0.49 ab	44.78 ±3.51 b	40.08 ±0.56 ab	44.86 ±0.95 e
HR-93	3.71 ±0.48	0.72 ±0.18	41.42 ±1.46 ab	45.97 ±0.96 ab	41.31 ±1.01 ab	46.88 ±0.86 cde
HR-5	2.56 +1.42	0.68 ±0.24	41.97 ±0.30 ab	49.85 ±0.62 a	41.56 ±0.95 ab	49.34 ±0.09 ab
HR-15	2.59 +1.14	0.68 ±0.54	42.57 ±0.87 ab	49.39 ±0.55 a	42.14 ±0.43 a	49.60 ±0.60 a
HR-17	2.19 +0.29	0.80 ±0.14	41.36 ±0.18 ab	48.89 ±1.16 ab	41.70 ±0.36 ab	47.76 ±0.87 abcd
A-775	3.34 +0.21	0.77 ±0.17	42.47 ±0.36 ab	48.81 ±0.68 ab	40.94 ±0.48 ab	47.10 ±0.70 bcde
A-7530	3.88 +0.59	0.99 ±0.22	40.94 ±1.04 ab	47.13 ±0.18 ab	40.06 ±1.23 ab	45.70 ±0.40 de
HS-7G	4.13 +0.52	0.59 ±0.28	43.37 ±0.41 a	49.15 ±1.06 ab	40.81 ±0.14 ab	48.26 ±0.57 abc
P-3086	2.92 +0.20	1.11 ±0.02	40.37 ±0.93 b	47.62 ±0.26 ab	40.71 ±0.47 ab	45.53 ±0.54 de
P-3001	3.05 +0.13	0.99 ±0.15	40.47 ±0.17 b	47.94 ±1.24 ab	39.77 ±0.51 ab	45.79 ±0.78 de
HS-5G	2.18 +1.33	0.74 ±0.05	40.29 ±0.75 b	47.29 ±0.84 ab	39.59 ±0.47 b	45.66 ±0.50 de
Sig. estadístico entre variedades	NS	NS	S	S	S	S

La materia seca perdida como porcentaje del pericarpio varió entre 39.6% (HS-5G) a 88.2% (HB-83). Esto se interpretó como que la mayor parte de las variedades tienen un pericarpio difícil de separar, lo cual es una desventaja. Por otro lado, la variedad HB-83 fue la que perdió la mayor parte del pericarpio.

El porcentaje de cáscara residual se determinó separando manualmente del nixtamal (grano cocido con cal) todo residuo de pericarpio remanente luego del lavado. El pericarpio residual se colocó en un platillo Petri y se deshidrató. La cáscara residual se calculó como porcentaje del peso seco del grano cocido. Los valores se encuentran entre  $0.59 \pm 0.28\%$  (HS-7G) y  $1.11 \pm 0.02\%$  (P-3086), con un promedio de  $0.82 \pm 0.16\%$ , y estadísticamente, las diferencias no son significativas entre muestras.

La presencia de pericarpio residual es importante pues afecta tanto el color de la masa como su textura y propiedades de procesamiento. El pericarpio residual estaba significativamente correlacionado con el pericarpio en el grano ( $r=0.45\%^{**}$ )

La forma del grano influye grandemente en la eliminación del pericarpio, ya que los granos redondos y los pequeños conservaron en su mayoría todo el pericarpio luego del lavado, lo que se relaciona con el peso de 1,000 granos, ya que las muestras de peso menor, tienen mayor porcentaje de granos pequeños. Los granos pequeños y redondos provienen de un extremo de la mazorca. El productor de maíz podría eliminarlos a través de un sistema de clasificación por tamaño si esto se tradujera en un mejor precio para él. En todo caso, una característica del grano para nixtamalización sería que el tamaño fuera uniforme.

El tipo de cap influyó en las pérdidas de materia seca debido a que en algunos granos se desprende con mayor facilidad durante el lavado y en el pericarpio residual, pues es en esta parte donde queda adherida la cáscara que no se elimina con el lavado.

La humedad del nixtamal se calculó al terminar la cocción, y después de 12 horas de remojo. Los datos para el primer caso varían entre  $40.29 \pm 0.75\%$  (HS-5G) y  $43.37 \pm 0.41\%$  (HS-7G) con un valor promedio de  $41.53 \pm 0.99\%$  y para las muestras remojadas entre  $44.78\% \pm 3.51$  (HB-83) y  $49.85 \pm 0.62\%$  (HR-5), con promedio de  $47.89 \pm 1.55\%$ . Las diferencias entre variedades para ambos casos fueron estadísticamente significativas. Este es un factor muy importante pues indica el grado de cocción del grano, y las variedades seleccionadas son: para el nixtamal cocido HS-7G, HR-15, A-775 y HR-5, y para el remojado HR-5, HR-15, HS-7G y HR-17.

Se calculó el porcentaje de absorción de agua tanto para el nixtamal al finalizar la cocción, como para el nixtamal después de remojado durante 12 horas en el agua de cocción a temperatura ambiente. Según Serna-Saldívar y col. (6), la rápida absorción de agua está directamente relacionada al endospermo suave, mientras que si el grano tiene un endospermo duro, la

absorción de agua será más lenta. La variabilidad en porcentaje de absorción de agua al finalizar la cocción fue de  $39.59 \pm 0.47\%$  (HS-5G) a  $42.14 \pm 0.43\%$  (HR-15) con un promedio de  $40.79 \pm 0.84\%$ , y para las muestras después del remojo 12 horas fue de  $44.86 \pm 0.95\%$  (HB-83) a  $49.60 \pm 0.60\%$  (HR-15), con un promedio de  $46.95 \pm 1.62\%$ .

El porcentaje deseable de agua en el nixtamal, después de la cocción y remojo está entre 48% a 50%. Los datos de este estudio dieron valores un poco más bajos, a pesar de que algunas variedades contenían agua entre ese rango.

En otro experimento, muestras de grano de maíz crudo fue cocido por 0, 15, 30, 45, 60 y 75 minutos y luego dejado en reposo por 14 horas para determinar el tiempo de cocción a la altura de 1500 m sobre el nivel del mar. Luego de las 14 horas de remojo, el grano fue lavado y secado. Con los datos obtenidos se pudo calcular la regresión entre humedad en el grano y tiempo de cocción, ecuaciones que se presentan en la Tabla 4. Con ellos se estimó el tiempo de cocción requerido por cada variedad para llegar a contener 50% de agua. Como se puede observar, la variedad más suave fue la HS-7G con 69 minutos de cocción y la más dura fue la P-3001 con 122 minutos de cocción. El tiempo de cocción estaba positivamente correlacionado con el peso de 1000 granos, con una  $r=0.732$  (0.05), o sea que granos grandes toman más tiempo para su cocción. Las variedades con tiempos largos de hidratación también son lentos en permitir que el almidón se gelatinice lo cual afecta la calidad de la tortilla (2). Un aspecto importante a considerar en la cocción de cereales y leguminosas es el efecto de la altura sobre el nivel del mar, que puede influir sobre esta característica, requiriendo mayor tiempo de cocción (13).

TABLA 4  
Regresión entre el tiempo de cocción y la absorción de agua después de 14 horas de remojo (1 500 m.s.n.mar)

Variedad	Ecuación	Cocción (min.) para 50% absorción de agua
HB-83	$Y=0.1636X+36.579$	82
HR-93	$Y=0.1721X+36.470$	79
HR-5	$Y=0.1870X+35.589$	77
HR-15	$Y=0.2164X+32.901$	79
HR-17	$Y=0.1844X+35.431$	79
A-775	$Y=0.1540X+37.289$	79
A-7530	$Y=0.1174X+38.120$	101
HS-7G	$Y=0.1791X+37.644$	69
P-3086	$Y=0.1503X+34.919$	100
P-3001	$Y=0.1546X+31.178$	122
HS-5G	$Y=0.1585X+34.461$	98

X = tiempo de cocción; Y = absorción de agua

**Evaluación de la harina nixtamalizada**

La elaboración de harina nixtamalizada de cada variedad se obtuvo preparando la masa por el método de nixtamalización ya descrito, utilizando un molino de granos en la molienda y un deshidratador de convección forzada para secarla.

Se midió el pH de las harinas, que aunque depende de la cantidad de cal agregada en la cocción y de la lavada después de cocción y no de la variedad de maíz, se debe tomar en cuenta por ser un indicador del grado de lavado del maíz y que influye en su estabilidad durante el almacenaje. Los resultados de pH en el Cuadro 5 varían entre 7.70±0.44 (HR-5) y 8.21±0.30 (A-775) con un valor promedio de 7.97±0.19, sin diferencias estadísticas significativas. Se considera que son valores altos, ya que los normales están alrededor de 7.0.

La humedad final promedio de las harinas es de 4.88±1.37% con una variabilidad de 2.39±1.19% (HR-93) a 7.06±0.51% (P3001). Las diferencias no son estadísticamente significativas. Como se puede observar en la Tabla 5, estas humedades son bastante bajas, comparadas con las harinas comerciales que están entre 10-12% de agua (14,15). Este factor influye grandemente en el tiempo necesario para la hidratación.

TABLA 5  
Análisis de la harina

Variedad	Ph	Humedad harina%	Indice absorción de agua g gel/g harina	Indice solubilidad en agua %
HB-83	8.05±0.54	3.62±4.25	3.29±0.09	4.05±0.10 ab
HR-93	7.68±0.25	2.39±1.19	3.21±0.14	3.91±0.20 ab
HR-5	7.70±0.44	4.44±1.36	3.19±0.20	3.83±0.38 ab
HR-15	7.86±0.28	3.89±1.26	3.53±0.19	3.22±0.10 b
HR-17	8.06±0.74	6.05±1.08	3.25±0.12	4.36±0.22 ab
A-775	8.21±0.30	5.45±0.58	3.24±0.15	4.47±0.68 a
A-7530	7.96±0.43	4.76±0.93	3.06±0.07	4.72±0.32 a
HS-7G	8.19±0.44	3.98±0.53	3.22±0.18	4.28±0.31 ab
P-3086	7.88±0.08	5.93±0.67	3.21±0.04	4.19±0.22 ab
P-3001	7.94±0.36	7.06±0.51	3.13±0.15	4.16±0.26 ab
HS-5G	8.19±0.45	6.08±0.69	3.19±0.19	4.01±0.44 ab
Sig. estadístico entre variedades	NS	NS	NS	S

Además, se midió el índice de absorción de agua y de sólidos solubles, que están muy relacionados con el rendimiento de tortillas al hidratar la harina para elaborar la masa. Los resultados en la Tabla 5 obtenidos varían entre 3.06±0.07 a 3.53±0.19 g gel/g harina, para el índice de absorción de agua con un promedio de 3.23±4.14 y entre 3.22±0.10% (HR-15) y 4.72±0.32% (A-7530) con una media de 4.11±0.39%, para el índice de sólidos solubles. Estos resultados se encuentran dentro del rango normal, aunque

son algo menores que las de las harinas industriales. Los cálculos estadísticos muestran que hay diferencias significativas entre ellas en el índice de sólidos solubles, pero no en el índice de absorción de agua.

**Análisis de la masa**

La granulometría influye mucho en los resultados de estos análisis. Sin embargo se considera que para los fines de comparación entre las muestras de este estudio, no afecta significativamente ya que todas las muestras fueron de la misma granulometría.

En las pruebas realizadas para evaluar índice de penetración, rendimiento, y elaboración de las tortillas se debió calcular el tiempo mínimo de hidratación o absorción de agua por la baja humedad en las harinas, dejando que las muestras se hidrataran completamente antes de evaluarlas, como se explicó anteriormente.

Por este motivo, como se puede observar en la Tabla 6, los resultados son muy variables, y la desviación estándar es grande. A pesar de ello no hay diferencias estadísticamente significativas entre las muestras, y en general se aproximan mucho a los valores deseados.

TABLA 6

Algunas características físicas de la masa de las variedades de maíz

Variedad	Rendimiento g agua/100 g harina		Penetrómetro X 0.1 mm
	Teórico	Práctico	
HB-83	111.79	105.94	181.67
	±10.47 ab	±10.52 ab	±7.64
HR-93	109.33	106.03	176.67
	±2.31 ab	±0.89 ab	±30.55
HR-5	122.36	118.96	171.67
	±2.09 ab	±3.30 ab	±10.41
HR-15	125.33	120.12	170.00
	±4.62 ab	±4.10 ab	±10.00
HR-17	128.00	123.13	190.00
	±0.00 a	±0.79 a	±17.32
A-775	126.00	121.77	181.67
	±2.00 ab	±1.86 ab	±7.64
A-7530	121.33	117.71	195.00
	±11.55 ab	±11.88 ab	±25.00
HS-7G	121.33	115.68	175.00
	±2.31 ab	±2.77 ab	±18.03
P-3086	110.67	104.92	185.00
	±4.62 ab	±2.54 ab	±8.66
P-3001	105.33	102.04	162.67
	±4.62 b	±4.20 b	±6.43
HS-5G	116.67	112.01	176.00
	±7.57 ab	±0.83 ab	±8.54
Valores de referencia	>128.00	>128.00	180
Sig. estadístico entre variedades	S	S	NS

Se obtuvo un rendimiento teórico promedio de  $118.01 \pm 7.67$  g agua/100 g harina, variando entre  $105.33 \pm 4.62$  (HR-17) y  $128.00 \pm 0.00$  (P-3001), mientras que para el rendimiento práctico los valores se encuentran entre  $102.04 \pm 4.20$  (P-3001) y  $123.13 \pm 0.79$  (HR-17) con un promedio de  $113.48 \pm 7.59$ . Estos rendimientos no son totalmente aplicables en la elaboración de la tortilla, ya que para la realización de las pruebas se necesita que pueda formar un bloque duro, con menor cantidad de agua. Como se puede observar, el rendimiento teórico (por volumen de agua) no coincide con el práctico (por peso). Esto se debe a que las masas fueron elaboradas en una batidora y luego amasadas, quedando residuos en el recipiente y superficie donde se amasó, generando pérdidas.

