

Volumen 53. Nº 1. Marzo 2003

# ALAN

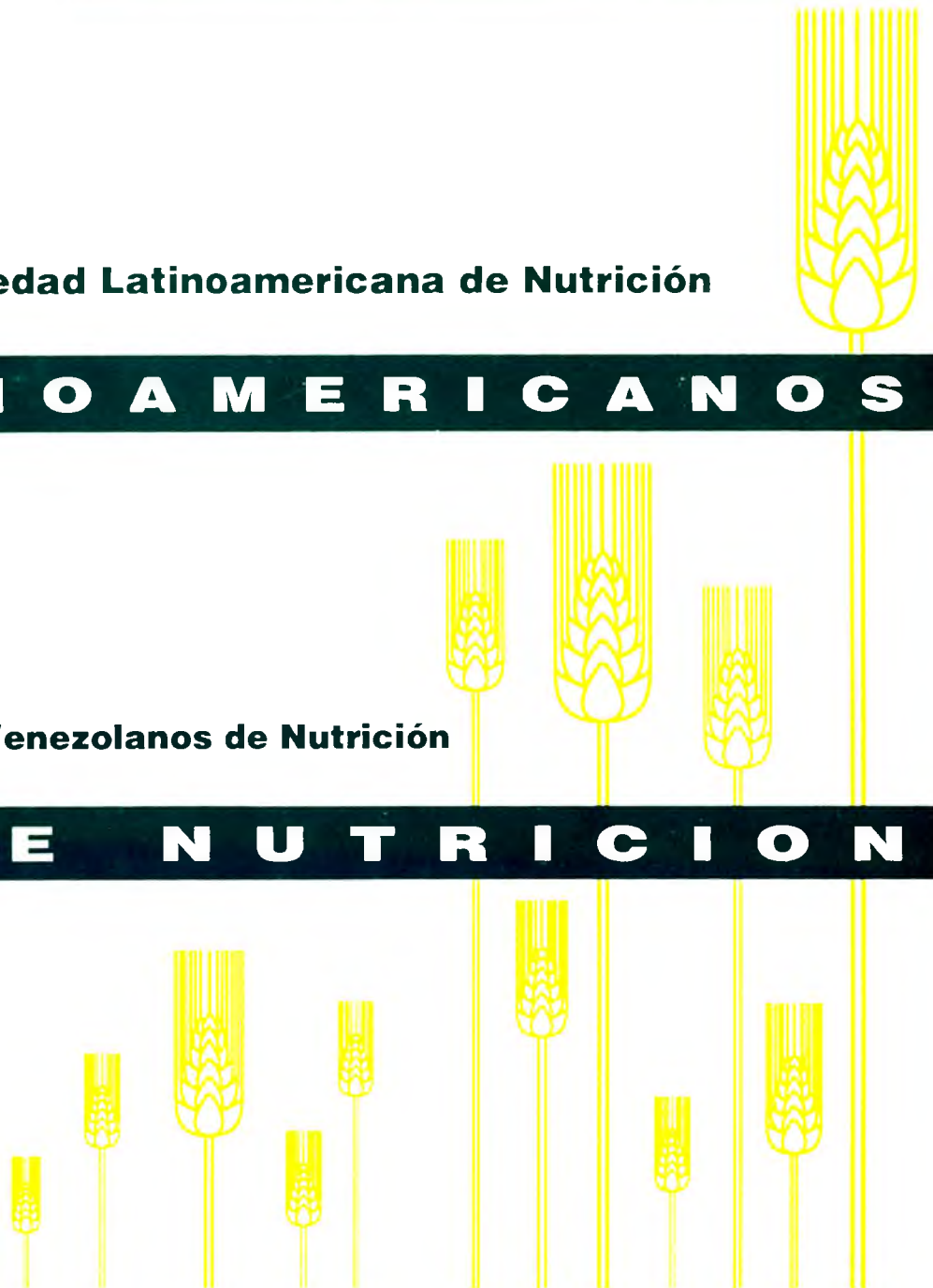
**A R C H I V O S**

Organismo 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

ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION está registrado en ASEREME e indizado en las siguientes Bases de Datos: LILACS/CD ROM; Food Science & Technology Abstracts; MEDLINE, Life Science Collection; Science Citation Index

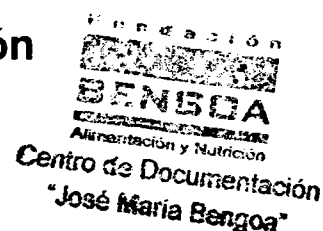
**ENTIDADES PATROCINANTES**

- **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
- **FONACIT.** Venezuela
- **Hellogg's** América Latina
-  **PRODUCTOS ROCHE,** América Latina
- **Fundación POLAR**
- **Centro de Atención Nutricional Infantil Antímamo. CANIA**
- **PARMALAT de Venezuela**
- **BASF Venezolana S.A.**
- **ADM Protein Specialties**
- **Coca-Cola de Venezuela**
-  **Kraft Foods**  
**Kraft Foods Venezuela, C.A.**

ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION se complace en destacar y agradecer el apoyo económico recibido del FONACIT 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 53

MARZO 2003

Nº 1

---

## Contenido

Páginas

### ARTICULOS GENERALES

#### El subsidio a la tortilla en México: ¿un programa nutricional o económico?

Teresa Shamah Levy, Abelardo Avila Curiel, Lucía Cuevas Nasu, Adolfo Chávez Villasana,  
Marco Antonio Avila Arcos, Carlota Fernández Mendoza ..... 5

#### Potencial de fibra alimentar em países ibero-americanos: alimentos, produtos e resíduos

Eliana B. Giuntini, Franco M. Lajolo, Elizabete W. de Menezes ..... 14

### TRABAJOS DE INVESTIGACION

#### Nutrición Humana

#### Deficiencias de hierro y de vitamina A y prevalencia de anemia en niños y niñas de 6 a 24 meses de edad en Chaco, Argentina

María del Carmen Morasso, Julia Molero, Pablo Vinocur, Luis Acosta, Nilda Paccussi, Susana Raselli,  
Graciela Falivene, Fernando E Viteri ..... 21

#### Anemias nutricionales en mujeres lactantes de Costa Rica

Blanco A, Rodríguez S, Cunningham L. .... 28

#### Prevalence of nutritional deficiencies in Mexican adolescent women with early and late prenatal care

Esther Casanueva, Julieta Jiménez, Carlos Meza-Camacho, Mónica Mares, Luis Simon ..... 35

## Bioquímica Nutricional

### Lean adolescents with increased risk for metabolic syndrome

Emperatriz Molero-Conejo, Luz Marina Morales, Virginia Fernández, Xiomara Raleigh,  
María Esther Gómez, Maritza Semprún-Ferreira, Gilberto Campos, Elena Ryder ..... 39

### Efeito de um novo produto fermentado de soja sobre os lípides séricos de homens adultos normocolesterolêmicos

Elizeu Antonio Rossi, Regina Célia Vendramini, Iracilda Zeppone Carlos, Maurício Gonçalves de Oliveira,  
Graciela Font de Valdez ..... 47

## Nutrición y Salud Pública

### Diversidad alimentaria y factores asociados en beneficiarios de 77 multihogares de cuidado diario: región central de Venezuela

Jennifer Bernal Rivas y Paulina Lorenzana Albert ..... 52

### Metales pesados en agua de bebederos de presión

Susana I. Segura-Muñoz, Tânia M. Beltramini Trevilato, Angela M. M. Takayanagui, Sylvia E. Hering,  
Palmira Cupo ..... 59

## Microbiología de Alimentos

### Efecto del horno de microondas sobre el crecimiento y sobrevivencia de *Escherichia coli* O157:H7 inoculada en tortas de carne de res

Oscar Quesada, María Laura Arias y Carolina Chaves ..... 65

## Ciencias de Alimentos

### Evaluación nutricional y almacenamiento acelerado a 37°C de mezclas de frejol y maíz fritos

Ana María Estévez, Berta Escobar, Isabel Zacarias y María de la Luz Hurtado ..... 70

### Caracterización química y sensorial de biscochuelos enriquecidos con fibra dietética y micronutrientes para el anciano

Emma Wittig de Penna, Paula Avendaño, Delia Soto, Andrea Bungler ..... 74

### Ebony (*Phitecellobium flexicaule* Benth) and proteins fractionation, solubilization, characterization and production of an isolate

Mario R. González-Quijada, María Guadalupe Alanís-Guzman and Sergio. O. Serna- Saldívar ..... 84

### Efecto de tratamientos térmicos sobre las características químicas de carne de jaiba mora (*Homalaspis plana*)

Vilma Quitral Robles, Lilian Abugoch J., Julia Vinagre L., Abel Guarda M., M<sup>a</sup> Angélica Larraín B.,  
Gabriela Santana R..... 90

## LatinFoods. Composición de Alimentos

### Composición mineral del músculo *longissimus* crudo derivado de canales bovinas producidas y clasificadas en Venezuela

Nelson Huerta-Leidenz, Lilia Arenas de Moreno, Oneida Moron-Fuenmayor, Sojãñ Uzcátegui-Bracho ..... 96

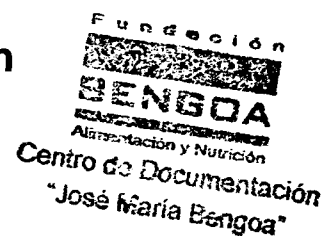
NOTAS ..... 102

NOTAS NECROLOGICAS ..... 103

INFORMACION PARA LOS AUTORES ..... 104

# Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Official Publication of the  
Latin American Society of Nutrition



---

VOL 53

MARCH 2003

Nº 1

---

## Contents

Pages

### GENERAL ARTICLES

**The tortilla subsidy in Mexico: ¿a nutritional or economic program?**

Teresa Shamah Levy, Abelardo Avila Curiel, Lucía Cuevas Nasu, Adolfo Chávez Villasana,  
Marco Antonio Avila Arcos, Carlota Fernández Mendoza ..... 5

**Dietary fiber potential in Iberian-American countries: food, products and residues**

Eliana B. Giuntini, Franco M. Lajolo, Elizabete W. de Menezes ..... 14

### RESEARCH PAPERS

#### Human Nutrition

**Prevalence of anemia, iron and vitamin A deficiencies in children between 6 to 24 months of age  
in Chaco, Argentina**

María del Carmen Morasso, Julia Molero, Pablo Vinocur, Luis Acosta, Nilda Paccussi, Susana Raselli,  
Graciela Falivene, Fernando E Viteri ..... 21

**Nutritional anaemia in nursing women of Costa Rica**

Blanco A, Rodríguez S. and Cunningham L. .... 28

**Prevalence of nutritional deficiencies in Mexican adolescent women with early and late prenatal care**

Esther Casanueva, Julieta Jiménez, Carlos Meza-Camacho, Mónica Mares, Luis Simon ..... 35

## Nutritional Biochemistry

### Lean adolescents with increased risk for metabolic syndrome

Emperatriz Molero-Conejo, Luz Marina Morales, Virginia Fernández, Xiomara Raleigh,  
María Esther Gómez, Maritza Semprún-Ferreira, Gilberto Campos, Elena Ryder ..... 39

### Effect of a new fermented soy milk product on serum lipid levels in normocholesterolemic men

Elizeu Antonio Rossi, Regina Célia Vendramini, Iracilda Zeppone Carlos, Maurício Gonçalves de Oliveira,  
Graciela Font de Valdez ..... 47

## Nutrition and Public Health

### Dietary diversity and associated factors among beneficiaries of 77 child care centers: Central Region, Venezuela

Jennifer Bernal Rivas and Paulina Lorenzana Albert ..... 52

### Heavy metals in water of drinking fountains

Susana I. Segura-Muñoz, Tânia M. Beltramini Trevilato, Angela M. M. Takayanagui, Sylvia E. Hering,  
Palmira Cupo ..... 59

## Food Microbiology

### Effect of microwave oven over the growth and survival of *Escherichia coli* O157:H7 inoculated in bovine minced meat samples

Oscar Quesada, María Laura Arias and Carolina Chaves ..... 65

## Food Science

### Nutritional evaluation and accelerated storage at 37°C of fried bean and corn mixtures

Ana María Estévez, Berta Escobar, Isabel Zacarias and María de la Luz Hurtado ..... 70

### Chemical and sensory characterization of cakes enriched with dietary fiber and micronutrients for the elderly

Emma Wittig de Penna, Paula Avendaño, Delia Soto, Andrea Bungler ..... 74

### Ebony (*Phitecellobium flexicaule* Benth) and proteins fractionation, solubilization, characterization and production of an isolate

Mario R. González-Quijada, María Guadalupe Alanís-Guzman and Sergio. O. Serna- Saldívar ..... 84

### Effect of thermal treatments on the chemical characteristics of mora crab meat (*Homalaspis plana*)

Vilma Quitral Robles, Lilian Abugoch J., Julia Vinagre L., Abel Guarda M., M<sup>a</sup> Angélica Larraín B.,  
Gabriela Santana R..... 90

## LatinFood. Food Composition

### Mineral composition of raw *longissimus* muscle derived from beef carcasses produced and graded in Venezuela

Nelson Huerta-Leidenz, Lilia Arenas de Moreno, Oneida Moron-Fuenmayor, Soján Uzcátegui-Bracho ..... 96

NOTES ..... 102

IN MEMORIAM ..... 103

INFORMATION FOR AUTHORS ..... 104

## El subsidio a la tortilla en México: ¿un programa nutricional o económico?

*Teresa Shamah Levy, Abelardo Avila Curiel, Lucía Cuevas Nasu, Adolfo Chávez Villasana,  
Marco Antonio Avila Arcos, Carlota Fernández Mendoza*

Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán. Instituto Nacional de Salud Pública.  
Instituto Nacional de Geografía, Estadística e Informática. México, D.F.

**RESUMEN.** Evaluar el impacto del programa de subsidio a la tortilla en el consumo alimentario familiar, su economía y su efecto en el estado de nutrición, en tres zonas urbano marginales, a fin de focalizar intervenciones nutricionales. El estudio se realizó en 150 familias de 3 colonias diferentes de la Ciudad de Oaxaca, respecto a si eran o no beneficiarias del programa del Fideicomiso para la Liquidación al Subsidio de la Tortilla (FIDELIST). Los sujetos de estudio fueron niños menores de 5 años y mujeres en edad fértil. Se obtuvo la prevalencia de desnutrición a través de puntuaciones z (desviaciones estándar respecto a la media NCHS-OMS) del indicador peso para la edad en niños; en mujeres se obtuvo el índice de masa corporal. Se determinó el consumo familiar promedio y per cápita de tortilla, su contribución a la dieta y la cantidad de algunos alimentos de la canasta básica, su costo y porcentaje que representan en el gasto familiar. El subsidio a la tortilla parece inducir un mayor consumo de este alimento, que contribuye mayormente en el aporte de energía, proteínas y de varios micronutrientes. El costo del consumo familiar de tortilla representa entre el 13.6% y el 20.0% del gasto en alimentación, en todas las colonias, independientemente del subsidio. La prevalencia de desnutrición en los niños de la colonia nunca subsidiada fue 19.2% contra el 12% de los niños de la colonia subsidiada. Se concluye que la tortilla representa el 45% de costo del consumo familiar de tortilla, y el subsidio lo reduce en un 9%, el cual beneficia la nutrición y economía de las familias marginadas mexicanas.

**Palabras clave:** Alimentación, tortilla, estado de nutrición, México.

**SUMMARY. The tortilla subsidy in Mexico: ¿a nutritional or economic program?.** To evaluate the impact of the tortilla subsidy on the family food consumption, on its economy and on the nutritional condition of women and under five children, from three marginal zones, with the purpose of focus nutritional interventions. Fifty families were randomly selected in each one of three similar low income sectors of the Oaxaca city. One received subsidy, other has never received it and the third received it five years ago but not at present. Anthropometry was performed in all women of reproductive age and children under five years old. In the firsts BMI was the indicator used and in children weight for age with two standard deviations was the cut-off point. The tortilla represents between 13.6% to 20% of the family expenditure. Anyhow the energy, protein and some nutrient consumption was higher. The malnutrition index was better in the subsidy community as 12.0% of under five children were low weight for age against 19.2% in the other two communities. The tortilla family expenditure represents 45% of their income and the subsidy reduces it 9%, surely this help a better nutrient consumption and improves the nutritional condition of the poor and marginated urban sectors of the society.

**Key words:** Feeding, tortilla, nutritional status, Mexico.

### INTRODUCCION

En México al igual que en algunos países de Centroamérica (1), los productos de maíz, como la tortilla, son la base de la alimentación popular, su consumo se relaciona estrechamente con el consumo de energía, de calcio, hierro, zinc y cobre (2), los cuales suelen presentar niveles deficitarios en la población de la región. El papel central de la tortilla en la alimentación popular ha dado lugar a estrategias de subsidio y fortificación nutrimental de este producto en los principales programas de asistencia social alimentaria de la región (3,4).