El índice de penetración sirven para conocer que tan consistente es la masa, y qué tan elástica, suave o dura quedará la tortilla. Para el índice de penetración los valores se encuentran entre  $162.67 \pm 6.43$  mm (P-3001) y  $195.0 \pm 25.0$  mm (A-7530) con un promedio de  $178.67 \pm 9.26$  mm, estando todos muy cercanos al valor que se considera óptimo de 180. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas únicamente para los rendimientos, mientras que no hubo para la penetración.

#### Elaboración de las tortillas

La humedad de la tortilla (Tabla 7) varió entre  $42.40 \pm 1.91\%$  (P-3001) y  $48.96 \pm 0.71\%$  (A-775) con un promedio de  $46.86 \pm 1.89\%$ . Estos son valores normales para la tortilla.

TABLA 7  
Humedad, rendimiento y rolabilidad de la tortilla

Muestra	Humedad tortilla %	Rendimiento g agua/100 g harina	Rolabilidad *	Formación de bolsa **	Estructura orilla **
HB-83	$47.54 \pm 0.89$ ab	$153.33 \pm 14.43$ a	$2.33 \pm 0.58$	1	2
HR-93	$46.61 \pm 0.42$ ab	$175.00 \pm 20.00$ a	$1.67 \pm 1.15$	2	1
HR-5	$47.54 \pm 0.61$ ab	$151.67 \pm 23.09$ a	$2.67 \pm 1.53$	1.5	1.5
HR-15	$48.20 \pm 1.30$ ab	$180.00 \pm 22.91$ a	$3.00 \pm 0.00$	2.5	2
HR-17	$48.16 \pm 1.13$ a	$170.00 \pm 18.03$ a	$1.67 \pm 0.58$	2	1.5
A-775	$48.96 \pm 0.71$ a	$175.00 \pm 10.00$ a	$1.33 \pm 0.58$	1.5	1
A-7530	$45.16 \pm 0.51$ ab	$155.00 \pm 5.00$ a	$1.67 \pm 0.58$	1.5	2
HS-7G	$48.52 \pm 1.01$ a	$160.00 \pm 10.00$ a	$2.00 \pm 0.00$	1	1
P-3086	$46.67 \pm 1.85$ ab	$150.00 \pm 0.00$ a	$1.67 \pm 0.58$	1	1
P-3001	$42.40 \pm 1.91$ b	$131.67 \pm 5.77$ a	$3.00 \pm 0.00$	2	1.5
HS-5G	$45.71 \pm 3.55$ ab	$150.00 \pm 0.00$ a	$1.33 \pm 0.58$	1.5	1.5
Sig. estadístico entre variedades	S	NS	NS	-	-

\*Ver texto para

\*\*Bolsa – 1 en toda la cara  
2 en una parte de la cara  
3 no se formó

\*\*Orilla – 1 lisa  
2 irregular

El rendimiento (Tabla 7) con un valor promedio de  $159.70 \pm 14.31$  g agua/100 g harina, en el rango de  $180.00 \pm 22.91$  g agua/100 g harina (HR-15) a  $131.67 \pm 5.77$  g agua/100 g harina (P-3001). Este rendimiento es mayor que el obtenido en los resultados de la sección anterior, debido a que se le agregó más agua a la harina obteniendo una masa más suave. Además se le sumó 25 ml, aproximadamente la cantidad de agua que la tortillera agregó a todas las masas después de ser pesadas cuando amasaba para formar las tortillas.

En esta última fase se elaboraron las tortillas a partir de

las harinas y se realizaron las pruebas de aceptación, así como de calidad de la tortilla. Las pruebas realizadas son en parte cualitativas y cuantitativas. Se trató de eliminar el problema de granulometría volviendo a pasar las muestras por el molino de granos antes de hidratarlas, dando origen a una harina más fina. Para evitar que una tortilla tenga variaciones en el grosor, como sucede cuando se forman manualmente, se elaboraron utilizando una máquina que aplanar la masa y deja la superficie lisa.

La evaluación de rolabilidad se llevó a cabo usando la siguiente escala:

1. No hay rajaduras

2. Signo de rajaduras pero no de rompimiento
3. Rajaduras y rompimiento son obvios en una cara
4. Rajaduras y rompimiento son obvios en las dos caras
5. No se puede enrollar

La rolabilidad se midió con las tortillas recién hechas, que se mantuvieron caliente por estar envueltas en un paño, dejando que primero se suavizaran un poco con el calor y vapor que se forma entre ellas, por unos cinco minutos y utilizando la escala anterior. Los resultados se vieron afectados por diferencias en el grosor de las tortillas, que aunque eran similares, en la mayor parte de los casos sobrepasaban los 2 mm que indica la metodología. En todo caso, el porcentaje de rolabilidad fue aceptable.

Entre las pruebas cualitativas que se realizaron (Tabla 7) están: formación de bolsa (indicativo del buen cocimiento de la tortilla y de su buena calidad) y se da cuando la tortilla se infla al estarse cocinando en el comal, quedándole una capa pegada de la orilla, pero no del centro, conocida como "bolsa".

Una masa de buena calidad da una orilla lisa, mientras que si está muy seca o le falta cocimiento dará una orilla dispareja. Los datos obtenidos fueron aceptables, con sólo una variedad (HR-15) que no formó bolsa y con orilla irregular. La variedad HR-17 y P-3001 dieron tortillas con poca bolsa y orilla irregular.

La evaluación sensorial realizada fue una prueba de preferencia, en la que los panelistas debían seleccionar la que más les gustaba de las tres muestras que se les presentaron, agrupando las once variedades de tres en tres, utilizando una muestra elaborada por la misma persona con masa recién hecha, como control. Los resultados no fueron analizados estadísticamente por no ser representativos.

De la primera serie de pruebas en las que se evaluaron en el orden que aparecen, se clasificaron las muestras en tres grupos: las mejores (elegidas por un mayor número de personas) que son HB-83, A-775 y P-3086, intermedias (elegidas por algunos) que fueron HR-5, HR-15, A-7530, HS-7G, P-3001 y HS-5G seleccionadas las 6 el mismo número de veces y las que no fueron seleccionadas HR-93 y HR-17. A pesar de que se encontraron ciertas preferencias por algunos maíces en estas pruebas sensoriales, todas fueron consideradas agradables.

### Selección de variedades

Durante los últimos años se ha iniciado el interés en desarrollar materia prima industrial que contribuya mejor a la productividad de la industria en donde se utiliza. La selección se logra por fitomejoramiento y por biotecnología siendo necesario disponer de características deseables en la materia prima para la productividad industrial y así poder incorporarlas.

El propósito del presente estudio fue el de evaluar el

comportamiento de un grupo de variedades de maíz al proceso de nixtamalización y a la elaboración de la tortilla, con el fin de poder seleccionar las mejores variedades para esos fines. De acuerdo a los datos obtenidos, la selección puede efectuarse en los materiales a) antes de la cocción, b) en el comportamiento durante la cocción, c) la calidad de las harinas precocidas y finalmente, d) en la transformación de la masa (harina húmeda) en tortilla. En el punto a) se podría utilizar un alto peso por 1000 granos, un porcentaje de flotadores entre 10-20%, alto contenido de endospermo y bajo contenido de cascara. Para el punto b) se tendría como característica discriminadora un corto tiempo de cocción para una humedad definida (50%) y baja pérdida de sólidos. En el punto c), los parámetros a seleccionar sería una alta absorción de agua y bajo sólidos solubles y en el punto d) la estructura de la tortilla, su funcionalidad y aceptabilidad. Sin embargo, debido a la gran similitud entre las once variedades de maíz de endospermo duro y a la poca sensibilidad de los métodos utilizados para evaluarlas, fue difícil el proceso de selección. Sin embargo, en base al número de veces que la variedad aparecía en los parámetros arriba indicados las mejores podrían ser HS-5G, HR-5, HR-17, HB-83, HS-7G, HR-15 y A-775.

### REFERENCIAS

1. Bressani R. Chemistry, technology and nutritive value of maize tortillas. *Food Reviews International* 1990;6: 225-264.
2. Serna-Saldívar SO, MH Gómez and LW Rooney. Technology, chemistry and nutritional value of alkaline-cooked corn products. *Advances in Cereal Science and Technology* 1990; 10:243-307.
3. Bedolla S and L Rooney. Characteristics of US and Mexican Instant Maize Flour for Tortilla and Snack preparation. *Cereal Foods World* 1984;29:732-735.
4. Gómez MH, LW Rooney, RD Waniska and RL Pflugfelder. Dry corn masa flours for tortilla and snack food products. *Cereal Foods World* 1987;32: 372-377.
5. Almeida-Domínguez HD, EL Suhendro and LW Rooney. Corn alkaline cooking properties related to grain characteristics and viscosity (RUA). *J Food Sci* 1997;62: 516-519, 523.
6. Serna-Saldívar JO, MH Gómez, HD Almeida-Domínguez, A. Islas-Rubio & L.W. Rooney. A method to evaluate the lime-cooking properties of corn. *Cereal Chem* 1993;70:762-764.
7. Bedolla S, MG de Palacios, LW Rooney, KC Diehl and MN Khan. Cooking characteristics of sorghum and corn for tortilla preparation by several cooking methods. *Cereal Chem* 1983;60:263-268.
8. Association of Official Analytical Chemists. *Official Methods of Analysis*. 54<sup>th</sup> Ed. 1984. Washington, D.C.
9. Anderson RA, HF Conway, VF Pfeiffer and EL Griffin. Gelatinization of corn grits by roll and extrusion-cooking. *Cereal Science Today* 1969;14:1-4.

10. Anderson RA, HF Conway, UF Pfeiffer and EL Griffin Jr. Roll and extrusion-cooking of grain sorghum grits. *Cereal Science Today* 1969;14: 372-375.
11. O'Dell BL, AR. de Boland and SR. Koirtyohann. Distribution of phytate and nutritionally important elements among the morphological components of cereal grains. *J Agric Food Chem* 1972;20: 718-721.
12. Bjarnason M and WG Palmer. The maize germ: its role as a contributing factor to protein quantity and quality. *Z. Pflanzenzücht* 1972;68: 83-89.
13. Bressani R and C Chon. Effects of altitude above sea level on the cooking time and nutritional value of common beans. *Plant Foods for Human Nutrition* 1996;49: 53-61.
14. Bedolla S and LW Rooney. Characteristics of U.S. and Mexican instant maize flours for tortilla and snack preparation. *Cereal Foods World* 1984;29: 732-735.
15. Bressani R, JC Turcios, E Reyes and AI Negreros. *Caracterización física y química de harinas industriales nixtamalizadas de maíz de consumo humano en Honduras, El Salvador y Guatemala*. Sometido a publicación. *Arch Latinoamer Nutr*.
16. Serna-Saldívar SO, HD Almeida-Domínguez, MH Gómez, AJ Bockholt and LW Rooney. Method to evaluate loss of pericarp removal of lime-cooked corn kernels. *Crop Science* 1991;31: 842-844.
17. Rooney LW, HD Almeida-domínguez, EL Suhendro and AJ Bockholt. Critical factors affecting the food quality of corn. 99<sup>th</sup> Annual Corn and Sorghum Research Conference. 1993;80-96, Cereal Quality Lab. Texas A&M University, College Station, TX.

Recibido: 18-02-2000

Aceptado: 02-03-2001

## Discrimination of Brazilian arabica green coffee samples by chlorogenic acid composition

R.F.A. Moreira, L.C. Trugo, C.A.B. de Maria, A.G.B. Matos, S.M. Santos & J.M.C. Leite

Universidade Federal do Rio de Janeiro - Rio de Janeiro-RJ, Brazil, Biomedical Institute, UNI-RIO

**SUMMARY.** Coffee is basically consumed for the pleasure given by its taste and aroma, that is, the quality and acceptance of the coffee beverage are directly related to its sensorial characteristics. Thus, nowadays coffee quality is basically evaluated by sensorial analysis. However, together with this kind of analysis, it should be important to have available more objective chemical methods to assess coffee quality. One possible approach could be based on the analysis of chlorogenic acids (CGA), since they are considered precursors of coffee flavour and pigments during roasting. In the present work, high performance liquid chromatography (HPLC) analysis of chlorogenic acids was applied to six different Brazilian arabica green coffee samples which were previously characterised by sensorial analysis. The results showed the potential to correlate the chemical data, evaluated by the Principal Components Analysis (PCA) statistical method, with sensorial analysis in order to discriminate the quality of the samples. It was observed that the 3,4-dicaffeoylquinic (3,4-diCQA) and 3,5-dicaffeoylquinic (3,5-diCQA) isomers are very important for grouping the coffees into good and bad samples.

**Key words:** Arabica green coffee, sensorial analysis, chlorogenic acids, principal components analysis.

**RESUMO. Diferenciação de amostras brasileiras de café verde arabica com base na composição de seus ácidos clorogênicos.** O café é consumido basicamente pelo prazer que seu sabor e aroma proporcionam, isto é, a qualidade e a aceitação da bebida do café estão diretamente relacionadas com suas características sensoriais. Por conseguinte, atualmente a avaliação da qualidade dessa bebida é realizada através de análise sensorial. Entretanto, é óbvia a importância do desenvolvimento de novas metodologias capazes de diferenciar, de forma prática e objetiva, os diferentes tipos de café. Nesse sentido, tem sido crescente os esforços a fim de correlacionar a qualidade do café com o conteúdo dos chamados ácidos clorogênicos (ACG) do café, uma vez que esse grupo de compostos apresenta importância reconhecida com relação à formação de pigmentos, sabor e aroma nesse produto.

No presente trabalho foram obtidos, por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE), os perfis dos diferentes isômeros dos ácidos clorogênicos de seis amostras de cafés verdes brasileiros da espécie *Coffea arabica*, previamente classificadas sensorialmente. Os resultados obtidos indicaram que existe um bom potencial para correlacionar os dados químicos, tratados pelo método estatístico de Análise dos Componentes Principais (ACP), com as análises sensoriais como forma de diferenciar a qualidade desses tipos de amostra. Foi observado que os isômeros 3,4-dicafeoilquínico (3,4-diCQA) e 3,5-dicafeoilquínico (3,5-diCQA) são muito importantes para o agrupamento das amostras boas e ruins mencionadas acima. **Palavras chave:** Café verde arabica, análise sensorial, ácidos clorogênicos, análise dos componentes principais.

### INTRODUCTION

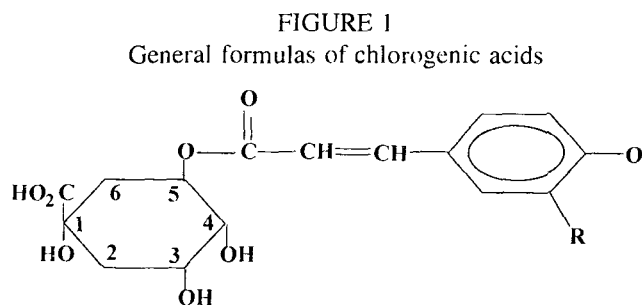
Green coffee beans represent an important item of international trade, believed second in importance only to oil, and contributes remarkably as an export commodity in Brazil. Besides, coffee growing and industrialisation provide many jobs with a considerable social impact in the country. An interesting characteristic of coffee brews is that they have been consumed mainly for pleasure, without concern about the nutritional value. The sensation of pleasure is intimately associated to the perception of the taste and aroma of the coffee, since coffee quality and acceptance are directly related to sensorial characteristics. The evaluation of coffee quality is achieved by sensorial analysis with trained panelists.

However, many scientists are searching for new objective methodologies capable of discriminating the quality of coffee by chemical analysis of specific groups of compounds.

The CGA, which are in fact a group of natural phenolic compounds mainly formed by quinic acid esterification with either caffeic, ferulic or p-coumaric acids (Figure 1), perform an important role in the formation of pigments, taste and flavour of coffee. Some studies have indicated a relationship between the composition of the CGA fraction and the quality of the coffee bean or beverage (1–7). In one of these studies, a correlation between the coffee astringency and the content of the chlorogenic acids was observed (1). In another, the authors reported on the possibilities of discriminate either coffees of the same quality but different origins or plantations

or coffee blends of different compositions by the CGA fraction (7). The content of the CGA in the coffee beverage is dependent on the species, the variety and processing conditions of the coffee beans. A wide range of data related to the content of these acids in green beans are found in the literature. For example, values of 5.8, 0.87 and 0.25 g % for caffeoylquinic, dicaffeoylquinic and 5-feruloylquinic acids, respectively, were found in Arabica and of 6.8, 1.4 and 0.6 g %, respectively, in Robusta coffees (8). The 5-caffeoylquinic acid was always the major chlorogenic acid present, representing 66% of the total CGA in the Arabica and 56% in the Robusta coffee (8).

The purpose of the present work was to study a possible relation between the individual content of the CGA and the coffee quality of different Brazilian arabica green coffees, using coffee samples that were previously discriminated by sensorial analysis.



R=H, 5-p-coumaroylquinic acid (5-pCoQA)

R=OH, 5-caffeoylquinic acid (5-CQA)

R=OCH<sub>3</sub>, 5-feruloylquinic acid (5-FQA)

## MATERIALS AND METHODS

### Materials

The study was carried out with five different varieties of Brazilian arabica green coffees (Table 1) totaling six samples which were previously classified and divided into two groups (good and bad samples) by sensorial analysis and then kindly supplied by ILLYCAFFÉ (Italy). The 5-caffeoylquinic acid standard (5-CQA) and the trifluoroacetic acid (TFA) were obtained from Sigma Chemical Company (U.S.A.). The dicaffeoylquinic acid isomers mixture (commercially termed isochlorogenic acid) was obtained from Carl Roth (Karlsruhe, Germany). The caffeoylquinic acid isomers mixture (3-CQA, 4-CQA and 5-CQA) was obtained following a previously described method (8). A feruloylquinic acid isomers mixture was prepared from a 5-feruloylquinic acid fraction (5-FQA) kindly supplied by Dr. M. Clifford (University of Surrey, UK) following the same procedure as for caffeoylquinic acids obtained. HPLC grade solvents were obtained from CARLO ERBA (Italy). All other reagents were of laboratory grade.

TABLE 1  
Sensorial characterization of the Brazilian arabica coffees under analysis

Sample	Classification
A (Catuai amarelo)	Good sample
B (Icatu)	Good sample
C (Laurina - natural mutant of the Bourbon variety)	Good sample
D (Catuai vermelho)	Bad sample
E (Catuai vermelho)	Bad sample
F (Mundo Novo)	Bad sample

### Methods

**Extraction:** The green coffee bean samples were frozen with liquid nitrogen and ground in a mill to pass 0.75 mm. Then, the lipid content was exhaustively removed from the samples by Soxhlet extraction. Defatted dry samples (500 mg) were extracted by shaking with bidistilled water (80°C) during 15 minutes. The extracts were treated with Carrez reagent (9) to precipitate colloidal material, diluted to 100 mL with bidistilled water and filtered through a Whatman N° 1 filter paper. These extracts were used directly for chromatography.

**HPLC analysis:** The HPLC-UV analysis was carried out following a previous method described in the literature (9) using a Pharmacia-LKB gradient system with a 20 (L loop injector and an UV detector at 315 nm. The separation of the CGA isomers was achieved using a 5 (m Lichrospher RT-18 column, 4.6 mm i.d. x 250 mm (Hibar, Merck, Germany). Samples or standards were analysed using a gradient from 100% solvent A (aqueous 0.5% TFA) to 98% solvent B (45% acetonitrile in 0.5% aqueous TFA, v/v) in 56 min. at a flow rate of 1 mL/min.

**Statistical analysis:** The chromatographic data were transferred to a personal computer and analysed with a PCA program (10).

## RESULTS AND DISCUSSION

Different extraction systems have been described in the literature, using either organic solvents or hot water (11). We adopted the hot water (80°C) extraction system because it is cheaper, safer and also because the heating inhibit the action of the poliphenoxidase reducing the possibility of CGA oxidation. In addition, water is the solvent used for coffee beverage preparation and we assumed that the chemical results could then be more comparable to those of sensory data.

The six Brazilian arabica green coffee samples that were used in this study were previously characterised by standard conditions in the industry by sensory tests as A, B and C (samples of good quality) and D, E and F (samples of poor quality) as can be observed in Table 1.

For universal comparison chemical analyses were carried out in the dried samples and their moisture contents are showed in Table 2. From the HPLC-UV chromatograms of the coffee extracts, six peaks with the lowest variation coefficients for their areas (less than 5%) were considered (Figure 2). Peak identification was achieved by comparing the retention time in the sample chromatograms with the available standards. The 4-CQA and 5-CQA isomers were coeluted. However, 4-CQA was found in much lower amounts and for the purpose of this work we considered both compounds together.

TABLE 2  
Moisture content (%) of the six sensorial characterised coffee samples

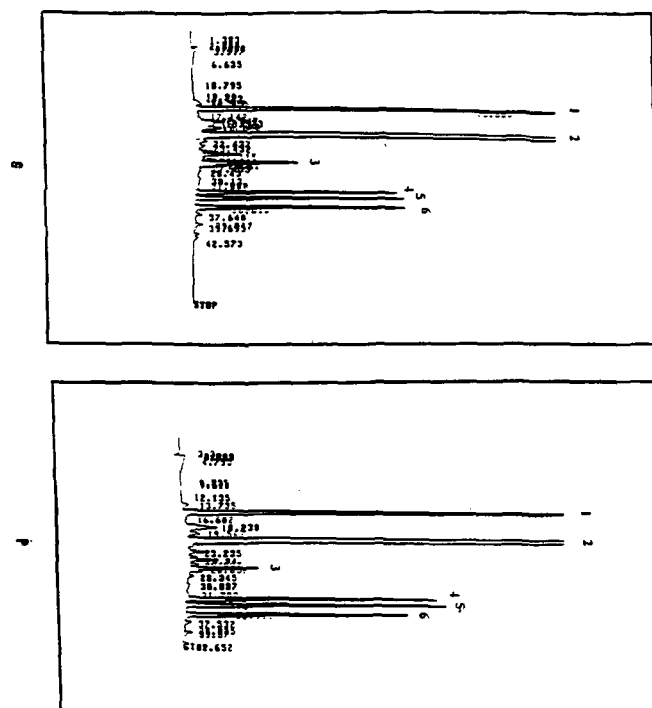
Sample	Percentage of moisture (g/100 g)
A	12,43
B	11,86
C	11,82
D	11,95
E	11,22
F	12,01

Results are the average of duplicate determinations following the method of direct heating at 105°C.

The mean areas of the selected peaks (Table 3) were statistically evaluated by the multivariate method, Principal Component Analysis (PCA) (10). The principal components related to the variability of the system (i. e., the components that retain most of the variability between the samples) are listed in Table 4. Misunderstanding must not be done between these principal components, numbered from 1 to 6, and the chromatogram peaks, numbered in the same way. Actually, the principal components are linear combinations of the original variables (peak areas showed in Table 3). The principal component 1 and the principal component 2 showed in Table 4 accounted for 41.36% and 34.93% of the variability of the system, respectively. Together they were responsible for 76.29% of the variability between the samples. Using these two principal components it was possible to make a biplot (Figure 3) to obtain a graphical perspective of the distribution of the samples. The six lines presented in the biplot graphic are intersecting at (0,0) and represent the original variables. The length of each vector is proportional to its contribution to the principal components and the angle between any pair is inversely proportional to the correlation

between them. Based on these last informations, it is apparent that 3,4-diCQA and 3,5-diCQA isomers are very important for the grouping of the samples into good and bad. There is a strong correlation between these variables and their influence is well marked in the samples classified as having poor quality. These results are in agreement with a previous publication (1), wherein a correlation between the coffee astringency and the content of the chlorogenic acids was noticed. In this work, evidences of a metallic taste related to the diCQA isomers that may negatively influence coffee acceptability were established. The PCA biplot also clearly shows a high dispersion of the samples, however, they still may be arranged in agreement with the sensory evaluation. The grouping of the samples can be better visualized by the hand outline provided in Figure 3.

FIGURE 2



(G) Profile of a sample characterised as having good quality  
(P) Profile of sample characterised as having poor quality.  
Key: Peak 1 = 3-CQA; peak 2 = 5-CQA + 4-CQA; peak 3 = 5-FQA; peak 4 = 3,4-diCQA; peak 5 = 3,5-diCQA; peak 6 = 4,5-diCQA.

The six Brazilian arabica green coffee samples that were used in this study were previously characterised by standard conditions in the industry by sensory tests as A, B and C (samples of good quality) and D, E and F (samples of poor quality) as can be observed in Table 1.

For universal comparison chemical analyses were carried out in the dried samples and their moisture contents are showed in Table 2. From the HPLC-UV chromatograms of the coffee extracts, six peaks with the lowest variation coefficients for their areas (less than 5%) were considered (Figure 2). Peak identification was achieved by comparing the retention time in the sample chromatograms with the available standards. The 4-CQA and 5-CQA isomers were coeluted. However, 4-CQA was found in much lower amounts and for the purpose of this work we considered both compounds together.

TABLE 2  
Moisture content (%) of the six sensorial characterised coffee samples

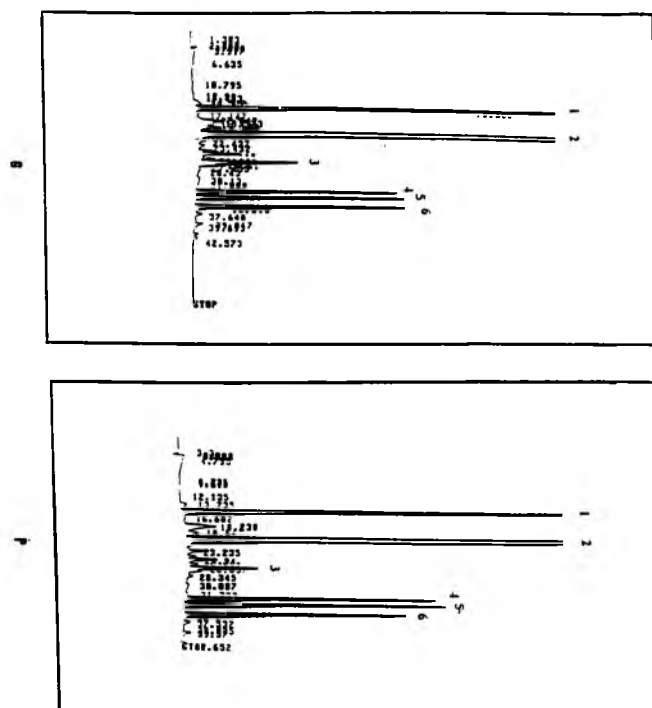
Sample	Percentage of moisture (g/100 g)
A	12,43
B	11,86
C	11,82
D	11,95
E	11,22
F	12,01

Results are the average of duplicate determinations following the method of direct heating at 105°C.