Asimismo refleja la lógica de distribución metropolitana de los establecimientos industriales, medida de acuerdo con la estratificación social del acceso según monto de ingreso, localización domiciliaria y volumen de ingesta por familia.

A través de los años el alto consumo de la tortilla de la población mexicana se ha mantenido en las familias de los estratos más bajos, sin dejar de tomar en cuenta los aumentos en el costo de la canasta básica alimentaria y la pérdida del poder adquisitivo (5).

Una encuesta realizada en la Ciudad de México y su área Metropolitana indica que aún cuando el poder adquisitivo aumenta, la población de escasos recursos continua

destinando gran parte del gasto en alimentación a la compra de tortillas (6).

Otro estudio realizado en familias obreras de la Ciudad de México, refiere el aumento en el consumo de tortilla en esa población en diversas épocas del año (7).

En México, durante la década de los ochenta se observó un decremento en el consumo de tortilla en el medio rural; el consumo de productos de trigo y sobre todo de arroz aumentó. En el medio urbano, el consumo de productos de trigo y arroz (250 g) superó por primera vez en la historia de México al consumo de tortillas (210 g). Sin embargo, los niveles se han vuelto a equilibrar porque la crisis ha vuelto a incrementar la demanda de tortilla y ha bajado la de arroz y pastas. En el medio rural, el consumo de productos de trigo aumentó 2.5 veces entre 1960 y 1990, sobre todo por la oferta de pastas, galletas y pastelillos empacados (8).

La Encuesta Urbana de Alimentación y Nutrición de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México en 1995, confirmó que la tortilla continua siendo el alimento básico de la dieta familiar. Los tres estratos socioeconómicos inferiores indicaron que ante los efectos de la crisis disminuyó claramente su consumo de lácteos y cárnicos, y aumentó o se mantuvo el de la tortilla, además que aproximadamente el 45% de la población de los estratos bajos obtienen su aporte energético a través de la tortilla, siendo ésta fuente principal de energía, calcio y fibra (9).

La información más reciente en México, se refiere a la Encuesta Nacional de Nutrición 1999, la cual reportó un consumo per cápita de tortilla de 183.5 g, para mujeres en edad fértil (10). Esta misma encuesta reporta por el método de recordatorio de consumo de alimentos del día anterior, que la mediana de adecuación del consumo de energía en niños menores de 5 años es del 67%. Esta situación no presenta diferencia entre áreas urbanas y rurales. Para mujeres en edad fértil, la mediana de adecuación del consumo de energía fue de 67.5%.

En resumen, la tortilla continua siendo un producto base de los habitantes de las zonas urbanas más pobres del país, que sin duda apoya de manera importante la nutrición y alimentación de los mexicanos.

El presente estudio tiene como objetivo evaluar el impacto del programa de subsidio a la tortilla en el consumo alimentario familiar, en su economía, así como, su efecto en el estado de nutrición, en familias pertenecientes a tres zonas urbano marginales, como un ejemplo de focalización de intervenciones nutricionales.

El subsidio de la tortilla en México ha sido durante décadas uno de los programas alimentarios más importantes del país. Hasta el año de 1986, el subsidio a la tortilla se hacía directamente a la cadena productiva del maíz, subsidiando costos de producción, distribución, comercialización y control de precios, lo que se expresaba en un precio de venta

a la población general muy por debajo de sus costos de producción. A partir de ese año se inició un proceso de liberación del precio de la tortilla y el retiro de los subsidios generalizados, con el objetivo de dirigir los subsidios en forma selectiva a la población en condiciones de extrema pobreza. Para este fin se creó el Fideicomiso para la Liquidación del Subsidio a la Tortilla (FIDELIST), organismo público responsable de administrar, hasta la fecha, el programa de subsidio a la tortilla. En mayo de 1991 se consolidó el sistema actual de operación del programa, mediante la entrega de una tarjeta con banda magnética a las familias calificadas como beneficiarias en función de sus condiciones socioeconómicas; con este instrumento, las familias pueden retirar de las tortillerías un kilogramo diario del producto (11). A mediados de la década 1990-2000, el programa alcanzó su mayor cobertura con 2.3 millones de familias beneficiarias. En 1999, año en que se realizó el presente estudio, el Programa beneficiaba a 1.7 millones de familias (12).

## MATERIAL Y METODOS

El escenario de aplicación de este estudio fue la Ciudad de Oaxaca, capital del estado del mismo nombre, ubicada en el sur de la República Mexicana, con una población de 400 mil habitantes. La selección de esta ciudad fue en virtud de presentar características, en su proceso de urbanización, que son comunes con gran parte del resto de las zonas urbanas del país. Además, la población Oaxaqueña ha sido partícipe de los procesos de urbanización marginal en las principales zonas metropolitanas del país en las décadas recientes (13).

El diseño fue el de un estudio de corte transversal, en 3 poblaciones diferentes:

**Colonia 1:** La Aurora, es una colonia marginada en la que la mayoría de las familias, al momento del estudio, eran beneficiarias del programa de Fideicomiso para la Liquidación al Subsidio de la Tortilla (FIDELIST), a la cual se le denominará *Colonia Subsidiada*.

**Colonia 2:** La Chigulera, es una colonia marginada de características similares a la Colonia 1, pero nunca ha sido beneficiaria del programa de subsidio a la tortilla. Denominada: *Colonia Nunca Subsidiada*.

**Colonia 3:** Ejido Guadalupe Victoria es una colonia popular que fue marginada diez años atrás, pero ya ha transitado por un proceso de urbanización que se refleja claramente en los servicios con que cuenta la colonia, en las características de vivienda y en la composición familiar. Esta colonia fue beneficiaria del programa de subsidio a la tortilla, el cual ya fue retirado. Denominada: *Colonia que fue Subsidiada*.

El muestreo para la selección de las familias de las

*colonias subsidiada* y la que *fue subsidiada* fue sistemático con arranque aleatorio; se obtuvo la muestra a través del padrón de beneficiarios de FIDELIST. En el caso de la *colonia que nunca ha sido subsidiada* por el programa, se obtuvo a través del Censo del Ayuntamiento de la Ciudad de Oaxaca. Al contar ya con las familias seleccionadas para el estudio, se le proporcionó a FIDELIST una base de datos con el nombre y dirección de las familias elegidas en la muestra, solicitando que dicha información cubriera las reglas de confidencialidad establecidas en el Artículo 38 de la Ley Mexicana de Información, Estadística y Geográfica en vigor, ello con el propósito de verificar y supervisar el proyecto por parte del FIDELIST.

Se estudiaron 150 familias en las tres colonias de la zona urbana de la Ciudad de Oaxaca, descritas anteriormente. Partiendo de que en promedio en el interior de la república por colonia se otorga el subsidio a la tortilla a 156 familias, se consideró estudiar a 50 familias por colonia mediante selección aleatoria, ello permite realizar inferencias significativas a las colonias de estudio y colonias similares. Se calculó un 10% extra por la tasa de no respuesta.

Los sujetos de estudio fueron mujeres en edad fértil (12 a 49 años) y niños en edad preescolar (0 a 5 años).

## **Variables de estudio**

### **Medidas e índices antropométricos**

Se obtuvo el peso en todos los grupos de edad y la talla en las mujeres. Se transformaron los datos de peso para obtener puntajes Z con relación a la edad en niños, así como el Índice de Masa Corporal ( $IMC = \text{peso}/\text{talla}^2$ ) en mujeres. Se obtuvieron prevalencias de desnutrición respecto al peso para la edad en niños y de sobrepeso, obesidad y bajo peso en las mujeres en edad fértil.

### **Talla**

La talla se midió utilizando un estadímetro de pared con capacidad hasta 2 m en escala de 1 mm, marca Dyna Top.

### **Peso**

En el caso de los niños menores de 5 años, se realizó utilizando una báscula pesa bebé electrónica marca Tanita con precisión de 20 g, con bandeja de pesaje para los menores que no tienen capacidad de pararse sin ayuda, la cual puede desprenderse para pesar a niños con capacidad de ser pesados estando de pie. Para las mujeres se utilizó una báscula pesa adulto, digital / solar con capacidad de 150 kg, modelo No. 1631, marca Tanita.

Para la obtención de las mediciones antropométricas, el personal fue entrenado de acuerdo a técnicas convencionales (14) y estandarizado de acuerdo al método de Habicht (15).

La información antropométrica se obtuvo con el propósito

de ubicar en contexto la situación nutricional de la población de estudio.

### **Dieta**

La evaluación del consumo de alimentos se realizó mediante un cuestionario de recordatorio de 24 horas del consumo familiar de alimentos, el cual ha sido utilizado en encuestas nacionales y estatales de alimentación (9,16,17). Se obtuvo el consumo de tortilla de la población de estudio tanto a nivel familiar como de la mujer en edad fértil (12 a 49 años), ésta última como indicador del consumo familiar de alimentos.

Asimismo se obtuvo un cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos, modificado al propuesto por Willet, 1998 (18,19).

### **Datos socioeconómicos, demográficos y de participación en programas de nutrición y alimentación**

Se recabó información sobre características de la vivienda, posesión de enseres domésticos, edad y parentesco de cada miembro de la familia, escolaridad y ocupación de ambos padres y participación de la familia y sus miembros en programas de alimentación y nutrición.

### **Estructura del consumo familiar**

Se obtuvo información respecto al consumo familiar y costo de los alimentos de la canasta básica alimentaria. Así como, una encuesta detallada sobre el consumo de tortilla en la población de estudio.

El levantamiento en campo fue realizado en un periodo de 6 semanas durante 1999, por personal de enfermería. Se trabajó con 3 equipos conformados cada uno por un supervisor y 2 encuestadores (1 responsable de antropometría, sección socioeconómica y demográfica y la otra de dieta: recordatorio de 24 horas y consumo de tortilla). Asimismo, los equipos estuvieron coordinados por un nutriólogo, como coordinador general.

A las mujeres participantes en el estudio, se les solicitó su consentimiento para participar en el mismo, informándoles los objetivos y confidencialidad de la información que proporcionarían. La duración de la aplicación de la encuesta fue de 45 minutos en promedio.

Se realizó un análisis exploratorio de la información a través de la descripción de las variables obtenidas, a fin de caracterizar a las colonias de estudio y pruebas de significancia estadística (pruebas de  $\chi^2$ ).

Para los datos antropométricos, se obtuvo la prevalencia de desnutrición en niños a través de puntuaciones Z (desviaciones estándar con respecto a la media), de acuerdo a la norma de referencia NCHS-OMS (20). Se clasificaron como desnutridos leves a los niños con puntuación Z entre  $< -1$  y  $\geq -2$ ; moderados y severos (desnutrición de alto riesgo) a aquellos con

puntuaciones entre  $< -2$  y  $\geq -3$  y  $< -3$ , respectivamente. En mujeres se obtuvo el índice de masa corporal, clasificando a las mujeres como desnutridas cuando éste fuera menor de 18.5, como normales entre 18.5 y 24.9, con sobrepeso entre 25 y 29.9 y con obesidad mayor o igual a 30 (21).

Se determinaron el consumo familiar promedio de tortilla, los consumos per cápita de la población de estudio y el consumo de maíz como tortilla o en sus diferentes formas.

Se calculó la contribución porcentual de los alimentos más consumidos por las familias a la recomendación de energía, proteína, calcio, hierro, zinc, tiamina y niacina, de acuerdo a las Tablas de Valor Nutritivo de Alimentos Mexicanos (22,23).

Se obtuvo la cantidad per cápita de alimentos básicos consumidos por las familias, su costo y porcentaje que representan en el gasto familiar, a fin de calcular cómo contribuye el subsidio en el gasto efectivo, costo y gasto per cápita.

La captura de la información, se realizó de manera simultánea al levantamiento en campo, en máscaras de captura de Access 97. Para el análisis de la información se utilizó SPSS V 8.0 (24).

## RESULTADOS

A continuación se muestran las características de las tres colonias de estudio con diferencias y similitudes en torno con el programa de subsidio a la tortilla.

En la *colonia subsidiada* el 98% de las familias reciben asistencia social alimentaria; una quinta parte de las familias entrevistadas es, además, beneficiaria del programa de abasto social de leche. El tamaño promedio de la familia es de 6.2 miembros. En el 32% de los hogares, el jefe de familia es mujer. Casi el 40% de las madres de familia participa en alguna actividad laboral, principalmente como trabajadoras domésticas en una zona residencial cercana. En más del 50% de las familias, tanto la cónyuge como el jefe de familia, concluyeron la educación primaria (Tabla 1).

En la *colonia nunca subsidiada* por el programa del FIDELIST, el 32% de las familias son beneficiarias del programa de abasto social de leche. El tamaño promedio de la familia es de 5.8 miembros. Sólo en el 8% el jefe de familia es la mujer. Más del 70% de las madres de familia se dedican a labores del hogar y el 10% de los jefes de familia no tienen educación formal, (Tabla 1).

En la *colonia que fue subsidiada* por el programa del FIDELIST, una de cada 5 familias son beneficiarias del programa de abasto social de leche. El tamaño de la familia es menor al de las colonias anteriores (5 miembros). En el 12% de los hogares el jefe de familia es la mujer y sólo el 6.3% de las cónyuges, se dedica a alguna actividad laboral. El 32% de los jefes de familia y el 27% de las cónyuges no tienen educación formal (Tabla 1).

TABLA 1  
Características sociodemográficas y de asistencia social alimentaria de la población de estudio

Características	Colonias		
	Subsidiada (N=50) %	Nunca subsidiada (N=50) %	Fue sub- sidiada (N=50) %
<b>Socio demográficas</b>			
Promedio de edad de la madre de familia	42.1	34.3	46.3
Porcentaje con jefe de familia mujer	32.0 <sup>a</sup>	8.0	12.0 <sup>b</sup>
<b>Educativas</b>			
Jefe de familia	Porcentaje sin educación formal		
	24.0	10.0 <sup>c</sup>	32.0
Cónyuge	Porcentaje sin educación formal		
	23.5	11.0	27.0
<b>Asistencia social alimentaria</b>			
Reciben asistencia	98.0 <sup>d</sup>	32.0 <sup>d</sup>	20.0
Subsidio a la tortilla	96.0	0.0	0.0
Abasto social de leche	20.0	32.0	20.0
<b>Rama de actividad (Cónyuge)</b>			
Ama de casa	60.4	72.0	93.8
Con actividad laboral	39.6	28.0	6.3

a  $p < 0.05$  entre la colonia subsidiada y la nunca subsidiada

b  $p < 0.05$  entre la colonia subsidiada y la que fue subsidiada

c  $p < 0.05$  entre la colonia nunca subsidiada y la que fue subsidiada

d  $p < 0.0001$  entre la colonia subsidiada y la nunca subsidiada y entre la colonia subsidiada y la que fue subsidiada

El Tabla 2 presenta la distribución porcentual de diversas características de vivienda y de servicios urbanos en las colonias de estudio.

En dos de las colonias de estudio, la *subsidiada* por el FIDELIST y en la *nunca subsidiada*, el material de construcción predominante de la vivienda es el zinc o asbesto en techo la lámina en las paredes y cemento sin pulir en el piso. En contraste con la colonia que *fue subsidiada* por el FIDELIST, los materiales predominantes fueron el techo de ladrillo o concreto, las paredes de cemento, yeso u otro aplanado y el piso de mosaico, cemento o madera pulidos. El abastecimiento de agua predominante en todas las colonias fue la intradomiciliaria entubada o hidrante público, así como, el uso de la estufa de gas como fuente de calor para cocinar. Más del 90% de las viviendas de la colonia que *fue subsidiada* por el programa del FIDELIST han superado las condiciones extremas de precariedad en la vivienda, la mayoría de las calles están pavimentadas y son accesibles en vehículos de transporte.

En conjunto se pudo apreciar que en más del 50% de los hogares duermen menos de tres personas por habitación. En menos del 10% de los hogares cohabitan en un mismo dormitorio más de 5 personas (Tabla 2).

Con respecto al estado nutricional de los niños menores de cinco años (Gráfico 1), se encontró una mayor prevalencia de desnutrición de alto riesgo (grados moderado y severo de acuerdo con el indicador de peso para la edad, recomendación de la NCHS-OMS) entre los niños de la colonia *nunca subsidiada* por el FIDELIST (19.2%) contra el 12% de los niños de la *colonia subsidiada*. En la colonia que *fue subsidiada* por el FIDELIST no se encontró ningún niño con desnutrición de alto riesgo.

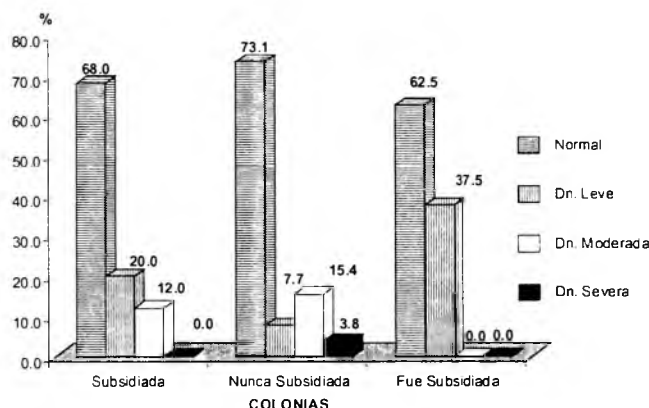
TABLA 2  
Características de vivienda y servicios urbanos en las localidades de estudio

Características de vivienda y saneamiento	Subsidiada	Nunca subsidiada	Fue subsidiada
	%	%	%
<b>Material del techo</b>			
Madera, Teja, Zinc o Asbesto	80.0a	84.0 d	46.0
Ladrillo o Concreto	20.0 a	16.0 d	54.0
<b>Material de las paredes</b>			
Caña, Cartón, Madera tosca, Lámina o Adobe	56.0	64.0 c	38.0
Tabique sin aplanado	30.0 a	22.0	8.0
Cemento, Yeso u otro aplanado	14.0d	4.0 d	54.0
<b>Material del piso</b>			
Tierra o Madera tosca	42.0 d	36.0 c	6.0
Cemento sin pulir	44.0	52.0	44.0
Mosaico, Cemento o Madera pulidos	14.0 d	12.0 d	50.0
<b>Abastecimiento de agua</b>			
Depósito de agua estancada o corriente Intradomiciliaria entubada o Hidrante público	34.0 d	18.0 c	2.0
66.0 d	82.0 c	98.0	
<b>Disposicion de excretas</b>			
Fecalismo a ras de suelo o Letrina	38.0 d	58.0 d	6.0
Drenaje o Fosa séptica	62.0 d	42.0 d	94.0
<b>Fuente de calor para cocinar</b>			
Fogón en piso o en alto	12.0	34.0 c	14.0
Estufa de gas	88.0	66.0 c	86.0
<b>Otras condiciones sanitarias</b>			
Cocina separada	62.0 a	84.0	92.0
Ventilación	68.0 a	80.0	90.0
Animales dentro de la casa	20.0	34.0 c	10.0
Energía eléctrica	94.0	90.0	100.0
<b>Aparatos electrodomesticos</b>			
Radio	88.0b	88.0 c	100.0
TV Blanco y negro o color	64.0 a b	90.0	92.0
Refrigerador	36.0 b	58.0	56.0
<b>Nivel de hacinamiento</b>			
Sin Hacinamiento (<3 personas por habitación)	58.0	60.0	72.0
Bajo Hacinamiento (de 3 a 5 personas)	34.0	30.0	24.0
Alto Hacinamiento (> de 5 personas)	8.0	10.0	4.0

a p<0.05 entre la colonia subsidiada y la que fue subsidiada  
 b p<0.05 entre la colonia subsidiada y la nunca subsidiada  
 c p<0.05 entre la colonia nunca subsidiada y la que fue subsidiada  
 d p < 0.001 entre la colonia subsidiada y la que fue subsidiada y entre la colonia nunca subsidiada y la que fue subsidiada

GRAFICO 1

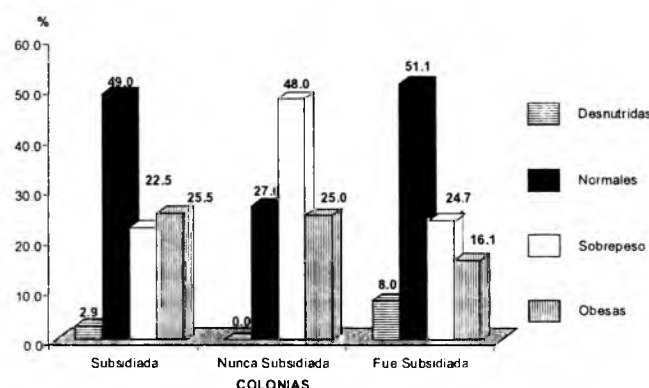
Estado de nutrición de los niños menores de 5 años de edad, de acuerdo con el indicador peso para la edad



Respecto al estado de nutrición de las mujeres (Gráfico 2), en la colonia subsidiada el 48.0% presentó sobrepeso u obesidad, en la nunca subsidiada el 73.0% y en la que fue subsidiada del FIDELIST el 40.8%.

GRAFICO 2

Estado de nutrición de las mujeres mayores de 18 años de edad, de acuerdo al IMC



En la Tabla 3 se puede apreciar que más del 90% de las familias de las tres colonias de estudio consumen el maíz en forma de tortilla. El consumo familiar diario de tortilla fue de 2.2 y 2.3 kilogramos para las colonias subsidiada y que fue subsidiada respectivamente; en la colonia nunca subsidiada este consumo fue de 1.8 kg.

Se obtuvo el consumo per cápita de tortilla individual y desagregado para niños, mujeres y adultos. De manera global los mayores consumos de tortilla se registraron en la colonia que fue subsidiada por el FIDELIST, registrando 475 g de consumo per cápita.

Por grupos de población se observó que los niños consumen alrededor de 200g de tortilla; las mujeres 289g en la colonia nunca subsidiada por el FIDELIST, 327g en la subsidiada y 387g en la colonia que fue subsidiada.

Para los adultos, el consumo diario de tortilla fue de 410g en las colonias subsidiada y que fue subsidiada y 360g en la nunca subsidiada (Tabla 3).

TABLE 3  
Consumo de tortilla de la población de estudio

Consumo de tortilla		Colonias		
		Subsidiada (N=50)	Nunca subsidiada (N=50)	Fue subsidiada (N=50)
Tipo de consumo	Masa o Nixtamal* (%)	1.7	0.0	12.7
	Tortilla (%)	96.3	93.6	96.4
diario de maíz	Maíz (%)	2.1	6.4	3.6
Consumo	Global (g)	394.0	331.0	474.5
Percapita de	Niños (g)	197.6	175.0	209.0
tortilla	Mujeres (g)	327.3	288.8	386.9
	Adultos (g)	410.4	360.0	410.4

\* El nixtamal es el maíz cocido con cal y serenado, se deja reposar y se procede a su molienda para convertirlo en masa

En la Tabla 4 se muestra la comparación entre la contribución porcentual de la tortilla a la dieta familiar y algunos alimentos de la canasta básica, en las tres colonias. Se puede observar que la tortilla es el alimento que contribuye mayormente en el aporte de energía, proteínas y de varios micronutrientes como calcio, tiamina, niacina, hierro y zinc, si bien el aprovechamiento de estos dos últimos no es muy eficiente.

Para la colonia que fue subsidiada, el aporte de energía, proteínas y por lo tanto de micronutrientes, a través del huevo y el frijol es mayor que en las otras dos colonias.

De acuerdo con la estructura del consumo familiar de productos básicos registrado en cada colonia, el costo del consumo familiar de tortilla representa casi el 20% del costo total de los productos consumidos tanto en la *colonia subsidiada* como en la *que fue subsidiada*; en tanto que, en la *nunca subsidiada* representa el 13.6% (Tabla 5).

El gasto en los productos básicos es 15% menor en la *colonia subsidiada* que en la *que fue subsidiada* (Tabla 5).

TABLE 4  
Contribución porcentual del consumo de alimentos seleccionados a la recomendación de energía, proteínas y algunos micronutrientes

Alimento	Colonia	Energía	Proteína	Calcio	Hierro	Zinc	Tiamina	Niacina
Tortilla de maíz blanco	Subsidiada	48.9	39.8	55.8	51.0	50.5	47.9	41.9
	Nunca Subsidiada	40.3	31.1	46.9	43.8	41.1	40.0	32.7
	Fue Subsidiada	47.5	35.4	52.3	48.1	43.6	43.3	36.0
Carne de res y Pollo	Subsidiada	3.9	13.1	0.5	3.5	15.4	2.1	23.3
	Nunca Subsidiada	5.7	18.3	0.6	5.0	22.3	4.0	32.7
	Fue Subsidiada	24.9	15.8	0.5	4.3	18.1	3.1	26.8
Frijol	Subsidiada	9.3	16.6	15.2	14.6	19.4	22.2	10.2
	Nunca Subsidiada	10.0	16.9	16.6	16.4	20.4	24.7	10.4
	Fue Subsidiada	12.3	20.1	19.3	18.6	22.6	27.8	11.9
Huevo entero fresco	Subsidiada	3.8	9.0	3.2	4.5	8.5	2.8	0.5
	Nunca Subsidiada	3.8	8.5	3.3	5.0	8.4	2.7	0.5
	Fue Subsidiada	5.1	10.9	4.1	6.2	10.1	3.6	0.6
Leche fresca	Subsidiada	4.0	6.7	18.4	0.5	6.1	3.5	1.4
	Nunca Subsidiada	5.1	8.0	23.9	1.0	7.7	4.7	1.6
	Fue Subsidiada	4.2	6.4	18.7	0.8	5.7	3.1	1.3
Total	Subsidiada	69.9	85.2	93.1	74.1	99.9	78.5	77.3
	Nunca Subsidiada	64.9	82.8	91.3	71.2	99.9	76.1	77.9
	Fue Subsidiada	94	88.6	94.9	78	100	80.9	76.6

Recommended Dietary Allowances 10th Ed. National Academy Press, Washington 1989.

**TABLA 5**  
Costo de los alimentos de la canasta básica consumidos e impacto económico del subsidio de la tortilla y la leche

Alimento	Subsidiada			Nunca subsidiada			Fue subsidiada		
	Cantidad (g ó ml)	Costo (\$)*	% del costo	Cantidad (g ó ml)	Costo (\$)*	% del costo	Cantidad (g ó ml)	Costo (\$)*	% del costo
Carne de Res	137	5.15	13.6	199	7.46	16.6	185	6.95	16.9
Pollo	181	3.44	9.1	270	5.12	11.4	234	4.45	10.8
Pescado	8	0.44	1.2	7	0.42	0.9	19	1.05	2.6
Leche	749	4.87	12.8	947	6.16	13.7	802	5.21	12.7
Huevo	313	2.82	7.4	312	2.81	6.3	424	3.82	9.3
Frijol	324	3.33	8.8	344	3.54	7.9	432	4.45	10.8
Arroz	175	1.14	3.0	139	0.90	2.0	296	1.92	4.7
Azúcar	351	2.10	5.5	379	2.27	5.1	304	1.82	4.4
Tortilla	2200	7.48	19.7	1800	6.12	13.6	2300	7.82	19.1
Derivados de trigo	451	7.14	18.8	611	10.04	22.4	242	3.55	8.6
Costo Total		37.91	100.0		44.84	100.0		41.04	100.0
Subsidio									
Tortilla		3.40							
Leche		1.00			1.72			1.12	
Gasto efectivo		33.51			43.12			39.92	
Costo per cápita		6.11			7.73			8.21	
Gasto per cápita		5.40			7.43			7.98	

\* \$9.50 pesos mexicanos equivalen en promedio a un dólar americano en 1999

### DISCUSION

Este estudio muestra que el programa de subsidio a la tortilla Fidelist contribuye de manera importante en la economía de la población de escasos recursos y se asocia con mejores condiciones de nutrición de los niños de las familias beneficiarias. Al igual que otros estudios, confirma que, desde el punto de vista nutricional y económico, la tortilla es uno de los mejores alimentos (25).

El programa de subsidio a la tortilla está orientado básicamente a apoyar la economía y la alimentación familiar de la población urbana en condiciones de pobreza extrema, esto es de la población que mediante sus propios recursos es incapaz de satisfacer las necesidades mínimas de bienestar en materia de alimentación, vivienda, salud y educación.

La comparación de las tres localidades permite apreciar la dinámica demográfica en relación con las condiciones socioeconómicas y nutricionales de la población urbana. En la medida en que las comunidades marginadas se integran al desarrollo urbano, avanzan en el ciclo de vida, acumulan bienes, mejoran vivienda y acceden a mejores empleos y servicios, el subsidio deja de tener una importancia crucial.

La comunidad que fue subsidiada, tan sólo una década atrás presentaba condiciones similares a las otras dos localidades actualmente en condiciones de pobreza urbana extrema. Aun manteniendo su estado de colonia popular con

población de bajos ingresos, el retiro del subsidio parece no repercutir de manera negativa en cuanto a la calidad de la alimentación ni con el estado de nutrición de la población infantil. En esta colonia no se observó ningún caso de desnutrición infantil de alto riesgo (peso para edad menor a-2z).

Por el contrario, el subsidio a la tortilla parece ser un importante diferenciador en cuanto a las condiciones de nutrición infantil entre las colonias pobres. Mientras que en la colonia pobre subsidiada la desnutrición de alto riesgo afecta al 12%, en la colonia nunca subsidiada afecta al 19.2%, siendo de resaltar el hecho de que en el primer caso no se detectó ningún niño con desnutrición severa (peso para edad menor a-3z), en tanto que casi el 3.8% de los niños de la segunda colonia padecen este grado de desnutrición.

Es posible reconocer un doble efecto del subsidio de la tortilla en cuanto a la economía familiar. En primer termino se observa un efecto directo en la transferencia del subsidio, el cual representa un monto de cien pesos mexicanos mensuales (poco mas de 10 US dólares). El subsidio a la tortilla en la *colonia subsidiada* representa el 45% de costo del consumo familiar de tortilla, reduce en un 9% el gasto en alimentos, lo cual implica un gasto familiar per cápita 25% menor en dicha colonia respecto a la no subsidiada.

El segundo efecto opera en la modulación del patrón alimentario. Llama la atención que el costo de la canasta de

alimentos consumida por las familias nunca subsidiadas (\$44.84 pesos) sea mayor que el de las familias no subsidiadas (\$37.91), e incluso que el de las familias de la colonia que ya no recibe subsidio (\$41.04), si bien esto último se cancela al hacer la comparación con base per cápita. El costo real per cápita diario de los alimentos consumidos por las familias nunca subsidiadas (\$7.73) es 27.5% superior al costo de los alimentos consumidos por las familias subsidiadas (\$6.11). Esta diferencia se debe a un mayor consumo de alimentos como carne de res (45%), pollo (49%), leche (26%), y pan y galletas (35%), así como a un menor consumo de tortillas (18%) (Tabla 5). Aunque pudiera pensarse que un mayor consumo de alimentos de origen animal se asocia con una mejor nutrición, si consideramos que el patrón alimentario de las familias subsidiadas se relaciona con un mejor estado de nutrición infantil respecto a las familias nunca subsidiadas, podemos asumir que el patrón alimentario de estas familias no es mejor que el de las que reciben subsidio: de hecho, el aporte nutrimental de ambos patrones de alimentación no muestra diferencias significativas (Tabla 4).

El subsidio a la tortilla parece inducir un patrón de alimentación menos costoso sin detrimento de la calidad nutrimental. En este sentido puede considerarse que, al valor del subsidio directo de la tortilla (\$0.56 diarios per cápita), debiera agregarse la diferencia de costos entre ambos patrones de consumo de alimentos (\$1.62 diarios per cápita), asumiendo que al disponer de una mayor cantidad de tortilla las familias adoptan un consumo menor de alimentos de origen animal.

En este estudio, se aprecia que la tortilla constituye sin duda la principal fuente de energía, proteína y varios micronutrientes, para la población urbana mexicana de escasos recursos.

Este estudio contribuye al replanteamiento del padrón de beneficiarios del FIDELIST, en el sentido de que el programa debe canalizarse a la población de menores ingresos (26).

Se constata que la tortilla es un alimento de arraigo cultural y base de la alimentación de la población mexicana, ya que independientemente del subsidio es el alimento más consumido.

Los hallazgos del presente estudio pueden ser extrapolados a colonias con procesos de urbanización marginal importantes en las décadas recientes de nuestro país tales como Ciudad Nezahualcóyotl, San Quintín (Baja California Norte), algunas colonias de Puebla, Morelos y la Ciudad de México, entre otras. Así como a situaciones similares en centro y Latinoamérica.

El programa de subsidio a la tortilla se justifica en la medida que contribuye al mejoramiento de las condiciones de vida de la población que la recibe, con una rentable relación costo-beneficio. La estimación del impacto neto del programa constituye un reto metodológico ya que es prácticamente imposible aislar el efecto de la tortilla subsidiada del conjunto

de factores determinantes de la satisfacción de los mínimos de bienestar

El programa de subsidio a la tortilla, seguirá siendo un mecanismo esencial para la asistencia social de las familias del medio urbano en condiciones de pobreza extrema, en la medida que sea capaz de seguir la dinámica sociodemográfica de la población, renovando el padrón de beneficiarios de tal manera que se retire de aquellas colonias y familias que no lo necesitan prioritariamente, para ser reorientado a las familias que requieren de tal apoyo en forma apremiante y cuya carencia se traduzca en un grave daño para sus miembros, sobre todo niños y ancianos.

### AGRADECIMIENTOS

Los autores del presente trabajo desean agradecer al FIDELIST por permitir la realización del mismo y por su apoyo financiero.