The mean areas of the selected peaks (Table 3) were statistically evaluated by the multivariate method, Principal Component Analysis (PCA) (10). The principal components related to the variability of the system (i. e., the components that retain most of the variability between the samples) are listed in Table 4. Misunderstanding must not be done between these principal components, numbered from 1 to 6, and the chromatogram peaks, numbered in the same way. Actually, the principal components are linear combinations of the original variables (peak areas showed in Table 3). The principal component 1 and the principal component 2 showed in Table 4 accounted for 41.36% and 34.93% of the variability of the system, respectively. Together they were responsible for 76.29% of the variability between the samples. Using these two principal components it was possible to make a biplot (Figure 3) to obtain a graphical perspective of the distribution of the samples. The six lines presented in the biplot graphic are intersecting at (0,0) and represent the original variables. The length of each vector is proportional to its contribution to the principal components and the angle between any pair is inversely proportional to the correlation

between them. Based on these last informations, it is apparent that 3,4-diCQA and 3,5-diCQA isomers are very important for the grouping of the samples into good and bad. There is a strong correlation between these variables and their influence is well marked in the samples classified as having poor quality. These results are in agreement with a previous publication (1), wherein a correlation between the coffee astringency and the content of the chlorogenic acids was noticed. In this work, evidences of a metallic taste related to the diCQA isomers that may negatively influence coffee acceptability were established. The PCA biplot also clearly shows a high dispersion of the samples, however, they still may be arranged in agreement with the sensory evaluation. The grouping of the samples can be better visualized by the hand outline provided in Figure 3.

FIGURE 2



(G) Profile of a sample characterised as having good quality  
(P) Profile of sample characterised as having poor quality.  
Key: Peak 1 = 3-CQA; peak 2 = 5-CQA + 4-CQA; peak 3 = 5-FQA; peak 4 = 3,4-diCQA; peak 5 = 3,5-diCQA; peak 6 = 4,5-diCQA.

TABLE 3  
Mean area values of the peaks obtained from the chromatograms of the six analysed samples<sup>1</sup>

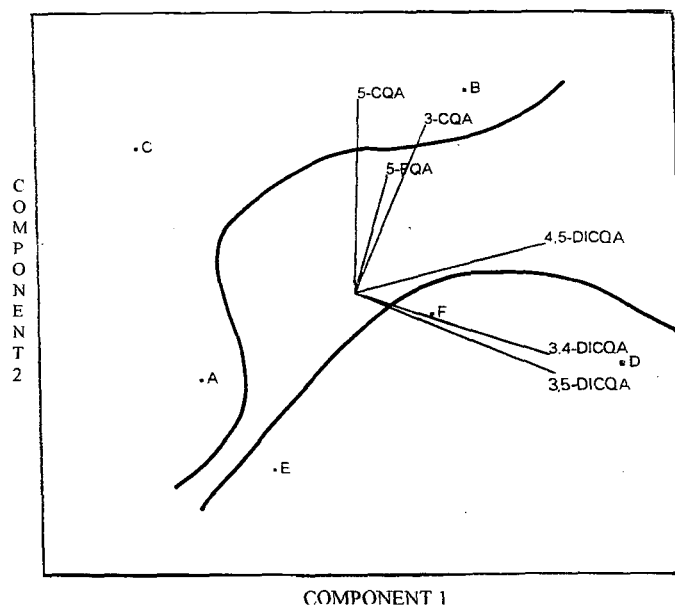
Peak	A	B	C	D	E	F	Variation coefficient (%)
1	2.36 x 10 <sup>6</sup>	3.09 x 10 <sup>6</sup>	2.75 x 10 <sup>6</sup>	2.58 x 10 <sup>6</sup>	2.53 x 10 <sup>6</sup>	2.85 x 10 <sup>6</sup>	1.6
2	1.78 x 10 <sup>7</sup>	2.28 x 10 <sup>7</sup>	2.27 x 10 <sup>7</sup>	1.98 x 10 <sup>7</sup>	1.84 x 10 <sup>7</sup>	1.87 x 10 <sup>7</sup>	3.4
3	6.09 x 10 <sup>5</sup>	5.98 x 10 <sup>5</sup>	6.17 x 10 <sup>5</sup>	6.17 x 10 <sup>5</sup>	4.74 x 10 <sup>5</sup>	5.81 x 10 <sup>5</sup>	0.8
4	8.58 x 10 <sup>5</sup>	1.02 x 10 <sup>6</sup>	8.09 x 10 <sup>5</sup>	1.76 x 10 <sup>6</sup>	1.03 x 10 <sup>6</sup>	1.16 x 10 <sup>6</sup>	3.9
5	9.20 x 10 <sup>5</sup>	1.13 x 10 <sup>6</sup>	8.14 x 10 <sup>5</sup>	1.46 x 10 <sup>6</sup>	1.19 x 10 <sup>6</sup>	1.26 x 10 <sup>6</sup>	1.8
6	9.90 x 10 <sup>5</sup>	1.27 x 10 <sup>6</sup>	8.19 x 10 <sup>5</sup>	1.18 x 10 <sup>6</sup>	9.26 x 10 <sup>5</sup>	1.09 x 10 <sup>6</sup>	1.8

<sup>1</sup>Results are the average of quadruplicate determinations of the areas of the peaks obtained by HPLC analysis.

TABLE 4  
Principal component analysis

Component number	Percent of variance (%)	Cumulative percentage (%)
1	41.36032	41.36032
2	34.92779	76.28812
3	15.15491	91.44303
4	6.62347	98.06650
5	1.93350	100.00000
6	.00000	100.00000

FIGURE 3  
Biplot of the two principal components



Despite the clear potential of the propose approach for coffee sample discrimination, the results presented have to be considered with care. In spite of the relation found between the content of some chlorogenic acid isomers and the quality of the Brazilian arabica green coffee samples evaluated by sensorial analysis, consubstantiation is still needed which could be achieved by applying this approach to a wider group of sensorialy characterised samples.

#### ACKNOWLEDGEMENTS

We acknowledge the financial support from CAPES, CNPq and FAPERJ (Brazil). We are grateful to ILLYCAFFÉ (Italy), especially to Mr. Marino Petracco, for supplying the samples and the informations about the sensorial analysis.

#### REFERENCES

1. Clifford MN. and OhioKpehai O. Coffee Astringency. Food Analysis 1983;20:83-86, 1983.
2. Clifford MN. Chlorogenic acids. In: Clarke RJ and Macrae R., eds. Coffee Chemistry, Elsevier Applied Science, London, p.153-202. 1985 a.
3. Clifford MN. Chemical and physical aspects of green coffee and coffee products. In: Clifford M.N. and Willson K.C., eds. Coffee: Botany, Biochemistry and Production of Beans and Beverage, Croom Helm, London, p. 305-374. 1985 b.
4. Clifford MN and Kazi T. The influence of coffee bean maturity on the content of chlorogenic acids, caffeine and trigonelline. Food Chem. 1987;26: 56- 59.
5. Clifford MN, Kellard B and Birch GC. The chlorogenic acids physiological and organoleptic properties. Douzieme Colloque International sur la Chimie des Cafes Verts. Torrefiees et Leurs Derivees, Montreux. Association Internationale du Cafe, Paris, 1987; 254-259.

6. OhioKpehai O., Brumen G and Clifford MN. The chlorogenic acids content of some peculiar green coffee beans and their implications for beverage quality. *Dixieme Colloque International sur la Chimie des Cafes Verts, Torrefiees et Leurs Derivees*, Salvador da Bahia, Association Internationale du Cafe, Paris, 1982; 177-185. 1982.
7. Bicchi CP, Binello AE, Pellegrino GM and Vanni AC. Characterization of green and roasted coffees through the chlorogenic acid fraction by HPLC-UV and Principal Component Analysis. *J Agric Food Chem*. 1995;43: 1549-1555.
8. Trugo LC & Macrae RA. Study of the effect of roasting on the chlorogenic acid composition of coffee using H.P.L.C. *Food Chemistry* 1984;15:219-227.
9. Balyaya KJ and Clifford MN. Individual chlorogenic acids and caffeine contents in commercial grades of wet and dry processed Indian Green Robusta Coffee. *J Food Sci Technol*. 1995;32: 104-108.
10. STSC (Statistical Graphics System by Statistical Graphics Corporation), Statgraphics. Hewlett-Packard Corporation. 1986.
11. Ky CL., Noirot M. & Hamon, S. Comparison of five purification methods for chlorogenic acids in green coffee beans (*Coffea* sp) *J Agric Food Chem*. 1997;45:786-790.

Recibido: 20-09-1999

Aceptado: 31-08-2000

## Development and sensory evaluation of soy milk based yoghurt

C. S. Fávoro Trindade, Terzi, S. C., L.C. Trugo, R. C. Della Modesta, S. Couri

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, EMBRAPA-CTAA, Rio de Janeiro, Instituto de Química,  
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brazil

**SUMMARY.** Yoghurts were prepared by fermentation of soy milk using a mixed starter culture containing *Lactobacillus bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus*. Soy milk at 9° Brix was homogenised under pressure (17 MPa) and fermented with and without addition of sucrose (2.0 and 2.5 g per 100 g) for 4, 5, 6 and 7 hours. The yoghurts were evaluated in terms of sensory quality, pH, titrable acidity, phytic acid and oligosaccharides: A yoghurt with the best sensory quality was obtained using the homogenised soy milk with 2% sucrose addition and fermented for 6 h. *Lactobacillus bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus* did not produce phytases and  $\alpha$ -galactosidases at the experimental conditions, consequently, phytic acid and galactosides were not affected by the process.

**Key words:** Soymilk, soy yoghurt, yoghurt sensory analysis, phytate, alpha-galactosides.

**RESUMO. Desenvolvimento e avaliação sensorial de iogurte de soja.** Foram elaborados iogurtes através da fermentação de leite de soja, usando uma cultura mista de *Lactobacillus bulgaricus* e *Streptococcus thermophilus*. O leite de soja com 9° Brix foi homogeneizado sob pressão (17 MPa) e fermentado com e sem adição de sacarose (2,0 e 2,5 g por 100 g) por 4, 5, 6 e 7 horas. Os iogurtes obtidos foram analisados em relação as características sensoriais, pH, acidez titulável, fitatos e oligossacarídeos. Foi obtido um iogurte com ótimas qualidades sensoriais, a partir do leite de soja homogeneizado, com adição de 2% de sacarose e fermentado por 6 h. Os microrganismos utilizados não produziram fitases e  $\alpha$ -galactosidases e, conseqüentemente, os teores de  $\alpha$ -galactosídeos e de fitatos não foram alterados pelo processamento.

**Palavras-chave:** Leite de soja, iogurte de soja, análise sensorial, fitato, alfa-galactosídeos.

### INTRODUCTION

Many soy products have limited human use in the Western hemisphere due to undesirable off-flavours (1,2). Fermentation processes, which have long been used in the Orient, may improve the sensorial attributes and also to decrease or mask the properties of undesirable compounds contributing to the production of better derived soy products (1). Lactic acid fermentation has been reported as a mean to reduce beany flavours and anti-nutritional factors, such as phytic acid, in soy bean products and together with the addition of sweeteners it is possible to obtain products with better acceptance by panellists (2,3).

The presence of galactosides such as raffinose and stachyose in soybean products leads to controversial opinions among researchers because these oligosaccharides are not digested by non-ruminants consequently forming gases in the large intestine (4). In contrast, galactosides are considered as probiotics and are in fact added to specific products with therapeutic purposes (5).

Soy-based foods may provide additional benefits for the consumer for example due to their hypolipidemic, anti-cholesterolemic and counteratherogenic properties and also to their reduced allergenicity (6). Consequently, soy milk based yoghurts offer a considerable appeal for a growing segment of consumers with certain dietary and health concern. In addition,

soy milk yoghurt have several nutritional advantages over cow milk yoghurt such as, reduced levels of cholesterol, of saturated fat and free of lactose. Although some reports are found in the literature dealing with soy milk yoghurt production, not so many data are available providing a complete characterization of the products, including the sensory evaluation and the residual amounts of phytates and  $\alpha$ -galactosides

Thus, the purpose of the present study was to develop soy milk yoghurts with good acceptability, to characterize the products in terms of their composition and evaluate the fate of the phytates and alpha-galactosides after processing.

### MATERIALS AND METHODS

#### Yoghurt production

Soy milks were prepared with soybean [*Glycine Max* (L.) Merril], cultivar EMBRAPA-4, supplied by SPSB-EMBRAPA, Ponta Grossa-PR, Brazil. The milk was obtained by using a procedure already described in the literature (7). The soy milk homogenization process and the yoghurt production were based on previous descriptions(8). The soy milk temperature was adjusted to 45°C, inoculated with 3% commercial yoghurt culture (50:50 mixture of *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* and *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus* from Chr. Hansen's (Brazil) and

incubated from 4 to 7 h at 45°C. The experiments were conducted using soy milk at 9° Brix homogenised at 17 MPa and with addition of sucrose in the concentrations of 2.0 or 2.5 g per 100g of soy milk. Fermentation times were of 4, 5, 6 and 7 h periods.

### Analytical procedures

Moisture, protein and ash values were determined using standard A.O.A.C. procedures (9) and fat was determined by the Bligh-Dyer method (10).

Samples were freeze-dried, milled and then passed through a 0.75 mm sieve. The initial moisture content of the samples were taken into account for data comparison. All results were reported on a wet weight basis. For sugar determination the samples were previously defatted with petroleum ether. All determinations were made in triplicate.

Titrate acidity was estimated by titrating 10 g of sample with 0.1N NaOH using phenolphthalein as the indicator. Changes in pH were followed using a pHmeter (Micronal, Brazil).

The determination of soluble solids in the soy milk (from 0o to 32°Brix) was carried out using a refractometer, (Atago, USA).

Phytic acid determination was achieved by ion exchange chromatography followed by a colorimetric reaction (11).