### REFERENCIAS

1. Davidsson L, Dimitriou E, Boy E, Walczyk T and F Hurrell R. Iron bioavailability from iron-fortified Guatemalan meals based on corn tortillas and black bean paste. *Am J Clin Nutr* 2002;75 (3):535-539.
2. Solomons, NW. Micronutrients and urban life-style: lessons from Guatemala. *Arch Lationoam Nutr* 1997;47(2 Suppl 1):44-9.
3. Figueroa C JD, Godinez Acero MG. Fortification and evaluation of nixtamal tortillas. *Arch Lationoam Nutr* 2001;51(3):293-302.
4. Sharing United States Technology to aid in improvement of nutrition (SUSTAIN). Storage sensory and bioavailability evaluation of iron fortified corn masa flour. pp 1-34. *Sustain*, 2000.
5. Torres TF. El Consumo de Tortilla como reflejo de la crisis alimentaria en la ZMCM. *Momento económico*. No. 71. Instituto de Investigaciones económicas UNAM, México, 1994.
6. Instituto Nacional del Consumidor. Encuesta de Seguimiento del Gasto Alimentario a la población de Escasos Recursos de la Ciudad de México. INCO, México, 1990.
7. Aguirre J y Escobar M. Encuesta Dietética sobre Alimentación en la Familia Obrera. Instituto Nacional de la Nutrición "Salvador Zubirán". México, 1990.
8. Chávez A y Roldán J. Los alimentos en México. La alimentación de los señores y los plebeyos. Edición Mundial. México, 1993. 60-65.
9. Ávila A, Shamah T y Chávez A. Encuesta Urbana de Alimentación y Nutrición de la Zona Metropolitana de la ciudad de México 1995. INNSZ, DIF, FIDELIST, IPC, FAM. México, 1995.
10. Rivera Dommarco J, Shamah Levy T, Villalpando Hernández S, González de Cossio T, Hernández Prado B, Sepúlveda J. Encuesta Nacional de Nutrición 1999 Estado Nutricio de

- Niños y Mujeres en México. Cuernavaca, Morelos. México: Instituto Nacional de Salud Pública, 2001.
11. México. Diario Oficial de la Federación, 15 de marzo de 2002, cuarta sección. p.27.
  12. México. Informe de Gobierno. Gasto y principales programas para la superación de la pobreza. Desarrollo humano y social. 1 de Septiembre 2002.
  13. Ham-Chande R. El envejecimiento: Una nueva dimensión de la salud en México. Salud Pública Mex. 1996;38:409-418.
  14. Lohman TG, Roche AF, Martorell R (editors). Anthropometric standardization reference manual. Champaign (IL): Human Kinetics Books. 1988.
  15. Habicht JP. Estandarización de métodos epidemiológicos cuantitativos sobre el terreno. Bol Oficina Sanit Panam 1974; 76:375-385.
  16. Avila-Curiel A, Shamah-Levy T, Galindo-Gómez C, Rodríguez-Hernández G, Barragán-Heredia LM. La desnutrición infantil en el medio rural mexicano Salud Publica Mex 1998;40:150-160.
  17. Parra S, Romieu I, Hernández-Avila M, Madrigal H. Usos y limitaciones de los métodos de encuesta dietética. En: Madrigal H, Martínez H. Manual de encuestas de dieta. Serie Perspectivas en Salud Pública. Cuernavaca, México: Instituto Nacional de Salud Pública, 1996:25-50. Salud pública de México / vol.40, no.2, marzo-abril de 1998.
  18. Willet W, Nutritional Epidemiology, chapter 5. Food-frequency Method, second edition, New York, Oxford University Press , 1998, pag 75-100.
  19. Hernández-Avila M, Romieu I, Parra S, Hernández-Avila J, Madrigal H, Willett W. Validación y reproducibilidad de un cuestionario de frecuencia de consumo para estimar la ingesta alimentaria en mujeres de la Ciudad de México. Salud Publica Mex 1998;40:133-140.
  20. Organización Mundial de la Salud. Medición del Cambio del Estado Nutricional. NCHS-OMS. Ginebra, 1983.
  21. WHO. Obesity. Preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO Consultation on Obesity. Geneva, June 1997.
  22. Chávez A, et al. Tablas Valor Nutritivo de los Alimentos. Instituto Nacional de la Nutrición "Salvador Zubirán", México, 1996.
  23. Muñoz. M., Chávez A., Pérez-Gil, F., Roldán, JA., Hernández. S., Ledesma, JA., Mendoza, E., y Chaparro, A. 1996. Tablas de valor nutritivo de los alimentos de mayor consumo en México. México, D.F.: Editorial Pax.
  24. SPSS for Windows. 1997. Version 8.0.0 Chicago: SPSS Inc. Statistical Program for Social Sciences.
  25. Vargas E, Muñoz R, et al. Chemical composition and biological values of tortillas and bread produced on the comercial level in Costa Rica. Arch Latinoam Nutr1986; 36(3):456-465.
  26. Fideicomiso para la Liquidación al Subsidio de la Tortilla (FIDELIST). Tlaxcalli, historia de un subsidio (orígenes del FIDELIST). SEDESOL, México, 2000.

Recibido: 26-03-2002

Aceptado: 03-09-2002

CONVENIO  
FUNDACREDESA - FUND. BENGUA  
"Centro de Documentación José María Bengoa"

## Potencial de fibra alimentar em países ibero-americanos: alimentos, produtos e resíduos

Eliana B. Giuntini, Franco M. Lajolo, Elizabete W. de Menezes

Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental de Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade  
de São Paulo, São Paulo, Brasil

**RESUMO.** A reduzida ingestão de fibra alimentar (FA) vem sendo associada ao aumento de inúmeras doenças crônicas não transmissíveis. Nos últimos anos, muitos pesquisadores de países ibero-americanos vêm caracterizando adequadamente a FA em alimentos e em resíduos industriais, buscando tecnologia para produzir concentrados, desenvolvendo e testando produtos enriquecidos, a partir de alimentos regionais. O presente estudo visou, através da compilação de informações sobre FA, avaliar o potencial deste nutriente na região. Há uma grande disponibilidade de alimentos regionais e tradicionais com teor significativo de fibra alimentar como frutas, hortaliças e, principalmente, cereais e leguminosas. Fontes concentradas de FA, obtidas a partir de diferentes resíduos industriais, foram caracterizadas e avaliadas, podendo ser utilizadas no enriquecimento de alimentos. Alguns produtos enriquecidos vêm sendo testados, como biscoitos com torta de milho na Colômbia (produto contendo 16,8% de FA na base integral) e macarrão com fibra de trevo no Chile (11,2%). No mercado cubano já se encontram produtos como pão de trigo integral (12%); produtos para fins especiais, como comprimidos de fibra de cítricos (55%) e alimentos para dieta enteral (1-1,9%). Os dados sobre conteúdo de FA apresentados neste trabalho representam alguns exemplos sobre o potencial deste nutriente nos países ibero-americanos, potencial este, que se mostrou bastante significativo. Cabe salientar, que a completa base de dados está disponível no web site do Projeto CYTED XI.6/CNPq (<http://www.fcf.usp.br/cytedxi6>) a qual apresenta o conteúdo de FA em 817 alimentos regionais, tradicionais e não convencionais, que podem ser conhecidos e utilizados por profissionais de diversas áreas.

**Palavras chave:** Fibra alimentar, alimentos, resíduos industriais.

**SUMMARY.** Dietary fiber potential in Iberian-American countries: food, products and residues. The reduced intake of dietary fiber (DF) has been associated with the increase in the incidence of several non-transmissible chronic diseases. Recently many researchers from Iberian-American countries have been studying DF of food and industrial residues in order to improve technological knowledge about concentrates production as well as the development and test of enriched products originated from regional food. The present study aimed to evaluate the regional DF potential based on compilation of data about this nutrient. There is great availability of regional and traditional food with considerable DF amounts as we may find in fruits, vegetables and cereals and legumes. Concentrated sources of DF obtained from different industrial residues were characterized and evaluated making possible their utilization in food enrichment. Cookies added to corn residues (16,8% DF in integral weight) in Colombia, and pasta added to lupine fiber in Chile (11,2%) are examples of tested enriched products. Products like bread with whole wheat (12%), products for especial uses as well as pills of citric DF (55%) and food for enteral diets (1-1,9%) are already available on Cuba market. The dietary fiber contents presented in this work allow us to have an idea of the potential of such nutrient in Iberian-American countries. Such potential has been proved to be considerably representative. It is worth to inform that the complete DF database is available on the CYTED XI.6/CNPq Project Web site (<http://www.fcf.usp.br/cytedxi6>). It provides data on 817 regional, traditional and not conventional foods, that can be searched and utilized by professional from different areas.

**Key words:** Dietary fiber, food, industrial residues.

### INTRODUÇÃO

A preocupação com a manutenção da saúde e a prevenção de certas doenças tem sido associada a uma ingestão adequada de fibra alimentar (FA) por parte dos profissionais de saúde, e também por uma parcela da população atenta às informações que, já há algum tempo, vêm sendo veiculadas.

A fibra alimentar (FA), considerada o principal componente de vegetais, frutas e cereais integrais, permitiu que estes alimentos pudessem ser incluídos na categoria dos

alimentos funcionais, pois a sua utilização dentro de uma dieta equilibrada pode reduzir o risco de algumas doenças, como as coronarianas e certos tipos de câncer (1), além de agregar uma série de benefícios (2).

Porém, a busca de dados de FA freqüentemente esbarra na falta de informações corretas sobre o seu conteúdo presente nos alimentos. Algumas tabelas de composição de alimentos utilizadas ainda apresentam dados obtidos por métodos que quantificam a fibra bruta, muito distante, portanto, do valor real da fibra alimentar total (FAT). A FA começou a ser

adequadamente quantificada através da utilização de métodos enzimáticos-gravimétricos e enzimáticos-químicos, a partir da década de 90 (2,3).

A FA pode ser utilizada no enriquecimento de produtos ou como ingrediente, pois é constituída de polissacarídeos, lignina, oligossacarídeos resistentes e amido resistente, entre outros, que tem diferentes propriedades físico-químicas. De maneira geral, estas propriedades permitem inúmeras aplicações na indústria de alimentos, substituindo gordura ou atuando como agente estabilizante, espessante, emulsificante; desta forma, podem ser aproveitadas na produção de diferentes produtos: bebidas, sopas, molhos, sobremesas, derivados de leite, biscoitos, massas e pães. (4).

O conhecimento das propriedades físico-químicas é importante para a produção de alimentos com boa textura e sabor, porque a simples adição de elevadas quantidades de fibra nem sempre resulta em produtos com características sensoriais desejáveis (5).

De acordo com Larrauri (6) a fibra ideal deve ser bem concentrada, não ter componentes antinutricionais, não comprometer a vida de prateleira do produto a ser adicionado, apresentar boa proporção de fibra solúvel e insolúvel, e apresentar características organolépticas suaves. Além disso, deve ser aceita pelo consumidor como um produto saudável, apresentar positivos efeitos fisiológicos e ter custo razoável.

Nos países ibero-americanos existe um grande potencial de alimentos e produtos que vêm sendo pesquisados, alimentos nem sempre convencionais, mas de grande importância do ponto de vista nutricional e que poderiam ser melhor explorados. No entanto, estas informações encontram-se dispersas, não existindo nenhuma publicação que as agrupe; e muitas tabelas de composição de alimentos na América Latina ainda hoje não apresentam o teor de fibra alimentar, principalmente de fontes não convencionais e resíduos industriais. A fim de suprir esta deficiência, o presente trabalho visou compilar informações de FA de alimentos e produtos ibero-americanos, sejam regionais, tradicionais ou não convencionais e de resíduos industriais. Cabe mencionar que esta compilação foi desenvolvida como uma das metas do Projeto CYTED XI.6/CNPq - *Obtención y caracterización de fibra dietética para su aplicación en alimentos para regímenes especiales* (7), que estudou a FA em diferentes aspectos: físico-químico, tecnológico e fisiológico (8).

## MATERIAIS E MÉTODOS

O levantamento de informações foi feito, principalmente, a partir de dados provenientes de vários laboratórios ibero-americanos, que participaram do Projeto CYTED XI.6/CNPq - *Obtención y caracterización de fibra dietética para su*

*aplicación en alimentos para regímenes especiales* (7), de trabalhos científicos de pesquisadores destes laboratórios, que discutem o aproveitamento, utilização e enriquecimento de diferentes tipos de alimentos convencionais ou não, como resíduos de indústrias de alimentos e de publicações de outros grupos.

As informações foram compiladas segundo as diretrizes propostas pela Rede Brasileira de Sistema de Dados de Alimentos (BRASILFOODS), Rede Latino-americana de Sistema de Dados de Alimentos (LATINFOODS) e International Network Data System (INFOODS) (9, 10). Estas normas são as mesmas adotadas para a elaboração das tabelas de composição de alimentos da América Latina e visam garantir o intercâmbio de informações entre os diferentes países.

Foram selecionados somente as informações e trabalhos que apresentaram resultados de análises de FA efetuadas por métodos oficiais da Association of Official Analytical Chemists (AOAC) (3): métodos enzimáticos-gravimétricos de Prosky et al. (11-13), não-enzímico gravimétrico - para alimentos com reduzido teor de amido - de Li & Cardozo (14), enzimático-químico de Theander & Westerlund - método Uppsala (15) e também o método enzimático-químico de Englyst & Cummings (16). Os resultados foram expressos de acordo com as informações disponíveis e contemplando o teor de fibra alimentar total (FAT), e/ou a fibra alimentar solúvel (FAS) e a fibra alimentar insolúvel (FAI), por 100g de alimento na base seca ou integral. O teor FAT pode ter sido obtido por análise direta ou somatório das frações solúvel e insolúvel.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Muitos dos alimentos de consumo regional, convencionais ou não, são importantes do ponto de vista nutricional e particularmente como fonte de fibra alimentar (FA). Tornando-se mais conhecidos, podem ser considerados uma alternativa e introduzidos gradativamente, enriquecendo ou variando a dieta habitual de outra região. No Brasil, frutas como o sapoti (9,98% de FA na base integral), a goiaba (6,01%) e a fruta-do-conde (5,62%) (17) poderiam ter seu consumo incentivado, uma vez que contém quantidades significativas de FA; o mesmo acontece com a farinha de mandioca (6,2%) (17), consumida em todo país, porém em quantidades diferenciadas em cada região. Alguns pratos regionais do Brasil (17) e da Venezuela (18) contêm elevado conteúdo de FA, o que também acontece com alimentos e produtos mexicanos, como a *tortilla* (5,52%), a fava (3,35%) e alguns tipos de pães artesanais (19) (Tabela 1).

TABELA 1  
Teor de fibra alimentar total (FAT) em alimentos e pratos regionais, por país de origem \*

País	Alimento	Umidade (%)	FAT (% base integral)	Referência
Br	Sapoti, polpa	84,13	9,98	17
Ch	Alga. <i>Luche</i> , verde, cozida	84,40	8,80	24
Ch	Alga. <i>Cochayuyo</i> , rama, cozida	91,90	6,90	24
Br	Mandioca, farinha, crua	7,60	6,20	17
Br	Goiaba	80,72	6,01	17
Br	Fruta-do-conde	79,80	5,62	17
Me	<i>Tortilla</i> , amarela	47,50	5,53	19
Br	Tutu de feijão	55,50	5,00	17
Ve	<i>Pabellón criollo</i> , panela de pressão	...	4,85	18
Me	<i>Galleta</i> , "Marías"	6,40	4,38	19
Me	Fava, verde, cozida	71,10	3,35	19
Me	Nopal	90,80	3,47	19
Ve	<i>Pollo herbido</i> ", panela de pressão	...	2,95	18
Me	<i>Empanada</i> , pão artesanal	...	2,00	19

\* Ch-Chile, Br-Brasil, Ve-Venezuela, Me-México.

(...) dado não disponível.

As algas, alimento habitual nos países orientais, e algumas delas consumidas no Chile, representam uma fonte considerável de vitaminas e minerais, e também de FA (6,90-8,80%), além de apresentarem reduzido conteúdo energético (20).

O *nopal* (figo-da-índia), uma cactácea rica em FA (3,47%) (19) muito utilizada pela população mexicana, apresentou alterações importantes no crescimento e, principalmente, no perfil sanguíneo de colesterol, lipoproteínas e glicose em ratos (21).

Estes dados mostram que o consumo de determinados alimentos regionais deve ser estimulado por agregarem elevado teor de FA. Desta forma, tornam-se necessárias campanhas de incentivo, mostrando à população que a sociedade industrializada modifica seu estilo de vida, e altera hábitos anteriormente mais saudáveis. Um bom exemplo a ser mencionado, é o que ocorreu com o consumo de feijão junto à população brasileira. Houve, nas últimas três décadas, uma significativa diminuição da ingestão da FA e uma das principais causas está relacionada com o menor consumo de feijão (22). Torna-se, agora, necessário estimular o consumo deste alimento e de outras fontes de FA.

De acordo com Dreher (5) um alimento com teor de 2 a 3% de FA pode ser considerado uma boa fonte de fibra alimentar (FA). No Brasil, a portaria nº27, da Secretaria Nacional de Vigilância Sanitária (23), estabelece, no regulamento técnico referente à informação nutricional complementar, que um alimento pode ser considerado fonte de FA quando apresentar no produto pronto 3g/100g (base integral) para alimentos sólidos e 1,5g/100ml (base integral)

para líquidos; já com o dobro deste conteúdo é considerado um alimento com elevado teor de FA. Assim sendo, temos vários alimentos usualmente consumidos, como a acelga, agrião, beterraba, batata doce, brócolis, mandioca, couve-flor (17,24,25) com teores significativos de FA, em torno de 3%. Cabe salientar que além das hortaliças, as leguminosas (17,19), os cereais e seus derivados (17,24,26) merecem destaque, pois contêm elevados teores de fibra alimentar (FA) ficando geralmente acima de 4,50%. Muitos cereais matinais apresentam valores consideráveis (3,11-4,90%) (17) (Tabela 2).

TABELA 2  
Teor de fibra alimentar total (FAT) em alguns vegetais, cereais e seus derivados tradicionalmente consumidos, por país de origem\*

País	Alimento	Umidade (%)	FAT (% base integral)	Referência
Ch	Aveia, farinha	2,70	10,00	24
Me	Lentilha, cozida	72,00	8,26	19
Cu	Trigo, farinha (84% extração)	...	7,80	26
Br	Feijão, mulatinho, cozido	67,50	7,20	17
Br	Feijão, preto, cozido	76,61	6,00	17
Me	Grão de bico, cozido	69,00	5,88	19
Br	Feijão, carioca, cozido, 45 min	67,50	5,60	17
Cu	Milho, verde, grão	...	5,41	26
Br	Cereal matinal, aveia, amêndoa e mel, <i>Honey Nut o's</i>	6,00	4,90	17
Br	Ervilha, verde, cozida, 30 min	66,70	4,87	17
Ch	Abóbora, cozida	91,64	3,58	24
Ar	Couve-flor, cozido	92,50	3,18	25
Br	Cereal matinal, milho, açúcar	4,50	3,11	17
Br	Pão francês	24,50	3,00	17
Ch	Beterraba, cozida	90,83	2,96	24
Ch	Repolho	92,19	2,72	24

\* Ar-Argentina, Br-Brasil, Ch-Chile, Cu-Cuba, Me-México.

(...) dado não disponível.

No Chile, foi encontrado teor de aproximadamente 10% de FA na farinha de aveia (24). No sul do Brasil observaram-se grandes variações entre os teores de FAT (9,26 e 13,86%), FAS (3,13 e 7,25%), FAI (4,87 e 8,85%), e também em relação às  $\beta$ -glucanas (3,01 e 4,13%), componente da FA, em função das diversas cultivares de aveia (27). De Francisco (28) verificou valores de  $\beta$ -glucanas variando entre 3,6 e 5,8%, fato explicado pela influência de fatores ambientais. Devido aos elevados teores de FA e  $\beta$ -glucanas presentes na aveia, este produto é de grande importância do ponto de vista nutricional. Entretanto, em função da grande variedade nestes teores, decorrentes das diversas cultivares e fatores ambientais, a rigorosa avaliação da matéria-prima é essencial para sua seleção.

Vegetais e frutas são fontes de inúmeros nutrientes,

incluindo vitaminas, oligoelementos, fibra alimentar (FA) e outros compostos biologicamente ativos. O consumo destes alimentos tem sido associado com várias ações, como a estimulação de sistema imune, redução de agregação plaquetária, modulação da síntese de colesterol e metabolismo hormonal, redução de pressão sanguínea, e efeitos antioxidante, antibacteriano e antiviral; desta forma, estes alimentos podem estar associados a uma diminuição na incidência de doenças crônicas não transmissíveis, como doença cardíaca e diabetes tipo 2 (4,29). Vários autores, baseados em estudos epidemiológicos ratificam a recomendação de consumo destes alimentos na prevenção de doenças crônicas não transmissíveis, incluindo câncer do trato gastrointestinal (4).

Informações sobre o aproveitamento de subprodutos da indústria de alimentos são limitadas, mas buscar o aproveitamento de subprodutos industriais é de extremo interesse, pois alia o aspecto econômico e ambiental à produção de alimentos de elevada qualidade nutricional destinados ao consumo humano.

A Tabela 3 mostra concentrados de FA obtidos de alimentos convencionais ou não, entre eles de resíduos industriais, e que podem servir de veículo para o enriquecimento de alimentos. Esta tabela apresenta o perfil de resíduos que vem sendo estudados como fonte de FA nos diversos países ibero-americanos como farelos de cereais e leguminosas (17,24,30); casca, folha e/ou bagaço de frutas e hortaliças (17,25,31-36); rizomas (25) e outros (26,37).

O farelo de aveia vem sendo estudado por apresentar teores significativos de  $\beta$ -glucanas (28), cerca de 9,5%, praticamente o dobro do encontrado em grãos e em outras formas de processamento de aveia (tostada, flocos), enquanto a farinha contém 3,4% (38). As  $\beta$ -glucanas, principal componente da parede celular da aveia e da cevada, estão presentes em vários tecidos de cereais e outras gramíneas (28).

Em estudo de Bourdón *et al.*, massas preparadas com 40% de farinha de cevada, ricas ou enriquecidas com  $\beta$ -glucanas provocaram menor resposta insulínica quando comparadas com refeição de reduzido teor de fibra alimentar (FA). Os carboidratos foram mais lentamente absorvidos e observou-se menor concentração de colesterol plasmático (39).

Cabe lembrar que, devido às propriedades físico-químicas da fibra, há também benefícios tecnológicos (4) que podem e devem ser explorados na produção de alimentos, somando-se estas qualidades aos atributos nutricionais.

Pães, biscoitos, massas e salgadinhos (extrusados de milho) parecem ser excelentes veículos de fibra alimentar; são produtos de boa aceitação, consumidos por todas as faixas etárias, e atingem principalmente idosos e crianças (Tabela 4).

TABELA 3  
Teor de fibra alimentar total (FAT) em resíduos de alimentos, por país de origem\*

País	Alimento	Umidade (%)	FAT (% base integral)	FAT (% base seca)	Referência
Cu	Abacaxi, casca, fibra	...	85,20		31
Ch	Tremoço, farelo	4,33	85,14		24
Co	Maracujá, casca	5,00	82,10		32
Cu	Toranja, folhas lavadas	8,00	74,90		34
Cu	Cevada, malte, resíduo	6,80	70,30		26
Co	Milho, torta dura, alta proporção de partículas grandes	...	68,40		37
Cu	Soja, casca, pó	8,00	65,10		30
Ch	Trigo, farelo	...	44,50		24
Br	Milho, casca	...	39,78		17
Br	Arroz, farelo	4,98	24,34		17
Ch	Tremoço, farinha	11,12	23,42		24
Me	Beterraba, bagaço	3,4	22,60		35,36
Ch	Aveia, farelo	...	13,50		24
Br	Cenoura, folha, crua	81,62	7,91		17
Br	Banana, nanica, casca	88,92	4,92		17
Es	Manga, casca, concentrada	...	...	71,50	33
Es	Laranja, casca, concentrada	...	...	69,10	33
Es	Maçã, fibra, concentrada	...	...	60,30	33
Cu	Uva, branca, semente	...	...	56,17	26
Ar	<i>Achira</i> , rizoma	...	...	46,50	25
Ar	<i>Pomelo</i> , bagaço	...	...	48,50	25

\* Ar- Argentina, Br-Brasil, Ch-Chile, Co-Colômbia, Cu-Cuba, Me-México, Es-Espanha.

(...) dado não disponível.

TABELA 4  
Teor de fibra alimentar total (FAT) em alimentos e produtos enriquecidos, por país de origem\*

País	Alimento	Umidade (%)	FAT (% base integral)	Referência
Cu	<i>Galleta</i> , doce, c/ farelo de trigo	...	17,00	41
Co	<i>Galleta</i> , c/ torta de milho dura	4,42	16,83	37
Cu	Pão, trigo, integral	27,30	12,00	26
Co	<i>Galleta</i> , doce, c/ fibra de maracujá	3,10	11,80	37
Ch	Macarrão, <i>fideo</i> , c/ fibra de tremoço	11,45	11,19	43
Ch	Pão, c/ fibra de tremoço	30,89	9,00	43
Ch	<i>Galleta</i> , aveia, tremoço, celulose microcristalina	5,21	8,46	43
Ch	<i>Queque</i> , c/ aveia e tremoço	28,80	7,90	43
Cu	Macarrão, integral, espaguete	...	5,24	26

\* Ch-Chile, Co-Colômbia, Cu-Cuba.

(...) dado não disponível.

De acordo com Roberfroid (40) um alimento natural pode ser genuinamente funcional, ou tornar-se funcional pelo aumento de concentração, adição ou substituição de um componente. Os alimentos e/ou produtos enriquecidos da Tabela 4 podem ser considerados exemplos destes alimentos,

pois foram adicionados de alguma fonte de fibra, com a finalidade de enriquecê-los.

Cuba, através do Instituto de Investigaciones para la Industria Alimentícia, já lançou vários produtos no mercado. Seus estudos iniciaram-se há quinze anos com a adição de resíduos de trigo a produtos de panificação (pão, macarrão e biscoito), que contam com grande demanda por parte da população. Depois passou a estudar o aproveitamento dos subprodutos das indústrias de derivados de frutas cítricas, abacaxi, cana e malte (indústria cervejeira) e desenvolveu comprimidos, complementos e alimento enteral com esses resíduos (41,42).

No Chile vem sendo testados biscoitos (galletas e muffins), pães e espagete adicionados de fibra proveniente do tremoço, ou com uma mistura de fibra de tremoço, aveia e celulose microcristalina, com bom grau de aceitação (43). A Colômbia vem desenvolvendo galletas acrescidos de fibra de maracujá ou torta de milho, ambos com elevado teor de FA (37).

As fibras purificadas não trazem consigo as vitaminas e minerais presentes naturalmente nos alimentos; assim, uma estratégia para contornar o problema foi o enriquecimento, como tem sido feito em Cuba, onde são adicionados estes nutrientes em produtos para regimes especiais e para atletas, e no Chile em produtos desenvolvidos para idosos (41,43). Mesmo tendo um aproveitamento diferenciado da fibra alimentar natural, os produtos dietéticos e enriquecidos não deixam de ser uma importante opção para a prevenção ou como coadjuvantes de tratamentos das doenças crônicas não transmissíveis, principalmente levando-se em conta as mudanças no estilo de vida e hábitos alimentares de sociedades industrializadas.

Alguns países, preocupados com o aumento de doenças crônicas não transmissíveis e a transição nutricional, caracterizada pela alta ingestão de gordura e produtos refinados, como açúcar, e reduzida ingestão de FA, já desenvolveram produtos para dietas especiais, ricos em fibra alimentar, inclusive para dieta enteral (Tabela 5) (17,26,33,41).

A disponibilidade de informações sobre o teor de FA dos alimentos é importante pois permite calcular com mais segurança a ingestão da fibra alimentar, servindo para avaliar riscos/benefícios e embasar estratégias para estimular o consumo de alimentos fontes de FA. Também pode ser usado para fins de rotulagem e marketing nutricional.

Os dados sobre o conteúdo de FA em alimentos e produtos apresentados nas Tabelas 1-5 representam apenas alguns exemplos sobre o potencial deste nutriente nos países ibero-americanos. Estas informações, em sua totalidade, estão disponíveis no web site do Projeto CYTED XI.6/CNPq ([www.fcf.usp.br/cytedxi6](http://www.fcf.usp.br/cytedxi6)), o qual contém dados de 817 alimentos ou produtos e também podem ser encontrados na publicação Contenido en fibra dietética e almidón resistente

en alimentos y productos iberoamericanos (44).

TABELA 5  
Teor de fibra alimentar total (FAT) em produtos para fins especiais, por país de origem\*

País	Produto	Umidade (%)	FAT (% base integral)	FAT (% base seca)	Referência
Br	Soja, fibra. <i>Fibrin</i>	11,04	70,87		17
Cu	Abacaxi, fibra alimentar, comprimidos	8,00	62,50		26
Cu	Cítricos, fibra alimentar, comprimidos	8,00	55,00		41
Br	Fibra, tablete, <i>Fiber &amp; Herb</i>	3,88	27,36		17
Cu	Complemento dietético, pó (proteína de soja, fibra de cítricos, min, vit.)	...	15,00		41
Br	Alimento enteral, c/ Se, Zn, Mg, <i>Oligosoy</i>	5,84	1,93		17
Cu	Alimento enteral, líquido, s/ lactose	...	1,00		41
Es	Laranja, casca, concentrada	...	...	69,10	33
Es	Maçã, fibra, concentrada	...	...	61,04	33

\* Br-Brasil, Cu-Cuba, Es-Espanha.

( ... ) dado não disponível.

Há um grande potencial de alimentos produzidos em países ibero-americanos, sejam eles regionais, tradicionais e não convencionais, além dos concentrados de FA a partir de resíduos industriais. Estas fontes significativas de fibra alimentar, podem e devem ser conhecidas e exploradas, seja pela população, desde que devidamente orientada, seja por profissionais da saúde e indústria que precisam conhecer melhor este potencial.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a colaboração e apoio financeiro do Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnologia para el Desarrollo (CYTED), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Programa de Pós-graduação Interunidades em Nutrição Humana Aplicada (PRONUT)/USP - FCF/FEA/FSP.

## REFERÊNCIAS

1. Food and Drug Administration (FDA). Center for Food Safety & Applied Nutrition. A good labelling guide: appendix C Health Claims. 1998 [acesso em 2000 jun 7]. Disponível em: <http://www.vf.cfsan.fda.gov>.
2. Food and Agriculture Organization of the United Nations and World Health Organization. Carbohydrates in human nutri-