Oligosaccharides were extracted from the samples and purified prior to high-performance liquid chromatography (12). A HPLC equipment with a 20µl loop and a refractive index detector (Waters, USA) was used with a Silica-NH<sub>2</sub> column of 250 x 4.6 mm, id. (Waters, USA) at a flow rate of 1.0 ml/min. Standard solutions of glucose, fructose, sucrose, lactose, raffinose, mellibiose and stachyose were used for peak identification. Quantification was achieved by external standardisation using an electronic integrator (Waters, USA).

### Sensory analysis

Eleven trained judges were selected based on their ability to discriminate and reproduce the results.

All samples were served at temperatures of 7-10°C using plastic cups labelled with three-digit codes from a random number table. Water was available for panel members to rinse their mouths between samples. Crakers were supplied as needed to aid in removing beany flavour between tasting.

The round table discussion and the paired directional two-sided comparison test were applied (13). The tests were conducted in partitioned booths with fluorescent lighting. The sensory analysis was directed to identify the best product by the formulation of the following questions to the panel: 1) which sample has the better consistency?; 2) which sample has the better taste?.

Analysis of variance was used for statistical treatment of the data ( $p < 0.05$ )

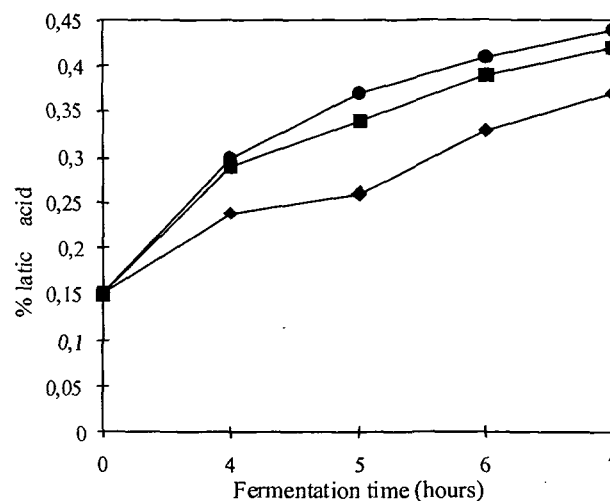
## RESULTS AND DISCUSSION

### Effect of fermentation

The coagulation of soy milk yoghurt occurred within 4 hours of fermentation, with pH of 5,5 and titratable acidity of 0,24% (as lactic acid %) These results were similar to those obtained when lactic-acid bacteria activity in soymilk was studied (14).

As shown in the Figures 1 and 2 the titratable acidity increased and pH decreased as a function of fermentation time, particularly in the samples enriched with sucrose high is in agreement with other observations (2,15). Acid production in the medium depends upon the growth of the organisms and their ability to ferment the available carbohydrates. *S. thermophilus* readily utilises sucrose, the major fermentable sugar in soybeans, and produces substantial amounts of acid in soy milk, however, *L. bulgaricus* is unable to use this sugar (16). After 7 h of fermentation the pH obtained was 4.5 which is quite acceptable for yoghurts (17).

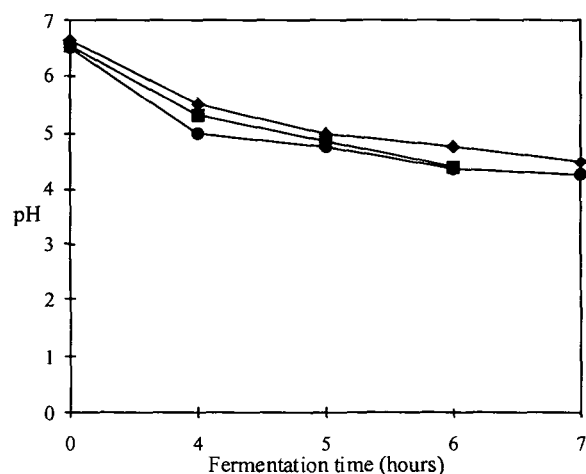
FIGURE 1  
Variation of titratable acidity in function  
of fermentation time



- ◆ Standard fermentation
- Fermentation with 2% sucrose addition
- Fermentation with 2.5% sucrose addition

FIGURE 2

Variation of pH in function of fermentation time



- ◆ Standard fermentation
- Fermentation with 2% sucrose addition
- Fermentation with 2.5% sucrose addition

The proximal composition of soy milk before and after fermentation at different times is presented in Table 1. The results did not show any great differences when compared with other soy milks described in the literature (3). The carbohydrate composition showed that the  $\alpha$ -galactosides are readily extracted from the flour, with stachyose largely predominant over raffinose (Table 2). The presence of chromatographic peaks that appear within the first 5 min of analysis, with similar retention times for glucose, fructose and galactose, in addition to the galactosides which are eluted later in the chromatogram have been reported (16). In the present work a small peak appeared with a similar retention time of glucose and this was considered to represent the total monosaccharides present in the samples.

The amount of monosaccharides increased significantly ( $P < 0.05$ ) with the fermentation in all treatments probably due to the hydrolysis of major carbohydrates with higher degree of polymerization.

*L. bulgaricus* and *S. thermophilus* do not possess  $\alpha$ -galactosidase activity but *S. thermophilus* has invertase activity (16). In the present work while raffinose and stachyose concentrations were not significantly reduced ( $P < 0.05$ ), a reduction in sucrose of 90% was reached, as shown in Table 2, supporting the indication of low  $\alpha$ -galactosidase and high invertase activities.

According to the results shown in Table 2, the phytic acid concentration did not change significantly ( $P < 0.05$ ) during fermentation in any one of the studied conditions indicating that the bacteria used is not efficient to decrease this anti-nutritional factor extracted from the soy flour.

TABLE 1

Proximal composition of 9° Brix soy milk and yoghurts from different fermentation times

Sample	Moisture	Fat	Protein (N x 6.25)	Ash	Carbohydrates*
1	90.7 <sup>a</sup>	2.6 <sup>a</sup>	4.5 <sup>b</sup>	0.5 <sup>a</sup>	1.7
2	91.0 <sup>a</sup>	2.6 <sup>a</sup>	4.3 <sup>a</sup>	0.5 <sup>a</sup>	1.6
3	90.9 <sup>a</sup>	2.6 <sup>a</sup>	4.3 <sup>a</sup>	0.5 <sup>a</sup>	1.7
4	91.2 <sup>a</sup>	2.5 <sup>a</sup>	4.3 <sup>a</sup>	0.5 <sup>a</sup>	1.5
5	91.2 <sup>a</sup>	2.6 <sup>a</sup>	4.2 <sup>a</sup>	0.5 <sup>a</sup>	1.5
6	89.7 <sup>b</sup>	2.4 <sup>a</sup>	4.1 <sup>b</sup>	0.5 <sup>a</sup>	3.3
7	89.3 <sup>b</sup>	2.6 <sup>a</sup>	4.3 <sup>a</sup>	0.5 <sup>a</sup>	3.3
8	89.6 <sup>b</sup>	2.5 <sup>a</sup>	4.2 <sup>a</sup>	0.5 <sup>a</sup>	3.2
9	89.8 <sup>b</sup>	2.4 <sup>a</sup>	4.1 <sup>b</sup>	0.5 <sup>a</sup>	3.2
10	89.6 <sup>b</sup>	2.6 <sup>a</sup>	4.2 <sup>a</sup>	0.5 <sup>a</sup>	3.1
11	89.1 <sup>b</sup>	2.4 <sup>a</sup>	4.0 <sup>b</sup>	0.5 <sup>a</sup>	4.0
12	89.3 <sup>b</sup>	2.6 <sup>a</sup>	3.6 <sup>c</sup>	0.5 <sup>a</sup>	4.0
13	89.2 <sup>b</sup>	2.5 <sup>a</sup>	3.5 <sup>c</sup>	0.5 <sup>a</sup>	4.3
14	89.1 <sup>b</sup>	2.5 <sup>a</sup>	3.7 <sup>c</sup>	0.5 <sup>a</sup>	4.2
15	89.0 <sup>b</sup>	2.6 <sup>a</sup>	4.0 <sup>b</sup>	0.5 <sup>a</sup>	3.9

-The soy milk used was homogenised at 17 MPa of pressure

-Results are expressed in g per 100g of sample.

-\*Calculated by difference.

-( $P < 0.05$ ). Identical letters means not significantly different.

-Sample 1 is soy milk at 9° Brix. Samples 2 to 5 are the same milk fermented for 4, 5, 6 and 7 hours, respectively.

-Sample 6 is soy milk with 2g% of sucrose added. Samples 7 to 10 are as 6 but fermented for 4, 5, 6 and 7 hours, respectively.

-Sample 11 is soy milk with addition of 2.5g% of sucrose. Samples 12 to 15 are as 11 but fermented for 4, 5, 6 and 7 hours, respectively.

### Sensory characteristics of yoghurt

Although some authors have used cow milk based yoghurt for panellists to be compared with soy milk based yoghurt (2,19), in the present work the panel concluded that the two yoghurts are two different products, therefore, the cow milk yoghurt can not be reference. The most relevant attributes of soy milk yoghurt determined by the taste panel were: a) visual texture (great syneresis); b) texture or consistency in the mouth (consistent, firm, creamy, chalky, airy, and greasy); c) taste (soy, bitter, oil, sweet, acid, bean, and nut).

In preliminary experiments the panel rejected the yoghurt prepared with 5° Brix soy milk because of consistency. Excessive syneresis after 20 h of production could be an effect of the use of 13 MPa of pressure for homogenization. However, they did not detect any significant difference ( $p < 0.05$ ) between pressures of 17 and 20 MPa, when evaluated by the paired directional two-sided comparison test. The panel also rejected glucose in favour of sucrose which they considered to be a better sweetener than glucose. Based on these information, further experiments were carried out using only sucrose as sweetener, soy milk at 9° Brix and 17 MPa of homogenization pressure and the other results were discharged.

TABLE 2  
Variation of carbohydrate and phytic acid concentration of soy yoghurt in function of fermentation time

Sample	Monosaccharides	Sucrose	Raffinose	Stachyose	Total	PA
1	0.09 <sup>a</sup>	0.68 <sup>a</sup>	0.08	0.48	1.33	0.25
2	0.12 <sup>a,b</sup>	0.32 <sup>b</sup>	0.08	0.52	1.16	0.25
3	0.13 <sup>b</sup>	0.22 <sup>c</sup>	0.07	0.52	1.05	0.25
4	0.14 <sup>b</sup>	0.12 <sup>d</sup>	0.08	0.50	0.97	0.25
5	0.12 <sup>b</sup>	0.07 <sup>e</sup>	0.08	0.46	0.85	0.26
6	0.06 <sup>a</sup>	2.92 <sup>a</sup>	0.09	0.43	3.50	0.26
7	0.14 <sup>b</sup>	2.66 <sup>b</sup>	0.09	0.46	3.45	0.25
8	0.13 <sup>b</sup>	2.59 <sup>c</sup>	0.08	0.45	3.34	0.25
9	0.13 <sup>b</sup>	2.43 <sup>d</sup>	0.08	0.41	3.15	0.26
10	0.10 <sup>b</sup>	2.11 <sup>e</sup>	0.08	0.40	2.78	0.27
11	0.01 <sup>a</sup>	3.41 <sup>a</sup>	0.08	0.35	3.85	0.26
12	0.13 <sup>b</sup>	3.04 <sup>b</sup>	0.08	0.37	3.71	0.26
13	0.13 <sup>b</sup>	3.00 <sup>bc</sup>	0.09	0.37	3.68	0.26
14	0.12 <sup>b</sup>	2.97 <sup>c</sup>	0.08	0.38	3.63	0.26
15	0.12 <sup>b</sup>	2.61 <sup>d</sup>	0.08	0.38	3.26	0.25

(P<0.05). Identical letters means not significantly different.

-Samples 1 to 5 are as described in Table 1. Sample 6 is soy milk with 2g/100g of sucrose added.

Samples 7 to 10 are as 6 but fermented for 4, 5, 6 and 7 hours, respectively. Sample 11 is soy milk with addition of 2.5g% of sucrose. Samples 12 to 15 are as 11 but fermented for 4, 5, 6 and 7 hours, respectively.

-Results are expressed in g per 100g of dried and deffated samples.

-All yoghurts were obtained with soy milk homogenized at 170 bar of pressure.

-PA = Phytic acid .

-Raffinose, stachyose and PA did not show significant (p<0.05) differences with different treatments.

The selection of treatments with sucrose rather than glucose addition by the panel is somehow in accordance with results described elsewhere (3) since sucrose appears to have the property of masking the usual beany flavour detected in soy derived products.

Samples submitted to 4 h of fermentation were considered to have little yoghurt characteristics in contrast with 7 h, which were considered to have better quality. The panel also described a decrease in chalkiness and an increase in astringency in the 7h of fermentation samples. Samples with 2.5% of added sucrose and submitted to 5 h fermentation and with 2% sucrose and 6 h fermentation were selected as having better global quality.

In conclusion, soy milk yoghurt prepared from a 9<sup>o</sup> Brix soy milk, with the addition of 2% sucrose before fermentation, homogenised under pressure of 17 MPa and fermented for 6h was considered the better product and presented a great potential for commercial production.

#### ACKNOWLEDGMENTS

The authors would like to thank CNPq, FAPERJ and

EMBRAPA-Agoindústria de Alimentos for the financial support.

#### REFERENCES

1. Kanda H, Wang HL, Hesseltine CW, Warner K. Yoghurt production by *Lactobacillus* fermentation of soybean milk. Proc. Biochem. 1976;1: 23-25.
2. Pinthong R, Macrae R, Rothwell J. The development of a soya-based yoghurt. Part II: sensory evaluation and analysis of volatiles. J. Food Techn. 1980;15: 647-652.
3. Buono MA, Setser C, Erickson LE, Fung DYC. Soymilk yoghurt: sensory evaluation and chemical measurement. J. Food Sci. 1990;55: 528-531.
4. Olson AC, Gray GM, Gumbmann MR, Sell CR and Wagner JR. Flatulence causing factors in legumes. In Antinutrientes and Natural Toxicants in Foods, ed.R.L. Ory, pp. 275-294. Food and Nutrition Press Inc., Westport, CT, 1981.
5. Kailasaphathy K, Rybka SL. Acidophilus and B. Bifidobacterium spp. -their therapeutic potential and survival in yogurt. The Australian J Dairy Techn., 1997;52: 28-35.
6. Sipos EF. Edible uses of soybean protein. Presented at Soybean Utilisation Alternatives Symposium. Univ. of Minnesota, Feb. 16-18, Minneapolis, MN. 1988.
7. Wilkens WF, Mattick LR, Hand DB. Effects of processing

- method on oxidative off-flavors of soybean milk. *Food Techn.*, 1967;21: 86-89.
8. Fávoro Trindade CS, Cascardo Silva F, Freitas S, Couri S. Comportamiento reológico de los "yogurts" de soya homogeneizados y no homogeneizados. *Alimentaria*, 1997;285: 67-73.
  9. A.O.A.C. Official methods of analysis. ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA, 1984.
  10. Bligh EG, Dyer WJ. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can J Bio Chem Physiol.* 1959;37: 911-917.
  11. Harland BF & Oberleas D. A modified method for phytate analysis using an ion exchange procedure. Application to texture vegetable proteins. *Cereal Chem.*, 1977;54: 827-832.
  12. Shukla VKS. Quantitative determination of oligosaccharides in defatted soybean products by high speed liquid chromatography. *Fett Wissenschaft Technologie*, 1987;89: 5-79.
  13. Meilgaard M, Civille GV, Carr BT. Sensory evaluation techniques. Boca Raton: CRC Press, v. 1, 125 p; v. 2, 159 p, 1987.
  14. Angeles AG, Marth EH. Growth and activity of lactic-acid bacteria in soymilk. I: growth and acid production. *J Milk and Food Techn.*, 1971;34: 30-36.
  15. Wang S, Marinho CS, Carvalho EP. Produção de Yoghurt de soja com diferentes associações de bactérias lácticas. *Pesq Agropec Bras.*, 1994;29: 1593-1601.
  16. Mital BK, Steinkraus KH. Growth of lactic acid bacteria in soy milks. *J Food Sci*, 1974;39:1018-1022.
  17. Tamime AY, Robinson RK. *Yogur ciencia y tecnologia*. Zaragoza: Acribia, 502 p.,1991.
  18. Mital BK, Steinkraus KH. Flavor acceptability of unfermented and lactic-fermented soy milks. *J. Milk Food Techn.*, 1976;39: 342-344.

Recibido: 22-10-1999

Aceptado: 18-09-2000

## Contenido de cromo en alimentos y estimación de su ingestión dietaria en el noroeste de México

*María Isabel Grijalva Haro, Martha Nydia Ballesteros Vázquez y Rosa María Cabrera Pacheco*

Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. - Hermosillo Sonora, México

**RESUMEN.** El cromo es un nutriente indispensable en el metabolismo de carbohidratos y lípidos. En este estudio se determinó el contenido de cromo de los veinte principales alimentos de la dieta en el noroeste de México y se estimó la ingestión promedio diaria basándose en la canasta de consumo de alimentos de esta población. Se analizó el contenido de cromo mediante espectrofotometría de absorción atómica por técnica de horno de grafito, utilizando para la digestión de los alimentos el método de horno de microondas. La ingestión promedio de cromo se estimó considerando el consumo promedio diario por persona y el contenido de cromo de los alimentos analizados en este estudio. El contenido de cromo en los veinte principales alimentos se encontró en el rango de 0.0004 a 0.1641  $\mu\text{g/g}$  en base seca. El queso fresco fue el alimento que presentó mayor contenido, seguido de sopa de pasta, tortilla de trigo, pan y carne. Los principales alimentos aportadores de cromo en la dieta fueron: la tortilla de harina de trigo (20%) seguido de queso fresco (11%), tortilla de maíz (11%), la sopa de pasta (10%), leche (10%) carne (9%) y pan blanco (8%). La ingestión de cromo diaria fue de  $30.43 \pm 1.6 \mu\text{g/d}$ . Los valores de cromo obtenidos para los alimentos analizados son considerados bajos. Así mismo la ingestión de cromo proveniente de la dieta no alcanza a cubrir la cantidad considerada como segura y adecuada, por lo que se puede decir que la población de esta región del noroeste de México podría tener un subconsumo de este nutrimento. **Palabras clave:** Cromo, contenido de cromo en alimentos, ingestión de cromo.

**SUMMARY. Chromium content in foods and dietary intake estimation in the Northwest of Mexico.** Chromium is an indispensable nutrient for the carbohydrates and lipids metabolism. In this study the chromium content in the twenty main foods of the diet from Northwestern Mexico was determined, as well as the daily mean intake which was estimated based on the food intake basket of this region. Chromium content was analyzed by atomic absorption spectrophotometry using the graphite furnace technique and previous digestion of foods in microwave oven. The chromium mean intake was estimated considering the chromium daily mean intake for person per day and the chromium content of the foods analyzed in this study. The range chromium content in the foods analyzed was between 0.0004 and 0.1641  $\mu\text{g/g}$  dry weight. White cheese showed the highest chromium content followed by pasta soup, wheat tortilla, bread and meat. The main foods chromium contributors in the diet were: wheat tortilla (20%), white cheese (11%), corn-tortilla (11%), sopa de pasta (10%), milk (10%), meat (9%) and white bread (8%). The daily chromium intake was  $30.43 \pm 1.6 \mu\text{g/d}$ . Chromium values obtained in the food analyzed are considered low. Moreover, chromium intake obtained from the diet is not enough to meet the safety and adequate daily chromium intake. Therefore, the population from the Northwestern Mexico has a suboptimal dietary chromium intake.

**Key words:** Chromium, chromium foods content, chromium intake.

### INTRODUCCION

El cromo es un mineral traza considerado como un nutrimento indispensable en humanos y en animales y se requiere para el funcionamiento normal del metabolismo de carbohidratos, lípidos y ácidos nucleicos. Mertz y Schwarz (1) identificaron al cromo como un componente activo del factor de tolerancia a la glucosa (GTF). Posteriormente, se postuló que el cromo actúa como cofactor en los sistemas donde interviene la insulina, facilitando la unión con sus receptores y amplificando todos los efectos conocidos de esta última (2,3).

Los primeros signos de una aparente deficiencia de cromo fueron reportados en un paciente con nutrición parenteral (4). Estos signos incluían intolerancia a la glucosa, la cual

fue revertida por la administración de 250  $\mu\text{g}$  de cromo por día. Actualmente, se tiene el conocimiento de que una ingestión insuficiente de cromo dietario, provoca signos y síntomas similares a los asociados con diabetes mellitus y enfermedades cardiovasculares (5). Los signos y síntomas de la deficiencia en sujetos normales son: hiperglicemia en ayuno, disminución en la tolerancia a la glucosa, elevación en los niveles de insulina circulante, glucosuria, colesterol y triglicéridos elevados (6). El primer signo consistente y persistente de la deficiencia marginal de cromo es la presencia de altos niveles de insulina en ayunas así como también, una respuesta elevada de la misma en la prueba de tolerancia a la glucosa (3,7,8).

El cromo se encuentra principalmente en los alimentos de origen vegetal especialmente cereales integrales (9). Sin

embargo, el rápido crecimiento en la industria de alimentos ha llevado a que la población actual, cada vez consume menos alimentos integrales, y también más alimentos refinados con la consecuente disminución en el consumo de cromo.

Se ha estimado que la cantidad diaria considerada como segura y adecuada para los adultos es de 50 a 200  $\mu\text{g/d}$  (10), sin embargo son pocas las dietas que se encuentran dentro de este rango (11). Estudios realizados en Estados Unidos muestran que tanto mujeres como hombres, consumen en promedio 25 y 33  $\mu\text{g/d}$  (5). Consumos similares también se han observado en poblaciones de otros países como Inglaterra con 24.5  $\mu\text{g/d}$  (12), Finlandia con 29  $\mu\text{g/d}$  (13) y valores ligeramente más altos en Canadá, con 50  $\mu\text{g/d}$  (14). Por esta razón hay quienes consideran la recomendación de seguridad muy elevada (15,16). Recientemente, la OMS (17) ha recomendado una ingestión basal de cromo entre 25 a 33  $\mu\text{g/d}$ , para mantener el nivel de saturación de los tejidos y así prevenir la aparición de los síntomas y signos clínicos antes mencionados, éstos valores parecen estar basados principalmente en mediciones analíticas de ingestas y no en variables fisiológicas. Sin embargo, de acuerdo a Anderson, (15) la ingestión de seguridad recomendada por la NAS de 50 a 200  $\mu\text{g/d}$  (10), no es tan elevada, basado en el hecho de que sujetos que consumen estas cantidades responden a una suplementación. Debido a que las técnicas de determinación de cromo son caras, además de difíciles de realizar pues la muestra es muy susceptible a contaminación, casi no hay información sobre el contenido de cromo en los alimentos. A su vez, la misma razón ha hecho difícil evaluar el estado nutricional de este mineral en los individuos tomando en cuenta únicamente la dieta (16). Particularmente en México, las tablas de composición de alimentos existentes no contemplan a este nutrimento, además de que existen diferencias en los mismos alimentos en cuanto a patrones de alimentación y de consumo en las diferentes regiones del país.

Aunque las tablas de composición de alimentos de la canasta básica del estado de Sonora, situado en el noroeste de México, no presentan datos de cromo, la dieta de esta población está bien caracterizada (18). Por tanto es factible cuantificarlo en base a los principales alimentos y a su consumo promedio diario. Además, ésta es una población donde las enfermedades antes citadas relacionadas con el consumo de cromo, son un problema de salud pública (19). Por ello, en este estudio se pretende dar un primer paso en la evaluación del estado de cromo cuantificándolo y calculando su ingestión diaria.

## MATERIALES Y METODOS

### Alimentos que conforman la dieta y su preparación

Se seleccionaron los veinte alimentos de consumo más frecuente de la dieta de esta región, de acuerdo a lo reportado

por Valencia et al (18). En la Tabla 1, se presentan los alimentos en la forma que son cocinados y consumidos así como también el listado de ingredientes. Los alimentos fueron adquiridos en diferentes locales comerciales de la ciudad de Hermosillo, Sonora, México y algunos se prepararon de acuerdo a Jardines et al (20) y Grijalva et al (21). Otros alimentos fueron adquiridos en su forma comercial.

TABLA 1  
Alimentos de consumo frecuente en el Noroeste de México y sus principales ingredientes

Alimento	Ingredientes
Frijol guisado (seco)	Frijol pinto ( <i>P. vulgaris</i> ) molido sin caldo y frito con grasa vegetal y sal.
Carne de res pulpa (bistec)	Carne de res con sal y frita con aceite vegetal.
Huevo	Huevo frito grasa vegetal y sal.
Tortilla de maíz (diámetro 13cm; peso promedio 40g)	Harina de maíz nixtamalizada y rehidratada con agua.
Leche	Leche de vaca (entera pasteurizada).
Azúcar	Morena comercial.
Tortilla de harina de trigo (comercial) (diámetro 20 cm; peso promedio 35 g)	Harina de trigo, agua, sal, grasa vegetal (180 g/kg), polvo de hornear y 0.02% benzoato de sodio.
Café tostado	Grano molido.
Papas fritas	Papas fritas en aceite vegetal.
Tomate	Fresco.
Refrescos	Embotellado y de lata.
Pan	Blanco de barra (comercial).
Queso fresco (regional)	Leche de vaca (entera no pasteurizada), cuajo (renina) y sal.
Sopa de pasta	Sopa de pasta, aceite vegetal, puré de tomate, sazónador, sal y agua.
Arroz (sopa seca)	Arroz frito en aceite vegetal, puré de tomate, consomé en polvo, sal y agua.
Naranja	Naranja valencia.
Lechuga romana	Fresca.
Plátano porta limón	Fresca.

### Tratamiento del material

Toda la cristalería y material de polipropileno utilizado en el estudio, fue previamente lavado, remojado (12 h) con  $\text{HNO}_3$  al 20% y enjuagado con agua deionizada.

### Humedad

El contenido de humedad de los alimentos se determinó en una estufa de convección forzada (modelo Blue M C4850Q, Blue Island, IL USA), de acuerdo al método del AOAC, sección 220.1 (22).

### Secado y molido

Para el secado de los alimentos se utilizó una estufa de convección forzada modelo (Blue M C4850Q, Blue Island,

IL, USA) a 40°C, 24 h. Para evitar contaminación, las muestras se colocaron en una bolsa de plástico y se molieron en un mortero de vidrio, hasta obtener un tamaño de partícula equivalente a un tamiz #40, enseguida se guardaron en bolsas de plástico selladas y se almacenaron a -10°C hasta su posterior análisis de cromo.

#### Digestión por microondas

Se pesaron por triplicado  $0.5 \pm 0.001$ g de muestra seca, se colocaron en un matraz de digestión (vasos de teflon con chaqueta y membranas de ruptura, Teflon PFA vessels, capacidad de 120 mL; CEM Corp, North Carolina, USA), y se le añadieron 10 mL de HNO<sub>3</sub> (69% grado Ultrex (JT Baker, Chem. Co, Phillipsburg, NJ, USA). Se colocaron en un digestor de microondas (MDS 2000, CEM Corporation, North Carolina, USA), equipado con carrusel removible para muestras, de 12 posiciones y controlador de presión y se programó de acuerdo a la técnica descrita por el manual del equipo (CEM Corporation, 1991). Posteriormente se dejó enfriar durante 5 min. Debido a que la digestión no fue completa, se realizó una modificación al método y en una segunda etapa se le agregaron 3 mL de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (30%, Merck, México) (23).