- tion. Food and nutrition. Rome: FAO, 1998. 140p. [Report, n.66].
3. Cho S, Devries JW, Prosky L. Dietary fiber analysis and applications. USA: AOAC Internacional; 1997.
  4. Cho SS, Dreher ML, editores. Handbook of Dietary Fiber. New York, NY: Marcel Dekker, Inc; 2001.
  5. Dreher ML. Food industry perspective: functional properties and food uses of dietary fiber. In: Kritchevsky, D, Bonfield, C, editores. Dietary fiber in health & disease. Minnesota: Eagan Press; 1995. p. 467-74.
  6. Larrauri JA. New approaches in the preparation of high dietary fibre powders from fruit by products. Trends Food Sci Tech 1999;10:3-8.
  7. Projeto CYTED XI.6/CNPq - Obtenção e caracterização de fibra dietética para su aplicação em alimentos para regímenes especiais. Projeto pré-competitivo. São Paulo: Faculdade de Ciências Farmacêuticas - USP, 1996. 60p. [CYTED - Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo].
  8. Lajolo FM, Saura-Calixto F, Wittig de Penna E, Menezes EW, editores. Fibra dietética en Iberoamerica: tecnología y salud. Obtenção, caracterización, efecto fisiológico y aplicación en alimentos. [Projeto CYTED XI.6/CNPq. Obtenção y caracterización de fibra dietética para su aplicación en regímenes especiales]. São Paulo: Varela; 2001.
  9. Menezes EW, Caruso L, Lajolo FM. Uniformização internacional de dados brasileiros de composição de alimentos. Bol Soc Bras Ciênc Tecnol Alim 1997;31(2):93-104.
  10. Menezes EW, Gonçalves FAR, Giuntini EB, Lajolo FM. Brazilian food composition database: Internet dissemination and other recent developments. J Food Compos Anal. In press 2002.
  11. Prosky L, Asp N-G, Furda I, DeVries JW, Schweizer TF, Harland BF. Determination of dietary fiber in foods, food products, and total diets: interlaboratory study. J Assoc Off Anal Chem 1984;67(6):1044-52
  12. Prosky L, Asp N-G, Schweizer TF, DeVries JW, Furda I. Determination of insoluble, soluble and total dietary fiber in foods, food products: interlaboratory study. J Assoc Off Anal Chem 1988;71(5):1017-20.
  13. Prosky L, Asp N-G, Schweizer TF, DeVries JW, Furda I. Determination of insoluble and soluble dietary fiber in foods, food products: collaborative study. J AOAC Int 1992;75(2):360-7.
  14. Li BW, Cardozo MS. Nonenzymatic-gravimetric determination of total fiber in fruits and vegetables. J AOAC Int 1992;75(2):372-4.
  15. Theander O, Westerlund EA. Studies on dietary fiber 3. Improved procedures for analysis of dietary fiber. J Agric Food Chem 1986;34:330-6.
  16. Englyst HN, Cummings JH. Improved method for measurement of dietary fiber a non-starch polysaccharides in plant foods. J Assoc Off Anal Chem 1988;71(4):808-14.
  17. Universidade de São Paulo (USP) Tabela Brasileira de Composição de Alimentos-USP. Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental, Faculdade de Ciências Farmacêuticas. 1998 [acesso em 2001 abr 22]. Disponível em: <http://www.fcf.usp.br/tabela>.
  18. Pernia JYS, Infante RB, Ochoa OEG. Efecto del tratamiento térmico sobre la fibra dietética en platos típicos venezolanos. In: Lajolo FM, Saura-Calixto F, Wittig de Penna E, Menezes EW, editores. Fibra Dietética en Iberoamerica: tecnología y salud. São Paulo: Varela; 2001. p. 297-311.
  19. Departamento de Graduados e Investigaciones en Alimentos. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Instituto Politécnico Nacional, México 1999 (Informes internos dos laboratórios).
  20. Pak N, Araya H. Macroalgas marinas comestibles de Chile como fuente de fibra dietética: Efecto en la digestibilidad aparente de proteínas, fibra y energia y peso de deposiciones en ratas. Arch Latinoam Nutr 1996;46(1):42-6.
  21. Medellín MLC, Saldivar SOS, Garza JV. Efecto de la ingestión de nopal crudo y cocido (*Opuntia ficus indica*) en el crecimiento y perfil de colesterol total, lipoproteína y glucosa en sangre de ratas. Arch Latinoam Nutr 1998;48(4):316-23.
  22. Lajolo FM, Menezes EW. Dietary fiber and resistant starch intake in Brazil: recommendations and actual consumption patterns. In: Cho SS, Dreher ML, editores. Handbook of dietary fiber. New York, NY: Marcel Dekker; 2001. p. 845-58.
  23. Brasil. Ministério da Saúde. Portaria n.27. Regulamento técnico referente à informação nutricional complementar. 1998 jan 13 [acesso em 2000 jun. 10] Disponível em: <http://anvisa.gov.br>.
  24. Departamento de Ciencias de los Alimentos y Tecnología Química, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. Universidad de Chile. Chile 1999 (Informes internos dos laboratórios).
  25. Centro de Investigación y Desarrollo en Tecnología de Alimentos (CIDTA), Facultad Regional Rosario, Universidad Tecnológica Nacional, Argentina 1998 (Informes internos dos laboratórios).
  26. Vicedirección de Ciencias. Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia. Información Interna. Habana, Cuba 1998 (Informes internos dos laboratórios).
  27. Gutkoski LC, Trombetta C. Avaliação dos teores de fibra alimentar e de beta-glicanas em cultivares de aveia (*Avena sativa* L). Ciênc Tecnol Aliment 1999;19(3):387-90.
  28. De Francisco A, De Sá RM. Beta-glucanas: localização, propriedades e utilização. In: Lajolo FM, Saura-Calixto F, Wittig de Penna E, Menezes EW, editores. Fibra dietética en Iberoamerica: tecnología y salud. São Paulo: Varela; 2001. p.91-102.
  29. Law MR, Morris JK. By how much does fruit and vegetable consumption reduce the risk of ischemic heart disease? Eur J Clin Nutr 1998;52(8):549-56.
  30. Fernández M, Prieto E, Falco S, Cuesta M, Denis U, Méndez V. Empleo de radiaciones gamma en la descontaminación microbiológica de la fibra dietética de soya. Informe Técnico. Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia. Habana, Cuba. 1998.
  31. Pérez MF, Sánchez JLR. Tecnología para la obtención de fibra dietética a partir de materias primas regionales. La experiencia en Cuba. In: Lajolo FM, Saura-Calixto F, Wittig de Penna E, Menezes EW, editores. Fibra Dietética en Iberoamerica: tecnología y salud. São Paulo: Varela; 2001. p. 211-36.

32. Baquero C, Bermúdez AS. Los residuos vegetales de la industria de jugos de maracuyá como fuente de fibra dietaria. In: Lajolo FM, Menezes EW. *Fibra Dietética. Temas en Tecnología de Alimentos*. v.2. [Anais do Simpósio Iberoamericano sobre fibra dietética em alimentos - Projeto CYTED XI. 6. São Paulo, 1997]. México: IPN; 1998. p. 207-14.
33. Departamento de Metabolismo y Nutrición. Instituto del Frio. Madrid, España - Saura-Calixto, F. e Departamento de Nutrición y Bromatología I. Universidad Complutense de Madrid. España - Goñi, I (Informes internos dos laboratórios).
34. Borroto B, Rodríguez, JL, Larrauri JA. Composición química de la fibra dietética obtenida a partir de hollejos cítricos durante su cosecha. *Alimentaria*. 1995;265: 63-5.
35. Duque RL, Gallardo NY, Santoyo MA, Sánchez PMAE. Estudio del efecto de diferentes niveles de adición de las fibras de salvado de trigo y betabel sobre el bolo fecal. In: Lajolo FM, Menezes EW, editores. *Fibra Dietética. Temas en Tecnología de Alimentos*. v.2. [Anais do Simpósio Iberoamericano sobre fibra dietética em alimentos - Projeto CYTED XI. 6. São Paulo, 1997]. México: IPN; 1998. p. 135-41.
36. Duque RL, Gallardo NY, Santoyo MA, Sánchez PMAE. Efecto fisiológico de seis tipos de fibras dietéticas sobre el volumen fecal en ratas Wistar. In: Lajolo FM, Menezes EW, editores. *Fibra Dietética. Temas en Tecnología de Alimentos*. v.2. [Anais do Simpósio Iberoamericano sobre fibra dietética em alimentos - Projeto CYTED XI. 6. São Paulo, 1997]. México: IPN; 1998. p. 79-85.
37. Bermúdez AS. Elaboración de productos alimenticios con fibra. La experiencia en Colombia. In: Lajolo FM, Saura-Calixto F, Wittig de Penna E, Menezes EW, editores. *Fibra Dietética en Iberoamerica: tecnología y salud*. São Paulo: Varela; 2001. p. 277-82.
38. De Sá RM, De Francisco A, Soares FCT. Concentração de  $\beta$ -glucanas nas diferentes etapas do processamento da aveia (*Avena sativa* L.). *Ciênc Tecnol Aliment* 1998;18(4):425-7.
39. Bourdon I, Yokoyama W, Davis P, Hudson C, Backus R, Richter D, Kunckles B, Schneeman BO. Postprandial lipid, glucose, insulin and cholecystokinin responses in men fed barley pasta enriched with beta-glucan. *Am J Clin Nutr* 1999;69(1):55-63.
40. Roberfroid MB. Concepts in functional foods: the case the inulin and oligofructose. *J. Nutr.* 1999;129(7 Suppl.):1398-401.
41. Sánchez JLR, Pérez MF. Elaboración de productos alimenticios con fibra. La experiencia en Cuba. In: Lajolo F.M., Saura-Calixto F., Wittig de Penna E, Menezes EW, editores. *Fibra dietética en Iberoamerica: tecnología y salud*. São Paulo: Varela; 2001. p. 263-6.
42. Larrauri JA, Rodríguez JL. Características de los polvos obtenidos a partir de residuos de tomate. Informe Técnico. Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia. Habana. Cuba, 1990.
43. Wittig de Penna E. Elaboración de productos alimenticios con fibra. La experiencia en Chile. In: Lajolo FM, Saura-Calixto F, Wittig de Penna E, Menezes EW, editores. *Fibra Dietética en Iberoamerica: tecnología y salud*. São Paulo: Varela; 2001. p. 255-62.
44. Menezes EW, Lajolo FM, editores. Contenido en fibra dietética y almidón resistente en alimentos y productos iberoamericanos. Proyecto CYTED XI.6/CNPq *Obtención y caracterización de fibra dietética para su aplicación en regímenes especiales*. São Paulo: Docuprint; 2000.

Recibido: 29-06-2001

Aceptado: 11-07-2002

## Deficiencias de hierro y de vitamina A y prevalencia de anemia en niños y niñas de 6 a 24 meses de edad en Chaco, Argentina

*María del Carmen Morasso, Julia Molero, Pablo Vinocur, Luis Acosta, Nilda Paccussi, Susana Raselli, Graciela Falivene, Fernando E Viteri*

Ministerio de Salud del Chaco, República Argentina, UNICEF Argentina, Universidad de California, Berkeley

**RESUMEN.** A fin de conocer la prevalencia de anemia, deficiencias de hierro (DH) y vitamina A y diseñar estrategias de prevención se estudiaron 414 niños/as de 6 a 24 meses de edad, seleccionados aleatoriamente en toda la provincia de Chaco. Se realizó una encuesta y se determinó hemoglobina (Hb), ferritina y retinol plasmáticos. La prevalencia de anemia (Hb < 110 g/L) fue 66,4%, similar en distintos grupos de edad e incluyó a 18% con Hb < 90 g/L. La proporción de estos casos fue menor en niños de 6 a 8 meses de edad (5.1%) que en los demás ( $\cong$  20%) (P = 0.007). El promedio de Hb fue más alto en los niños de 6 a 8 meses que en el resto, asociándose con menor prevalencia de DH (ferritina < 12  $\mu$ g/L) (p < 0.000) y no con la edad (F: 0.245 p= 0.8865). La prevalencia de DH, presente en el 36.6% en este grupo de edad, aumentó a 72.9% en los mayores de 18 meses. La prevalencia de anemia fue significativamente más alta en: varones; en nacidos con peso < 3000g; en niños que nunca tomaron suplementos de hierro y en los pobres. La deficiencia de Vitamina A se observó en el 5.1% de los casos. (Retinol < 20  $\mu$ g /dl) La precocidad con la que aparecen altas prevalencias de anemia y la gravedad de la misma en el segundo año de vida, exigen la aplicación de estrategias para mejorar la nutrición de hierro antes y durante el embarazo, en el período perinatal y los dos primeros años de vida. Estas estrategias deben basarse en el empoderamiento de las comunidades y promover la ligadura oportuna del cordón umbilical.

**Palabras clave:** Hierro, anemia, vitamina A, niños, factores sociodemográficos, Chaco- Argentina.

**SUMMARY.** Prevalence of anemia, iron and vitamin A deficiencies in children between 6 to 24 months of age in Chaco, Argentina. To determine the prevalence of anemia, and iron (ID) and vitamin A deficiencies aiming at their prevention, 414 children between 6 and 24 months of age, were randomly selected from the whole province of Chaco. A sociodemographic survey was implemented, and hemoglobin (Hb), plasma ferritin and retinol were measured. Anemia prevalence (Hb < 110 g/L) was 66.4%, without differences between age groups, and included 18% with Hb < 90 g/L. These cases were significantly less in children 6-8 month of age (5.1%) than in the others ( $\cong$  20%) (P: 0.007). Mean Hb was also higher in 6 - 8 months old children and was associated with lower prevalence of ID (ferritin < 12  $\mu$ g/L) (p < 0.000) but not with age (p= 0.8865). ID already present, however, in 36.6% of children in this age group, reached a prevalence of 72.9% in children older than 18 months. Anemia prevalence was significantly higher in males, in children whose birth weight was < 3000 g, in those who had never taken iron supplements and among the poor, both structural and by income. Retinol values < 20  $\mu$ g /dl occurred only in 5.1% of children. Iron nutrition prior to, during pregnancy and in children during the first 2 years of life must be improved by joining strategies based on community empowerment aimed at improving dietary iron, assuring effective preventive supplementation and promoting the opportune umbilical cord ligation.

**Key words:** Iron, anemia, vitamin A, children, sociodemographic factors, Chaco Argentina.

### INTRODUCCION

En niños/as menores de 36 meses de edad, la anemia por deficiencia de hierro (DH) es la enfermedad nutricional mas frecuente en el mundo y en América Latina (1).

Durante los 2 primeros años de vida, etapa de rápido crecimiento y maduración del sistema nervioso, cuando toman forma las habilidades motoras y cognitivas, la anemia por DH puede causar daño irreversible en la capacidad cognitiva y el desarrollo psicomotor (2-4). Además puede incidir negativamente en el crecimiento físico, en varias funciones endocrinas y gastrointestinales y en la inmunidad (5).

Dado que existen estrategias de probada eficacia para su prevención, urge buscar las intervenciones adecuadas para evitar que millones de niños padezcan las consecuencias de la DH y la anemia (6). La persistencia de altas prevalencia de anemia se constituye en franca violación a la Convención de los Derechos del Niño en tanto compromete derechos básicos como el de gozar del máximo nivel posible de salud y desarrollo y limita el acceso a una educación adecuada.

En Argentina, existen estudios que indican una alta prevalencia de anemia por DH en los menores de 2 años en distintas regiones del país (7,8) y de deficiencia de vitamina A en niños con alto riesgo social (9).

La provincia de Chaco es una de las que concentraba mayor población con necesidades básicas insatisfechas (NBI), según el Censo Nacional de Población y Vivienda (CNPV) de 1991 (10). La tasa de mortalidad infantil en 1997 fue la más alta del país. Esta provincia está ubicada al noreste de la República Argentina y su altitud media es inferior a 100 metros sobre el nivel del mar.

En 1997 el Gobierno de la Provincia de Chaco, en cooperación con UNICEF encaró un programa orientado a garantizar que los niños gocen del máximo nivel posible de salud.

Dada la repercusión de las carencias de micronutrientes en la salud infantil, (11) se realizó el estudio cuyos resultados se presentan, con el propósito de diseñar estrategias adecuadas para su prevención y control. Sus objetivos fueron: evaluar las prevalencias de anemia, deficiencia de hierro e hipovitaminosis A en niños de 6 meses a 2 años de edad; identificar asociaciones de prevalencia de anemias e hipovitaminosis A con variables biológicas y sociodemográficas y conocer el acceso de la población al sistema de salud y a otros programas sociales.

Se diseñó una muestra aleatoria de  $n = 440$  niños y niñas del total de niños y niñas entre 6 y 24 meses de edad que habitaban la provincia de Chaco en octubre de 1998. El muestreo se realizó en tres etapas abarcando la totalidad del territorio provincial. En la primera etapa se seleccionaron sistemáticamente, con arranque aleatorio 44 radios censales, con probabilidad de selección proporcional a su tamaño poblacional, ordenados según hacinamiento. En la segunda etapa se listaron todos los hogares con niños en la edad establecida y luego se seleccionaron aleatoriamente 10 hogares en cada radio censal. Los 440 resultantes son los necesarios para realizar la estimación de una proporción con una precisión mínima del  $\pm 10\%$  con el 95% de confianza, postulando un coeficiente de correlación intraclassa de 0,40 según la experiencia de la OMS (12) en estudios similares. Si esta correlación es menor la precisión mínima también disminuye. Se seleccionaron 5 hogares adicionales por punto muestra para poder efectuar reemplazos en casos de rechazos o imposibilidad de encontrar a la familia en dos ocasiones consecutivas. La proporción de rechazos entre etapa de listado y encuesta fue de 16,9%. Se solicitó consentimiento informado a la madre o responsable de cada niño incluido.

El estudio fue aprobado por el Ministerio de Salud de la provincia y apoyado por una campaña de comunicación social.

El número total de casos estudiados fue 414 niños de 6 meses a 2 años a los que se realizó encuesta y extracción de sangre. Las muestras de sangre fueron tomadas por punción venosa. Se determinó en ellas: hemoglobina por el método de cianmetahemoglobina usando un contador hematológico automatizado ( $n = 399$ ); ferritina por Enzimo Inmuno Ensayo ( $n = 348$ ), y retinol plasmático utilizando un cromatógrafo

líquido de alta presión. (HPLC) ( $n = 414$ ). Las muestras para esta determinación fueron protegidas de la luz desde su extracción hasta el dosaje, el que se realizó en la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional de Buenos Aires.

Se utilizaron los siguientes límites de inclusión: se consideró anemia a valores de Hb  $< 110$  g/L (13). DH a valores de ferritina plasmática  $< 12$   $\mu\text{g./l}$  (13,14) y depleción de hierro  $< 20$   $\mu\text{g./l}$  (6).

El estado nutricional de vitamina A se interpretó de acuerdo a los valores de retinol plasmático ( $\mu\text{g./dl}$ ), como sigue: normal  $> 30$ , riesgo de deficiencia: 20 y  $< 30$ , deficiencia moderada: 10  $< 20$  ( $< 0.70$   $\mu\text{mol./L}$ ) y severa:  $< 10$  (0.35  $\mu\text{mol./l}$ ) (15). El análisis estadístico se realizó mediante el programa SPSS para Windows Versión 11. Las diferencias entre promedios se calcularon por análisis de varianza de una y dos vías. Se utilizó regresión logística para cuantificar diferencias de prevalencias de anemia entre grupos por edad y niveles de DH. Las diferencias entre proporciones se calcularon mediante Chi cuadrado y "Odds ratios" (OR).

## RESULTADOS

La población estudiada, se caracterizó por una alta concentración de pobreza (58%), según NBI y bajo nivel educativo de las madres. (Tabla 1). Si bien 90% de los niños tenían adecuada frecuencia en los controles de salud, sólo 18% tomaban suplementos de hierro en tanto que 22% habían tomado pero abandonaron (Tabla 2). La causa más frecuente, referida por las madres, para discontinuar la toma del suplemento (75%) fue falta de indicación o provisión del mismo por parte del equipo de salud. La intolerancia o rechazo por sabor fue mencionada en el 11% de los casos. De estos, solo el 31% tomó suplementos por mas de 2 meses.