#### Análisis de cromo

Una vez digerido el alimento se procedió al análisis de cromo por espectrofotometría de absorción atómica (SpectrAA-20, Varian Technotron, Ltd. Victoria, Australia) equipado con horno de grafito (GTA 96 plus, Varian Technotron, Ltd. Victoria, Australia), tubos de grafito con cubierta pirolítica, automuestreador de 50 posiciones (Varian Technotron, Ltd. Victoria, Australia), un sistema de recirculación y enfriamiento (CFT 33, Neslab, Instrument Inc, Ngwingston NH 03801, USA) y una impresora (Epson LX810). Las condiciones de estandarización fueron las siguientes: longitud de onda de 357.9 nm, abertura o slit de 0.2 nm, corrector de fondo, corriente de la lámpara (3 mA), argón como gas acarreador, modificador de matriz consistente en nitrato de magnesio hexahidratado al 0.5% w/v preparado en ácido nítrico (Sigma Chemical Co. St Louis MO, USA), detergente Triton X-100 (Sigma Chemical Co. St Louis MO, USA), y el volumen de inyección fue de 30 µl. Se utilizó el método de adición de estándares, para lo cual se empleó una solución patrón de cromo de 1000 µg/L (JT Baker Chem. Co, Phillipsburg, NJ, USA) a partir de la cual se prepararon diariamente las soluciones estándar para la curva de calibración. Se utilizó además una solución estándar spike (GFAA spike, High-Purity Standards, Charleston, SC, USA).

#### Control de calidad

Para verificar la precisión y exactitud del método se utilizó un estándar de referencia de músculo bovino NIST 8414

(National Institute of Standard and Technology, Gaithersburg, MD 20899, USA). El valor analizado fue de  $0.074 \text{ mg/kg} \pm 0.009$  contra  $0.071 \pm 0.038 \text{ mg/kg}$  en el estándar de referencia. El porcentaje de recuperación fue de 98%.

#### Determinación de la ingestión promedio diaria de cromo en la población sonorense

La ingestión promedio diaria, se estimó basándose en la canasta de consumo de alimentos de esta región (18). Se consideraron los gramos de alimento consumido por persona por día y se multiplicaron por el contenido de cromo obtenido de los análisis realizados a cada uno de los alimentos.

## RESULTADOS Y DISCUSION

#### Digestión de alimentos por microondas

En la Tabla 2, se presenta el programa de digestión en horno de microondas utilizado en el presente estudio para la determinación de cromo en alimentos. Este método, resultó ser más efectivo que la técnica tradicional de cenizas que tarda de 6 a 12 h, lográndose reducir el tiempo de digestión a 40 min. La modificación al método de digestión que consistió en agregar peróxido de hidrógeno a la muestra de alimento previamente digerida con ácido nítrico, permitió tener una oxidación más completa de la muestra y una adecuada mineralización del alimento, evitando pérdidas por volatilización del analito.

TABLA 2  
Programa de digestión por microondas para muestras de alimentos\*

Etapa Inicial (1)	Reactivo	Volumen (mL)	Poder (%)	Presión (PSI)	Tiempo (min.)
1	HNO <sub>3</sub>	10	80	50	10
2	—	—	80	100	10
3	—	—	80	150	10
Etapa Final (2)					
1	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	3	80	100	10

\*Para 10 vasos de reacción. Se inicio con 35% de poder y 5% adicional por cada vaso utilizado

#### Programa de temperatura en el horno de grafito para alimentos

El programa utilizado en este estudio se presenta en la Tabla 3. Se realizó una modificación al método reportado para alimentos (23), que consistió en incrementar las etapas y tiempos de carbonización del analito así como también se disminuyó la temperatura de atomización. Con estas modificaciones se logró una mejor mineralización de la muestra y también se minimizó la pérdida del analito.

**TABLA 3**  
Condiciones de temperatura empleadas en la determinación de cromo en alimentos utilizando espectrofotometría de absorción atómica con técnica de horno de grafito

Etapas	Temperatura (°C)	Tiempo (seg)	Flujo del gas (L/min)	Tipo de gas
Secado	1	80	5.0	argón
	2	80	10.0	argón
	3	100	10.0	argón
	4	100	20.0	argón
	5	110	10.0	argón
	6	110	20.0	argón
Calcinación	7	800	20.0	argón
	8	800	5.0	argón
	9	1200	5.0	argón
	10	1200	20.0	argón
	11	1200	1.0	argón
Atomización	12	2400	0.7	argón
	13	2400	5.0	argón
	14	2700	2.0	argón
	15	2700	3.0	argón

#### Contenido de cromo en los principales alimentos de la dieta

Los resultados obtenidos de esta investigación demuestran, que el contenido de cromo de los principales alimentos consumidos en esta región es muy bajo, como se puede observar en la Tabla 4. Los alimentos con mayor contenido de cromo fueron: queso, carne, pan y tortilla de harina de trigo.

La leche de vaca y las papas presentan contenidos de 0.08 y 0.04  $\mu\text{g/g}$  en base seca, estos valores son inferiores a los reportados para estos mismos alimentos (5  $\mu\text{g/g}$  en base seca), los cuales fueron analizados de muestras representativas de los países europeos, y que se consideran como valores muy bajos (16). Los productos provenientes de cereales tales como tortillas de trigo y de maíz, pan blanco y sopa de pasta así como el arroz presentaron contenidos de cromo en el rango de 0.0139 a 0.1147  $\mu\text{g/g}$  en base seca. Estos valores son mucho más bajos que los obtenidos por Kumpulainen (16), cuyo rango fluctúa entre 5-10  $\mu\text{g/g}$  en base seca. Pero similares a los que encontró Anderson (5,24) en la dieta de la población norteamericana.

Se ha encontrado que los alimentos ricos en cromo son principalmente los cereales no refinados, por lo que se piensa, que es en el desayuno donde se ingiere la cantidad más significativa de este micronutriente en la dieta (24,25) debido a que es a la hora que más cereales se consumen. Sin embargo en nuestro caso, los cereales para desayuno no se encuentran dentro de los principales alimentos consumidos, siendo a lo largo del día que se ingieren a través de las tortillas, sopas y arroz.

**TABLA 4**  
Contenido de cromo en los alimentos y su consumo diario<sup>1</sup>

Alimento	Humedad (%)	Contenido de cromo ( $\mu\text{g/g}$ ) <sup>2</sup>	Cantidad consumida (g/persona/d) <sup>3</sup>	Consumo de cromo ( $\mu\text{g/d}$ ) <sup>1</sup>
Frijol	69.6	0.0200	218.43	1.33
Carne	53.6	0.0822	73.93	2.82
Huevo	69.5	0.0219	76.54	0.51
Tortilla de maíz	45.9	0.0337	184.12	3.36
Leche	89.2	0.0086	344.40 <sup>4</sup>	2.96
Azúcar	2.0	0.0004	21.00	0.008
Tortilla de trigo	27.7	0.0553	153.11	6.11
Café	99.3	0.0012	280.00 <sup>4</sup>	0.34
Papas	52.9	0.0435	78.24	1.60
Tomate	94.0	0.0412	63.14	0.156
Sodas	99.8	0.0211	401.00 <sup>4</sup>	0.016
Pan de trigo	31.4	0.0488	68.55	2.29
Queso fresco	59.0	0.1641	49.77	3.31
Sopa pasta	77.7	0.1147	115.56	2.95
Arroz	72.6	0.0139	133.34	0.51
Naranja	86.3	0.0263	266.00	0.95
Lechuga	94.9	0.0517	72.65	0.19
Plátano	74.3	0.0264	151.05	1.02
<b>Promedio</b>				<b>30.43</b>

<sup>1</sup>Cantidad consumida en base húmeda

<sup>2</sup>Base seca

<sup>3</sup>Valencia, et al (18).

<sup>4</sup>Cantidad en mL

#### Determinación de la ingestión promedio diaria de cromo de la población sonoreense

El consumo promedio diario de cromo ( $\mu\text{g/d}$ ) para esta población, se presenta en la Tabla 4. Para calcularlo se tomó en cuenta la cantidad de alimento consumido de acuerdo a Valencia et al (18), así como también el contenido de cromo de los análisis realizados en este estudio. Los principales alimentos aportadores de cromo en la dieta (Figura 1) resultaron ser: la tortilla de trigo con 6.11  $\mu\text{g/d}$  y que representa un 20% del total de la dieta. Le siguen el queso fresco con 3.31  $\mu\text{g/d}$  (11%), tortilla de maíz 3.36  $\mu\text{g/d}$  (11%), la sopa de pasta 2.95  $\mu\text{g/d}$  (10%), leche 2.90  $\mu\text{g/d}$  (10%), carne 2.82  $\mu\text{g/d}$  (9%) y pan blanco 2.29  $\mu\text{g/d}$  (8%). El resto de los alimentos analizados no tuvieron un aporte significativo.

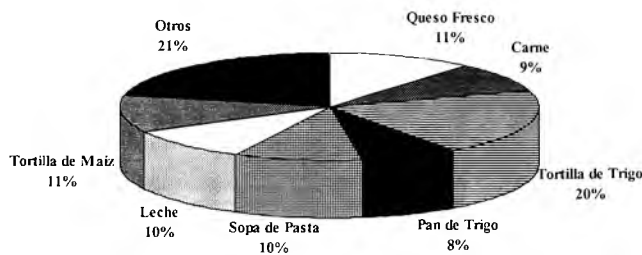
La estimación de la ingestión promedio diaria obtenida en este estudio fue de 30.43  $\pm$  1.64  $\mu\text{g/d}$  (Tabla 4), este valor resulta ser inferior a lo recomendado como seguro y adecuado (9) que es de 50-200  $\mu\text{g/d}$ . Lo anterior sugiere que el consumo de cromo en la población de esta región puede considerarse como bajo o deficiente.

El valor de ingestión de cromo obtenido en este estudio es similar a lo reportado para la población norteamericana con 28  $\mu\text{g/d}$ ; en ambos casos se cubre solo el 50% del mínimo recomendado. De igual manera, coincide con la señalada

para la población de Finlandia con 29 µg/d (15) así como también para la población inglesa (11) quienes presentan un consumo de 24.5 µg/d.

Por el contrario existen informes (16) de países tales como Brasil, España, Italia, Irán y Sudan en donde los consumos están en el rango de 60-100 µg/d, sin embargo, se carece de información acerca de los principales alimentos aportadores.

FIGURA 1  
Principales aportadores de cromo en la dieta del  
Noroeste de México



**CONCLUSIONES**

La utilización del horno de microondas para la digestión de los alimentos representó un ahorro significativo de tiempo en el desarrollo de la técnica en comparación con el método tradicional. Esto junto con la modificación realizada al método reportado para alimentos en el uso del horno de grafito logró una mejor mineralización de la muestra y también se minimizó la pérdida del analito.

El contenido de cromo en los alimentos consumidos con mayor frecuencia en esta región puede considerarse muy bajo. Los principales aportadores fueron la tortilla de harina de trigo, seguidos por el queso fresco y tortilla de maíz, sopa de pasta, carne y pan blanco. El resto de los alimentos no tienen un aporte significativo. Tomando en cuenta la recomendación hecha por la NAS la ingestión de cromo proveniente de la dieta en esta población es marginal, por lo que pudiera considerarse como un factor de riesgo de sufrir una deficiencia de este micronutriente.

**REFERENCIAS**

- Schwars K, Mertz W. Chromium (III) and the glucose tolerance factor. Arch Biochem Biophys 1959;85:292-295.
- Mertz W. Chromium-an overview en: Chromium in nutrition and metabolism. Elsevier North: Holland Biomedical Press. Amsterdam. 1979:1-14.
- Riales R, Albrink MJ. Effect of chromium chloride supplementation on glucose tolerance and serum lipids including high-density lipoprotein of adult men. Am J Clin Nutr 1981;34: 2670-2678.