La prevalencia de anemia en el total de la muestra fue 66,4%. No se encontraron diferencias significativas entre los grupos de edad. La Tabla 3 muestra la distribución de valores de Hb por grupos de edad, en donde se nota que la proporción de casos con Hb  $< 90$ g/L fue significativamente menor en el grupo de niños entre 6 a 8 meses que en los demás ( $P = 0.007$ ). Los promedios de Hb descendieron con la edad (Tabla 3), pero las diferencias de promedio no alcanzaron significación estadística. ( $p = 0.065$ ).

En la Tabla 4 se presenta la distribución de los valores de ferritina por grupos de edad, el promedio geométrico y los valores para el promedio mas y menos una desviación estándar (DE). La prevalencia de DH es menor en el grupo de 6 a 8 meses, al igual que la prevalencia de Hb  $< 90$  g/L, y aumenta con la edad hasta los 17 meses, siendo la diferencia entre proporciones significativa ya a los 9-11 meses en relación al grupo de menor edad ( $p = 0.0489$ ).

**TABLA 1**  
Descripción de la población de niños

Variable	Nº	%
<b>Edad (meses cumplidos)</b>		
6 a 8	82	19.8
9 a 11	77	18.6
12 a 17	139	33.6
18 a 24	116	28.0
<b>Sexo</b>		
Masculino	215	51.9
Femenino	199	48.1
<b>Peso al nacer</b>		
Menor de 2500	40	9.7
2500 a 3000	58	14.0
Más de 3000	310	74.9
Sin datos	6	1.4
<b>Hogar con NBI (necesidades básicas insatisfechas)</b>		
Sí	243	58.7
No	171	41.3
<b>Urbano / Rural</b>		
Rural	82	19.8
Urbano	332	80.2
<b>Obra social</b>		
Si	121	29.2
No	293	70.8
<b>Escolaridad de la madre o persona a cargo</b>		
No lee ni escribe	36	8.7
Primaria incompleta o no asistió	110	26.6
Primaria completa	94	22.7
Secundaria incompleta	98	23.7
Secundaria completa y más	76	18.4
<b>Lactancia materna</b>		
Tomaron y ya no toman	205	49.5
Continúan tomando	193	46.6
Nunca tomaron	16	3.9

**TABLA 2**  
Acceso a atención de salud y programas sociales (n=414)

Variable	Nº	%
<b>Motivo de consulta último control de salud</b>		
Control	242	58.5
Enfermedad	149	36.0
Control + enfermedad	20	0.7
<b>Tiempo transcurrido desde el último control (*)</b>		
Malo	16	6.1
Regular	10	3.8
Óptimo	236	90.1
<b>Toma /Tomó suplementos de hierro</b>		
Tomó y ya no toma	93	22.5
Toma actualmente	74	17.9
Nunca tomó	247	59.7
<b>Duración de la suplementación de hierro (**)</b>		
Menos de 1 mes	23	31.1
1 a 2 meses	28	37.8
Más de 2 meses	23	31.1

(\*) Tiempo transcurrido desde el último control  
Edad: Menor de 1 año: malo: > 2 meses; regular: 1 a 2 meses; óptimo: < 1 mes. Igual o mayor de 1 año: malo: > 3 meses, regular: 2 a 3 meses, óptimo < 2 meses.

(\*\*) En el grupo que tomó y ya no toma

**TABLA 3**  
Distribución, promedio y DE de Hb (g/L) por edad

Edad (meses)	Nº con Hb	% Hb g/L		Total < 110	Promedio (± DE) Hemoglobina g/L
		< 90	90 a < 110		
6 a 8	79	5.1	59.5	64.6	105.7 (12.2)
9 a 11	74	18.9	50.0	68.9	102.4 (12.6)
12 a 17	134	20.1	47.0	67.2	101.3 (13.9)
18 y más	112	24.1	41.1	65.2	100.6 (15.4)

**TABLA 4**  
Distribución y promedio geométrico de ferritina µg/L por edad

Edad (meses)	Nº con ferritina	Distribución ferritina µg/L			Promedio geométrico ferritina µg/L (Promedio ± DE)
		< 12	12 a < 20	> 20	
6 a 8	70	38.6	30.0	31.4	14.41 (25.8/ 9.60)
9 a 11	59	55.9	25.4	18.7	10.13 (18.31/ 6.04)
12 a 17	118	72.9	15.2	11.9	8.13 (13.44/ 5.34)
18 y más	101	67.3	18.8	13.9	8.66 (13.98/ 5.70)

Los promedios de ferritina disminuyeron con la edad, siendo la diferencia entre promedios estadísticamente significativa, ( $p < 0.05$ ) a partir de los 12 meses en comparación con los valores entre 6 - 8 meses. A partir de los 17 meses los promedios de ferritina se estabilizaron con alta proporción de casos con DH.

Con el fin de determinar si los cambios en la distribución de los niveles de Hb tenían alguna relación con los niveles de reservas de hierro, con la edad, o con ambas variables (interacción entre ferritina y edad), se realizó un análisis de varianza de doble vía tomando todos los casos en los distintos grupos de edad que tenían determinaciones de hemoglobina y ferritina ( $n = 346$ ). Se agruparon los casos según sus niveles de ferritina como sigue: < 12 µg./l deficientes; 12-19.9 µg./l, depletados; y > 20 µg./l normales.

Este análisis mostró que los valores bajos de Hb se asociaron con DH independientemente de la edad ( $p < 0.000$ ), y que no existía una interacción significativa entre edad y valores de ferritina ( $F = 0.245$ ;  $p = 0.865$ ). Además, los valores de ferritina mayores de 12 µg/L (ya sean entre 12 y 20 µg/L o más altos) no explicaron las diferencias en los valores promedio de hemoglobina con la edad, ni la menor prevalencia de casos de anemia severa en el grupo de 6 a 8 meses de edad. A partir de los 9 meses de edad todos los casos de anemia severa, independiente de edad, se asociaron significativamente con DH ( $p < 0.05$ ).

La deficiencia de vitamina A severa mostró una prevalencia de 0,2%, la moderada 4.9% y el riesgo de

deficiencia 30,2%. El promedio de retinol plasmático fue de  $349 \pm 112 \mu\text{g/L}$ . No se observaron diferencias significativas en los distintos grupos de edad.

La anemia se asoció, además, significativamente con el

sexo masculino, con haber nacido con un peso inferior a 3000 g, con no haber ingerido suplementos de hierro y con pertenecer a grupos con pobreza tanto estructural como por ingresos (Tabla 5).

TABLA 5  
Asociaciones entre distintas variables y anemia

Variable	Nº con Hb	% Hb. Baja	Entre	OR (IC)	Chi	p
<b>Total general</b>	399	66,4				
<b>Sexo</b>			Masc. vs. Fem.	1.60 (1,03-2,49)	4,98	0,0256
Masculino	207	71,5				
Femenino	192	60,9				
<b>Peso al nacer (gramos)</b>			3000 vs. >3000	1,76 (1,01-3,08)	4,51	0,0335
< 2500	37	67,6				
2500- 2999	56	80,3				
3000 y más	300	63,6				
Sin dato PN	6	66,6				
<b>Instrucción materna</b>			< PI vs. SC y +	1,60 (0,85-3,03)	2,46	0,1162
< Primaria completa	143	70,0				
Prim. Compl. + sec. Inc.	185	66,5				
Secundaria completa y más	71	59,1				
<b>NBI</b>			Con vs. sin NBI	1,63 (1,04-2,54)	5,22	0,0222
Con NBI	237	70,9				
Sin NBI	162	66,5				
<b>Urbano /Rural</b>			Rural vs. Urbano	0,92 (0,53-1,59)	0,09	0,7642
Rural	80	65,0				
Urbano	319	66,8				
<b>Obra social</b>			OS Sí vs. OS No	0,73 (0,45-1,18)	1,79	0,1799
Si	114	61,4				
No	285	68,4				
<b>Suplementos de hierro</b>			Nunca tomó vs. Está tomando	1,97 (1,09-3,57)	5,94	0,0147
Tomó y ya no toma	89	60,7				
Esta tomando	68	55,8				
Nunca tomó	242	71,5				
<b>Ingresos (quintiles)</b>			Q1 vs. Q5	3,66 (1,67-8,07)	12,99	0,0003
1	62	77,4				
2	59	74,1				
3	74	70,2				
4	80	64,0				
5	97	48,3				
Sin datos de ingresos	39	76,9				

## DISCUSION

La prevalencia de anemia observada en este estudio, es la más alta reportada en el país en este grupo de edad y similar a la encontrada en Misiones en 1989 (55%) (7), provincia que comparte la misma región que Chaco y que tiene similares características ecológicas y sociodemográficas. Esta tendencia estacionaria en la prevalencia de anemia, se observa asimismo en la provincia de Buenos Aires, donde tanto en 1986 (8) como en el 2000 (16), la prevalencia fue cercana la 50%. Esto demuestra la existencia de un serio problema que afecta

a la mayoría de los niños Argentinos y la falta de aplicación de estrategias efectivas para la prevención y control de esta patología.

Los niños /as menores de 2 años en Chaco tienen buen acceso a los servicios locales de salud. No obstante ser tan frecuente la anemia, incluso en sus formas moderadas y severas, esta parece no ser percibida ni por los equipos de salud ni por las familias para encarar y demandar su prevención o tratamiento. Sólo 17% de los niños recibían suplementos de hierro en tanto 70% recibían leche entera en polvo. Si bien la entrega de leche y suplementos de hierro

preventivo son actividades que integran el control de salud de los niños, es obvia la diferente valoración de los dos recursos. Esta observación expresa, en nuestra opinión, la necesidad de capacitar a los equipos de salud y emponderar a las comunidades para participar y actuar en defensa de sus derechos. Asimismo, refuerza la importancia del uso de la leche como vehículo de fortificación con hierro y cinc, tal como lo ha hecho recientemente el Ministerio de Salud de la Nación (17), para niños mayores de 6 meses de edad.

Será importante evaluar el valor preventivo de la leche fortificada sobre todo en edades tempranas ya que a los 6-8 meses de edad el 65 % de los niños/as ya estaban anémicos y con niveles de ferritina plasmática indicativos de reservas inadecuadas o deficiencia de hierro en el 69% de ellos. Es posible que la suplementación preventiva desde los 4 meses de edad sea una medida a conservar e implementar adecuadamente además de la fortificación de la leche con hierro.

Entre los niños anémicos, sólo 7% de las madres referían estar administrándoles suplementos de hierro. Entre los que habían recibido y abandonaron, la duración de la suplementación fue inferior a 2 meses en el 70% de los casos. Entre quienes tomaban suplementos la prevalencia de anemia fue menor que en el resto, sugiriendo la efectividad de esta estrategia.

Llama la atención que la prevalencia de anemia fuese similar en todos los distintos grupos de edad, y que apenas a los 6-8 meses el 65% de los niños ya presentaba esta condición.

La deficiencia de hierro y anemia maternas han sido asociadas con mayor riesgo de anemia en el primer año de vida, operando a través de prematuridad y retardo en el crecimiento intrauterino (18), lo que conlleva un rápido agotamiento de las reservas de hierro post-natales por aceleración de la velocidad de crecimiento. En este estudio, la prevalencia de anemia en embarazadas fue de 28%. (Aceptado para publicación ALAN 2002).

Si bien, por las características de estudio transversal, no podemos asociar el estado nutricional de hierro de los niños con el de sus madres, hemos observado que los niños nacidos con peso inferior a 3000g presentaron mayor prevalencia de anemia que el resto ( $p = 0.0335$ ).

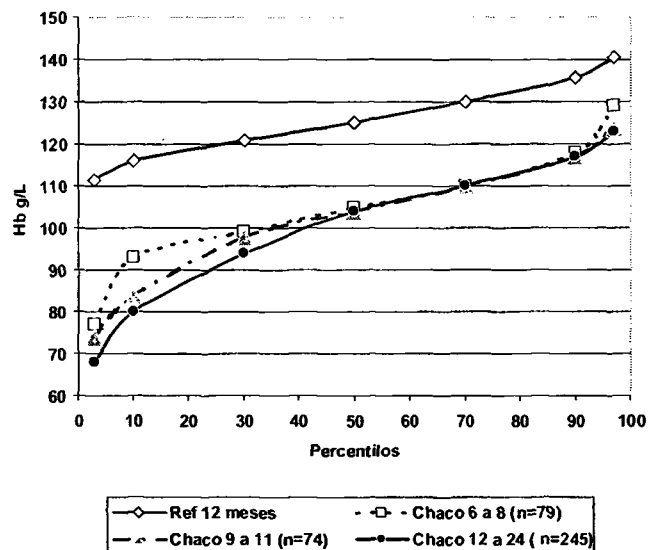
Otra causa perinatal involucrada en la anemia en el primer año de vida es la ligadura precoz del cordón umbilical. En Chaco, la práctica habitual era la ligadura precoz (19). El hierro de la transfusión placentaria un minuto después del nacimiento es similar a la cantidad de hierro aportado por la lactancia materna exclusiva en los 6 primeros meses de vida (20). Ambas fuentes de hierro constituyen una reserva natural para sostener las elevadas demandas de este mineral en el primer año de vida.

Si bien más de la mitad de los niños continuaban recibiendo lactancia materna, información de otros estudios (21), sugiere que ya al mes de vida más de la mitad de los niños reciben alimentos complementarios, y que habitualmente la leche de vaca se encuentra entre ellos.

Una explicación adicional para interpretar la elevada prevalencia de anemia a edades tan tempranas sería que en el segundo semestre de vida el límite de inclusión de Hb para definir anemia fuera menor a 110 g/L. En el Gráfico 1 se han superpuesto a los percentilos de Hb considerados referencia normal (22) los encontrados en este estudio en los distintos grupos de edad. Se trabajó en ambos casos con promedios de ambos sexos. Puede observarse en todos los grupos de edad, que el percentilo 50 de Hb en los niños de Chaco es ligeramente inferior a 105 g/L. A la vez permite constatar lo ya expresado en cuanto a la tendencia a incrementar la proporción de valores de Hb menores a 90 g/L, los cuales alcanzan a 1 de cada 5 niños en el segundo año de vida.

GRAFICO 1

Comparación de la distribución de Hb en niños normales (\*) y los de Chaco por edades. En percentilos



(\*) (22).

Es importante notar que las diferencias tanto en promedios de Hb y en la prevalencia de casos con Hb < 90 g/l con la edad se asociaron fuertemente con DH a partir de los 9 meses de edad. Y que a partir del 50 percentilo los valores de Hb son iguales para los tres grupos de edad y paralelos a los valores normales, pero 1 g/L más bajos, y que los valores para el grupo de 6 a 8 meses son paralelos a los normales en toda su distribución, pero igualmente 1 g/L más bajos.

Los promedios geométricos de ferritina en todas las edades son inferiores al valor de  $-2DE$  observado en niños normales de esta edad (14), avalando la etiología ferropénica de la anemia. No obstante, si se toma como límite de inclusión  $12\mu\text{g/L}$  para ferritina, la proporción de niños con DH (58.7%) resulta menor que la de anémicos por  $\text{Hb} < 110\text{ g/l}$  (66.4%), o sea una diferencia de 7.8%. Si se toma  $30\mu\text{g/L}$ , límite de inclusión sugerido en casos de infección (13) se encuentra que el 8% de los niños estudiados llenan ese criterio, lo cual podría explicar esta diferencia. En el caso de niños menores de 1 año, la diferencia entre anémicos (68.8%) y con ferritina  $< 12\mu\text{g/L}$  (47.8%) es mayor (19%) pero también es mayor la proporción de niños con ferritinas  $> 30\mu\text{g/L}$  (14%). Estos datos ponen énfasis en la importancia de procesos infecciosos como posibles causas de anemia y de elevaciones de niveles de ferritina, lo que complica la interpretación de resultados, sobre todo en menores de un año de edad (23). El 34% de los casos con  $\text{Hb}$  superior a 110 tuvieron ferritina inferior a  $12\mu\text{g/L}$ , situación que puede explicarse porque el descenso de  $\text{Hb}$  a niveles considerados anemia ( $110\text{ g/L}$ ) es un evento tardío en la deficiencia de hierro.

La sensibilidad de la ferritina ( $< 12$ ) en relación a la  $\text{Hb} < 110$  resultó de 74.5% (IC 95% = 68.3-79.8) y la especificidad de 65.7%, (IC = 56.1-74.3) con un valor predictivo positivo de 82% y un valor predictivo negativo de 54.8%. Estos datos confirman los resultados de los análisis de varianza y de regresión logística que implican a valores bajos de ferritina como "responsables" de los cambios descritos, independientemente de los grupos de edad. Si se toma como límite de inclusión 20 para ferritina, en todos los grupos etarios estudiados la proporción de depletados de hierro supera a la de anémicos.