- Jeejeebhoy KN, Chu RC, Marliss EB, Greenberg JR, Bruce-Robertson A. Chromium deficiency, glucose intolerance, and neuropathy reversed by chromium supplementation in a patient receiving long-term parenteral nutrition. Am J Clin Nutr 1977; 30:531-538.
- Anderson RA, Kozlovsky A. Chromium intake, absorption and excretion of subjects consuming self-selected diets. Am J Clin Nutr 1985;41:1177-1183.
- Anderson RA. Recent advances in the clinical and biochemical effects of chromium deficiency. Essential and Toxic Trace Elements in Human Health and Disease. 1993;221-234
- Anderson RA, Polanski MM, Bryden NA, Bhatena SJ, Canary J. Effects of supplemental chromium on patients with symptoms of reactive hypoglycemia. Metabolism 1987;36:351-355.
- Mertz W. Chromium history and nutritional importance. J Biol Trace Elem 1992;32:3-8.
- Linder MC. Nutritional and metabolism of the trace elements in: Nutritional Biochemistry and Metabolism. 2th Ed. Apleton & Lance. Norwalk, Connecticut USA 1991. Cap 7:248-252.
- National Academy of Science. Recommended dietary allowances. NAS. 9th. Ed. National Academy of Science. Washington DC. 1989.
- Anderson RA. Chromium as an essential nutrient for humans. Regulatory Toxicology and Pharmacology 1997; 26: S35-S41.
- Bunker VW, Lawson MS, Delves HT, Clayton BE. The uptake and excretion of chromium by elderly. Am J Clin Nutr 1984; 39: 797-802.
- Koivisto P. Mineral element composition of Finnish foods: N, K, Ca, Mg, P, S, Fe, Cu, Mn, Zn, Mo, Co, Ni, F, Se, Si, Rb, Al, B, Br, Hg, As, Cd, Pb and ash. Acta Agric Scand Suppl 1980; 22:37-160.
- Gibson RS, Scythes CA. Chromium, selenium, and other trace element intakes of a selected sample of Canadian premenopausal women. J Biol Trace Elem Res 1984; 6:105-116
- Anderson RA. Nutritional factors influencing the glucose/insulin system: Chromium. J Am College of Nutr 1997; 16 (5):404-410.
- Kumpulainen JT. Chromium content of foods and diets. J Biol Trace Elem Res 1992; 32: 9-18.
- World Health Organization. Chromium in: Trace Elements In Human Nutrition and Health. Geneva. 1996. Pp 155-160.
- Valencia ME, Hoyos LC, Ballesteros MN, Ortega MI, Palacios MR, Atondo JL. (1998). La dieta en Sonora: Canasta de consumo de alimentos. Estudios Sociales: Nutrición y Salud 1998;8(5):11-39.
- Secretaría de Salud Pública. (SSP) Programa de Enfermedades Crónicas Degenerativas. Dirección General de Epidemiología, México, D.F. 1992.
- Jardines RP, Bermúdez C, Wong P, León G. Platillos consumidos en Sonora: Regionalización y aporte de nutrientes. Arch Latinoam Nutr 1985;35(4)586-603.
- Grijalva MI, Caire G, Sánchez A, Valencia ME. Composición química, fibra dietética y contenido de minerales en los

- alimentos de consumo frecuente en el Noroeste de México. Arch. Latinoam Nutr 1995; 45(2): 145-150.
22. Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis of A.O.A.C. International. 16<sup>th</sup>. AOAC International. Arlington, Virginia. U.S.A. 1995.
23. Gallo P, Serpe L. Determination of chromium in feeds by automated microwave digestion and atomic absorption spectrophotometry. J AOAC International 1997; 80(5):956-960.
24. Anderson RA, Bryden NA, Polansky MM. Dietary chromium intake: Freely chosen diets, institutional diets and individual foods. J Biol Trace Elem Res 1992; 32:117-121.
25. Anderson RA, Bryden NA, Polansky MM. Chromium content of selected breakfast cereals. J Food Composition and Analysis 1988;1:303-308.

Recibido: 09-05-2000.

Aceptado: 20-10-2000.

## NOTAS

**Premio Fred L. Soper 2001. Excelencia a Trabajos en el Campo de la Salud en la Región de las Américas.** La Fundación Panamericana de la Salud y Educación, entidad sin fines de lucro con sede en los Estados Unidos que colabora con la Organización Panamericana de la Salud (OPS), convoca a la presentación de candidaturas para el Premio Fred L. Soper 2001 por trabajos sobresalientes publicados en el campo de la salud en las Américas.

El premio, que consta de un certificado y US\$ 2.500 en efectivo, estimula la excelencia en la investigación y redacción médica y de salud pública y reconoce una contribución significativa a la bibliografía sobre la salud en la Región de las Américas.

Los artículos publicados en revistas científicas incluidas en el Index Medicus o en las revistas oficiales de la Organización Panamericana de la Salud reúnen los requisitos para participar.

Los trabajos aspirantes al premio pueden ser:

- un informe,
- un análisis de nuevos datos, experimentales o de observación, o bien
- un nuevo enfoque para analizar los datos disponibles

Se dará preferencia a los estudios que abarquen más de una disciplina y a los trabajos relacionados con las enfermedades infecciosas. Los trabajos que reúnan los requisitos deberán tratar directamente de políticas que tengan que ver sobre todo con la Región de las Américas.

Las candidaturas deberán recibirse a más tardar el 31 de julio de 2001 y habrán de dirigirse a:

Jurado del Premio Fred L. Soper  
Fundación Panamericana de la Salud y Educación  
525 23<sup>rd</sup> Street, NW  
Washington, DC 20037  
Estados Unidos de América  
Teléfonos: 202-974-3416  
Fax: 202-974-3636  
Correo electrónico: [pahef@paho.org](mailto:pahef@paho.org)  
Web: [www.paho.org/English/PAHEF/Awards](http://www.paho.org/English/PAHEF/Awards)

# Fuerte como un roble.

Ahora tus cereales Kellogg's®  
vienen con Forticalcio®,  
todas las fortalezas del calcio  
para huesos y dientes  
sumamente fuertes.



**FORTICALCIO**® de *Kellogg's*®

Más fortalezas para crecer.  
[www.kelloggs-latino.com](http://www.kelloggs-latino.com)

**En Venezuela y hacia y desde todo el mundo,  
en IPOSTEL le ofrecemos**

**SERVICIOS TRADICIONALES de Cartas, Impresos y  
Encomiendas.**



**... y además contamos con novedosos**

### **SERVICIOS EXPRESOS**



A nivel nacional ofrecemos: EEE (Entrega Especial Expresa) es un servicio que le permite enviar documentos y encomiendas a todo el Territorio del país de una forma expresa, económica y segura.



EMS, (Express Mail Service), es un servicio tipo courier que le permite enviar documentos y mercaderías a nivel internacional, respondiendo a su necesidad de entrega en tiempo breve y a los precios más económicos del mercado.

### **SERVICIOS ELECTRONICOS**

#### **CORREO ELECTRONICO Y KIOSCO INTERNET**

Ipostel habilitó para aquellos usuarios que les gusta navegar en el mundo de la red, kioscos de internet, ubicados en Altamira, C.C.C.T y los Ruices, los cuales disponen de computadoras de fácil acceso a todas aquellas personas interesadas en explorar dentro del campo de la comunicación.



#### **AUTOMATIZACION DE TAQUILLA**

La automatización de taquillas cuenta con modernos accesorios como balanza electrónica e impresora de recibos; esta permite mejorar la atención en las taquillas postales y simultáneamente establecer un control eléctrico de los ingresos por venta de servicios.



#### **SEGURIDAD Y RASTREO POR CODIGO DE BARRA**

El Código de barra permite registrar los datos más importantes de los envíos EMS entrantes y salientes, este sistema actualmente es utilizado a nivel internacional, para envíos EMS.



*Un Mundo de Servicios para Usted...*

**Artes Finales:** Amerik Solutions C.A., Caracas, Venezuela  
Teléfono (02) 993.81.43

**Portada:** Chávez & López, Diseño Gráfico, Caracas, Venezuela  
Teléfono (02) 285.55.29

**Impresión:** Editorial Texto C.A., Caracas, Venezuela  
Teléfonos (02) 62.24.85 - 62.87.30

## **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. El actual Consejo Directivo de la SLAN (2001-2003) está constituido por los siguientes miembros:

Presidente	Adolfo Chávez
Vicepresidente (Presidente Electo)	Helio Vannucchi
Secretario General	Abelardo Avila Curiel
Tesorero	Fernando Pérez-Gil Romo
Presidente Saliente	Alejandro O'Donnell
Vocal de Salud Pública	Juan Rivera Dommarco
Vocal de Alimentación y Dietética	Consuelo Velásquez
Vocal de Nutrición Infantil	Homero Martínez
Vocal de Ciencia de los Alimentos	Jóse Angel Ledesma Solano
Vocal de Tecnología de Alimentos	Eduardo Mendoza Martínez
Vocal en Nutrición Básica	Salvador Villalpando
Vocal en Nutrición Animal	Silvia Carrillo
Vocal en Estatutos y Organización	Natalia Berún de Tamez
Vocales de Informática	Teresa Shamah Levy
	José Félix Chávez Pérez (ALAN)
	Héctor Araya (AEN)
Vocales de Congreso y Reuniones	Miriam Muñoz Rivera
	Mara Rosa Ochoa Camposeco
	Claudia Hunot
	María Concepción Sánchez Rovelo

## **DIRECTORIO DE ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION**

Editor General	José Félix Chávez Pérez
Editor Asociado	Maritza L. de Jiménez

## **MIEMBROS DE CUERPO EDITORIAL PERIODO 2001-2003**

Juan de Dios Alvarado	María L.P. Martín de Portela
Héctor Araya	Lilia Masson Salaué
María Laura Arias E.	Reynaldo Martorell
Jaime Ariza M.	Rafael Monge R.
Guillermo Arroyave	Josefina Morales de León
José María Bengoa	Santiago Muzzo B.
Adriana Blanco M.	Rosa María Ortega A.
Héctor Bourges R.	Saturnino de Pablo
Ricardo Bressani	Nelly Pak
Jesús Bulux	Emma W. de Penna
Benjamín Caballero	Ernesto Pollitt
Germán Camejo	Myriam Puig A.
Sara J. Closa	María Ester Río
Omar Dary M.	María Elena Sambucetti
Elizabet Dini G.	Nilson E. de Sousa
J.E. Dutra de Oliveira	Nora Slobodianik
Juan Ignacio Egaña	Liseti Solano R.
Patricia R. de Ferrer	Noel W. Solomons
María N. García Casal	Luiz C. Trugo
Marisa Guerra M.	Ricardo Uauy D.
Werner G. Jaffé	Mirtha E. Valencia
Gladys Henriquez P.	Mauro Valencia J.
Eva Hertrampf	Yolanda H. de Valera
Patricio Hevia O.	Mario Villarroel T.
Miguel Layrisse	Tomás Walter
Luis López Valladares	Carolyn Jane Wyatt
Julio Sergio Marchini	Enrique Yáñez S.

# Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Volumen 51. N° 1, Marzo 2001

## Contenido

<b>EDITORIAL</b> .....	5
<b>ARTICULOS GENERALES</b>	
<b>Enfoque alimentario para mejorar la adecuación nutricional de vitaminas y minerales</b> María-Teresa Oyarzún, Ricardo Uauy y Sonia Olivares .....	7
<b>TRABAJOS DE INVESTIGACION</b>	
<b>Nutrición Humana</b>	
<b>Prevalencia de las anemias nutricionales de mujeres en edad fértil. Costa Rica. Encuesta nacional de nutrición, 1996</b> Sara Rodríguez, Adriana Blanco, Louella Cunningham, Melany Ascencio, Mario Chávez, Leda Muñoz .....	19
<b>Prevalencia de deficiencia subclínica de vitamina A y desnutrición en niños marginales de Maracaibo - Venezuela</b> Haydée V. Castejón, Pablo Ortega, María E. Díaz, Daisy Amaya, Gisela Gómez, María Ramos, María V. Alvarado, Jesús R. Urrieta .....	25
<b>Niveles de zinc en leche humana de término y pretérmino</b> Ronayne de Ferrer P.A., Weisstaub A., López N., Ceriani Cernadas J.M. ....	33
<b>Prevalencia de anemia, deficiencia de hierro y folatos en niños menores de siete años. Costa Rica, 1996</b> Louella Cunningham, Adriana Blanco, Sara Rodríguez, Melany Ascencio.....	37
<b>Association between prematurity and maternal anemia in Venezuelan pregnant women during third trimester at labor</b> Arturo Martí, Guiomar Peña-Martí, Sergio Muñoz, Fernando Lanas, Gabriela Comunian .....	44
<b>Comparaçãõ da gordura corporal de mulheres idosas segundo antropometria, bioimpedância e dexa</b> Aline Rodrigues Barbosa, Maria Santarém, Wilson Jacob Filho, Eduardo Souza Meirelles, José Maria de Fátima Nunes Marucci .....	49
<b>Nutrición Experimental</b>	
<b>Influencia del desayuno sobre la función cognoscitiva de escolares de una zona urbana de Valencia, Venezuela</b> Mercedes Márquez Acosta, Rosalía Sutil de Naranjo, Carmen E Rivas de Yépez, Manuel Rincón Silva, Marysabel Torres, Rafael Dario Yépez, Zulay Portillo .....	57
<b>Algunas consideraciones sobre el impacto de la desnutrición en el desarrollo cerebral, inteligencia y rendimiento escolar</b> Boris Leiva Plaza, Nelida Inzunza Brito, Hernán Pérez Torrejón, Veronica Castro Gloor, Joan Manuel Jansana Medina, Triana Toro Díaz, Atilio Almagiá Flores, Arturo Navarro Díaz, María Soledad Urrutia Cáceres, Jorge Cervilla Oltremari, Daniza Ivanovic Marincovich .....	64
<b>Bioquímica Nutricional</b>	
<b>Uso de uma mistura alimentar contendo bioproteínas (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>): efeitos sobre a gestação, a lactação e o crescimento de ratos</b> Silvana Ribeiro Passos de Oliveira, Francisca Martins Bion, Silvia Maria Limongi Lopes, Anastácia Cavalcanti Metri .....	72
<b>Consumo de Alimentos</b>	
<b>Fruits and vegetables consumption among Costa Rican adolescents</b> Rafael Monge Rojas .....	81
<b>Ciencia de Alimentos</b>	
<b>Características de cocción por nixtamalización de once variedades de maíz</b> Ana Cristina Billeb de Sinibaldi y Ricardo Bressani.....	86
<b>Discrimination of Brazilian arabica green coffee samples by chlorogenic acid composition</b> R.F.A. Moreira, L.C. Trugo, C.A.B. de Maria, A.G.B. Matos, S.M. Santos & J.M.C. Leite .....	95
<b>Development and sensory evaluation of soy milk based yoghurt</b> C. S. Fávoro Trindade, Terzi, S. C., L.C. Trugo, R. C. Della Modesta, S. Couri.....	100
<b>LatinFoods. Composición de Alimentos</b>	
<b>Contenido de cromo en alimentos y estimación de su ingestión dietaria en el noroeste de México</b> María Isabel Grijalva Haro, Martha Nydia Ballesteros Vázquez y Rosa María Cabrera Pacheco .....	105
<b>NOTAS</b> .....	111