La mayor prevalencia de anemia en varones, es un hallazgo para el cual no encontramos explicación con la información disponible. La proporción de casos con peso al nacer bajo e insuficiente fueron similares en ambos sexos, con leve predominio en las mujeres.

En cuanto a la deficiencia de Vitamina A, esperábamos una prevalencia mayor a la encontrada. Las características sociodemográficas, los indicadores de morbimortalidad en la población estudiada, y los resultados de un estudio en niños de alto riesgo social (9) según el cual 30% de los niños en los barrios periféricos de la capital de Chaco poseían valores de retinol  $< 20\mu\text{g/dl}$ , sostenían nuestra presunción.

No obstante, los resultados aquí obtenidos demuestran que esta deficiencia no constituye un problema de salud pública, ya que la prevalencia de valores de retinol  $< 20\mu\text{g/dl}$  es inferior a 10%.

Algunas características diferencian a las poblaciones en el estudio citado y nuestro trabajo. En el estudio en niños de alto riesgo los casos se seleccionaron en centros de atención primaria, un 100% pertenecían a hogares pobres, 47% habían

tenido episodios de morbilidad en los 15 días previos al estudio y sólo 4% tomaba suplementos de vitamina A. En nuestra población la muestra fue tomada en hogares, la proporción de pobreza fue menor, 14% habían tenido episodios de morbilidad y 20% había tomado suplementos con vitamina A.

Interpretamos que este incremento en la toma de suplementos pudo ser consecuencia de la difusión entre los pediatras de los resultados del estudio anterior y a la disponibilidad en la provincia de una donación de esta vitamina durante las inundaciones de mayo de 1998. La transitoriedad de estos recursos sugiere la conveniencia de vigilar periódicamente esta deficiencia.

Otro factor que podría incidir en la aparente mejoría del estado de nutrición de vitamina A es la lactancia materna prolongada y el alto consumo de leche de vaca entera. Si bien no se realizó una encuesta alimentaria, se indagó en la encuesta sobre consumo de leche de vaca y cantidad en tazas en el día previo. Resultó que el promedio de consumo de leche entre los que continuaban recibiendo lactancia fue de 1,2 tazas y entre los que no tomaban lactancia de 3,4 tazas. Aún con la simplicidad del método de obtención del dato, la información sugiere que la ingesta de vitamina A proveniente de fuentes lácteas es alta y puede explicar parcialmente los resultados obtenidos.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La prevalencia de anemia hallada es la más alta reportada en el país. La gravedad del problema exige la aplicación urgente de medidas, basadas en la capacitación de los equipos de salud y el empoderamiento de las comunidades.

La anemia por deficiencia de hierro afecta con alta prevalencia a todos los estratos sociales, si bien es mayor entre los pobres. La alta prevalencia de DH ya observada en niños entre 6 y 8 meses sugiere que parte de las causas se encuentran en el periodo pre y perinatal. Deben integrarse estrategias dirigidas a prevenir las posibles causas, esto es mejorar la nutrición de hierro de las mujeres en edad fértil y de las embarazadas, promover la ligadura oportuna del cordón umbilical, la lactancia materna exclusiva hasta los 6 meses de vida y la suplementación preventiva con hierro del lactante a partir del 4 mes de vida. Además se deben difundir mensajes concretos para que las madres introduzcan al 6º mes de vida fuentes alimentarias de hierro hemínico y para fomentar el consumo de los alimentos fortificados disponibles.

## AGRADECIMIENTO

Al Centro de Estudios Latinoamericanos de California, en Berkeley por facilitar y financiar parcialmente la participación del Dr. F. Viteri en este estudio.

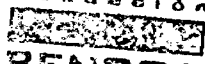
Trabajo financiado por: UNICEF Argentina y el Ministerio de Salud de la provincia de Chaco.

### REFERENCIAS

1. United Nations. (ACC/SCN). 4th Report on The World Nutrition Situation. 2000.
2. Lozof B, Jimenez E, Wolf AW. Long term developmental outcome of infants with iron deficiency. *N. Eng J Med.* 1992;325:687-694.
3. Walter T, de Andraca I, Chadud P, Perales CG. Iron deficiency anemia: adverse effects on infant psychomotor development. *Pediatrics* 1989;84: 7-17.
4. Losoff B, Jimenez E, Hagen J, Mollen E, Wolf AW. Poorer behavioral and developmental outcome more than ten years after treatment for iron deficiency in infancy. *Pediatrics*, 2000;105: E 51.
5. Viteri FE. Prevention of iron deficiency. In: *Micronutrient Deficiency: a toolkit for Policymakers and Health Workers*. Eds: CP Howson, E Kennedy, A Horwitz. Institute of Medicine, National Academy Press. Washington DC. 1998;pp 45-102.
6. UNICEF/UNU/WHO/MI. Technical workshop. Preventing Iron Deficiency in Women and Children. Technical Consensus on key issues. International Nutrition Foundation. New York. 1998.
7. Calvo EB, Islam J, Gnazzo N. Encuesta nutricional en niños menores de 2 años en la provincia de Misiones. I Indicadores dietéticos y hematológicos. *Arch Arg Pediatr.*, 1987;85: 260-69.
8. Calvo EB, Gnazzo N. Prevalence of iron deficiency in children aged 9- 24 mo. From a large urban area of Argentina. *Am J Clin Nutr.*, 52:534-8.
9. Escobal N, Lejarraga H, Reybaud M, Picasso P, Lotero J, Pita de Portela ML, Gomez del Río ME, Acosta L. Déficit de Vitamina A en una población infantil de alto riesgo social en la Argentina. *Arch. Arg Pediatr.*, 1998;97: 291-299.
10. INDEC Censo Nacional de Población y Vivienda 1991. Ministerio de Economía. Buenos Aires. 1994.
11. WHO /UNICEF /CIDA /FAO /UNDP. Ending Hidden Hunger. Montreal. Canadá 1991.
12. *World Health Statistics Quarterly*, Vol. 44, No. 3, 1991, pg. 101.
13. UNICEF/UNU/WHO. Iron Deficiency Anaemia. Assessment, Prevention, and Control. A guide for programme managers. WHO. 2001;-pp. 12-23.
14. Deinard AS, Schwartz S, Yip R. Developmental changes in serum ferritin and erythrocyte protoporphyrin in normal (nonanemic) children. *Am J Clin Nutr* 1983;38:71-76.
15. WHO Indicators for assessing Vitamin A deficiency and their application in monitoring and evaluating intervention programs. 1996.
16. Díaz A, Apezteguía MC, Jaquenod M, Tarragona S, Rúgolo E, Morasso MC. Encuesta nutricional a niños/as menores de 6 años de la provincia de Buenos Aires. Ministerio de Salud de la Pcia. De Buenos Aires y PROMIN. XII Congreso SLAN. 2000.
17. Ministerio de Salud. Prevención de anemia en niños y embarazadas en la Argentina. 2001. Buenos Aires.
18. Allen L. Biological mechanisms that might underlie iron's Effects on fetal growth and preterm birth. *J Nutr.* 2001;131: 2SII. 581-589.
19. Morasso MC, Ceriani Cernadas JM, Jajám RO, Lomuto C, Schwarcz R, Viteri F. Ligadura oportuna del cordón umbilical. Una estrategia para prevenir la anemia en la infancia. Ministerio de Salud de Chaco, Ministerio de Salud de la Nación y UNICEF. 2001.
20. Usher R, Shepard M, Lind J. The blood volume of the newborn infant and placental transfusion. *Acta Pediatr.*, 1963;52:497-512.
21. Sabulsky J, Agrelo F, Batrouni L, Sesa S, Quiroga D, Reyna S, Lobo B. Estudio CLACYD. Perfiles epidemiológicos de alimentación, crecimiento y desarrollo. Publicación 2. Córdoba. Fundación ARCOR. 1997.
22. Dallman P, Siimes MA. Percentile curves for hemoglobin and red cell volume in infancy and childhood. *J Pediatr.* 1979;94: 26-31.
23. Yip R, Dallman P. The roles of inflammation and iron deficiency as causes of anemia. *Am J Clin Nutr.* 1988;48: 1295-1300.

Recibido: 13-02-2002

Aceptado: 11-11-2002

Fundación  
  
**BENGOA**  
 Alimentación y Nutrición  
 Centro de Documentación  
 "José María Bengoa"

CONVENIO. C  
 FUNDACREDESA - FUND. BENGOA  
 "Centro de Documentación José María Bengoa"

## Anemias nutricionales en mujeres lactantes de Costa Rica

Blanco A, Rodríguez S. y Cunningham L.

Instituto Costarricense de Investigación y Enseñanza en Nutrición y Salud (INCIENSA), Tres Ríos, Costa Rica

**RESUMEN:** Se presentan las prevalencias, magnitudes y factores determinantes de las anemias nutricionales de mujeres lactantes (ML). Las muestras fueron recolectadas durante la Encuesta Nacional de Nutrición de Costa Rica realizada en 1996. La anemia nutricional se valoró mediante las determinaciones de hemoglobina, ferritina, folatos, cianocobalamina y retinol plasmáticos, con representatividad en el ámbito nacional únicamente para este último micronutriente; las metodologías utilizadas fueron cianometahemoglobina, ensayo radioinmunoquímico de fase sólida, técnica de radioinmunoensayo de fase sólida y cromatografía líquida de alta resolución, respectivamente. Los puntos de corte utilizados fueron los recomendados por la Organización Mundial para la Salud. El 22,1% de las ML presentaron anemia, el 48,7% mostraron deficiencia de hierro y el 84,2% de folatos. La magnitud de la anemia fue leve y la deficiencia de la de hierro y de folatos severa. La prevalencia de la deficiencia de vitamina B<sub>12</sub> y vitamina A fue de 5,3% y 4,9%, respectivamente, y no representaron un problema de salud pública en este grupo a riesgo. La deficiencia que prevaleció fue la mixta (hierro y folatos 46,6%) seguida de la exclusiva en folatos (32%). La anemia fue debida a una deficiencia conjunta de hierro y folatos (61,1%) y casi todas las anemias por deficiencia de hierro se acompañaron de la de folatos (92%). El análisis de regresión logístico mostró que el bajo nivel socioeconómico de las ML y sus familias fue el determinante fundamental en la aparición de las anemias nutricionales, donde intervenciones educativas dirigidas a la madre de familia posiblemente sean recomendadas. Se concluye que la anemia en ML es un problema de salud pública moderado y de tipo nutricional que se mantiene desde hace tres décadas cuya situación posiblemente ha mejorado debido a la medida de salud pública adoptada posterior a este estudio, la fortificación de alimentos con hierro y folatos, pues se ha documentado una reducción de la prevalencia de defectos del tubo neural en la población infantil.

**Palabras clave:** Mujeres lactantes, anemia, anemias nutricionales, hierro, folatos, ferritina, retinol, cianocobalamina.

### INTRODUCCION

Durante el ciclo reproductivo las necesidades nutricionales de la madre sufren un aumento hasta del 100%. Estas demandas, excepto por el hierro, son considerablemente mayores durante la lactancia que en el embarazo (1,2). Debido a que la etapa de la lactancia representa la continuación de

**SUMMARY: Nutritional anaemia in nursing women of Costa Rica.** It is reported the prevalence, magnitude and determinant factors of nutritional anaemia in a sample of nursing women (NW), collected during the National Nutrition Survey, of Costa Rica done in 1996. Nutritional anaemia was determined through measurements of haemoglobin, and plasma ferritin, folates, cyanocobalamin and retinol. Methodologies used were cyanometahaemoglobin, solid phase immunoradiometric assay, solid phase radioimmunoassay and high-pressure liquid chromatography. WHO cut-off points were used. Anaemia was present in 22.1% of the women. Iron and folate deficiency were found in 48.7 and 84.2% NW, respectively. The magnitude of anaemia was mild and iron and folate deficiencies were severe. Vitamin B<sub>12</sub> and A deficiencies were 5.3 and 4.9%, respectively and did not represent a public health problem in this group. Prevalent deficiency was mixed (iron and folates, 46.6%) followed by exclusive folates deficiency (32%). Anaemia was caused by a combined deficiency of iron and folates (61.1%) and most iron deficiencies were accompanied by folates (92%). The logistic regression analysis demonstrated that low socio-economic level of NW and their families was the principal factor determining the appearance of nutritional anaemia, and educative interventions to the mother are possibly recommended. In conclusion anaemia in NW is a moderate health problem of nutritional type, that is more important when severe folates and iron deficiencies are present in Costa Rica. These problems have remained constant throughout the last three decades; although recently, possibly an improvement has occurred because the prevalence of neural tube defects in the infant population has reduced, maybe due to food iron and folates fortification public health policies implementation.

**Key Words:** Nursing women, anaemia, nutritional anaemia, iron, folate, ferritin, retinol, cyanocobalamin.

la gestación, la situación nutricional de la mujer lactante (ML) es influida por ésta (3).

Evaluaciones directas de la adecuación nutricional en la madre lactante son muy limitadas, pues convencionalmente se realizan en la leche que ellas producen y en el desarrollo del niño alimentado exclusivamente al pecho (1-3). Sin embargo, la Academia Nacional de Ciencias y el Instituto de

Medicina de EE.UU. (4) indican que no se puede asumir una adecuación nutricional materna a partir del crecimiento infantil y la calidad de la leche producida porque el contenido nutricional de la leche materna se puede mantener a expensas de la depleción de las reservas nutricionales de la madre.

Se estima que en el ámbito mundial, hasta un tercio de las mujeres embarazadas y lactantes sufren de algún grado de deficiencia de folatos (5), mientras que en EUA alrededor del 15% de las mujeres presentan un estado subóptimo de folatos (6). Según Gueri (7) el 35% de las mujeres lactantes de Haití resultaron anémicas. En Río de Janeiro el 21% de las ML tenía depletadas la reserva férrica (8). Del mismo modo en tres repúblicas del Asia Central: Kazajstán, Uzbekistán y Kyrgyztan se reportaron en mujeres lactantes prevalencias de anemia severa y moderada (hemoglobina < 9,9g/dL) de 27, 15,5 y 13%, respectivamente. Además, se encontró en dos de estas repúblicas una prevalencia mayor de anemia en mujeres lactantes que la reportada en embarazadas (9).

Los datos nacionales más recientes de anemia en ML corresponden a los informados por Novygrodt (10) en niños y mujeres que asistían a la consulta de salud, encontrándose en nodrizas tasas del 15%. En la primer Encuesta Nacional de Nutrición realizada en Costa Rica (11) se reportan valores normales de hemoglobina y hematocrito para mujeres lactantes. Sin embargo,

Se encontró una elevada prevalencia de deficiencia de hierro (35% de niveles bajos de saturación de transferrina) y de folatos séricos (85% niveles bajos). En ese momento se sugirió que al finalizar el embarazo, aquellas mujeres que habían desarrollado alguna deficiencia en estos dos micronutrientes durante la gestación, se mantendrían deficientes durante el período de la lactancia. Además, se estableció que el cuadro hematológico de la población costarricense era de anemias mixtas por deficiencia de hierro y de folatos.

El propósito de este artículo es dar a conocer los hallazgos sobre la situación de las anemias nutricionales en mujeres lactantes de Costa Rica evaluadas en la última Encuesta Nacional de Nutrición e identificar factores dietéticos y sociodemográficos asociados, mediante análisis multivariado. Esto permitirá contar con información analítica, integral y reciente para orientar los planes y políticas alimentario nutricionales en el país.

## MATERIAL Y METODOS

### Materiales

Las muestras fueron tomadas en el contexto de la Encuesta Nacional de Nutrición realizada en Costa Rica en 1996. Debido a limitaciones presupuestarias se estableció que en ML se determinaría únicamente retinol plasmático y la muestra estimada con representatividad nacional fue de 107. La cobertura final fue de 76%, ya que no fue posible

completar toda la muestra y un 11% de las muestras no resultaron adecuadas para la determinación de vitamina A (pero sí para otras determinaciones).

Aunque no se contempló en la Encuesta, y por considerarlo una valiosa oportunidad para conocer más a fondo la situación de la ML, durante la ejecución de la Encuesta se determinó en la sangre fresca la hemoglobina y se almacenaron los plasmas para realizar, posteriormente, otros análisis. Ello significó la elaboración y aprobación de un nuevo proyecto de investigación, así como la búsqueda de financiamiento adicional por lo que estos resultados fueron más tardíos a los de la Encuesta.

### Métodos

#### a) Diseño del estudio y tamaño muestral

El diseño del estudio se efectuó por conglomerado bietápico. En la primera etapa se seleccionaron 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.

El tamaño de muestra se determinó por el procedimiento de Fleiss (12). Para la participación en el estudio se entregó a la encargada del hogar, una carta de consentimiento informado. Mayores detalles aparecen en el Fascículo de "Micronutrientes" (13).

#### b) Procedimientos de campo y laboratorio

La recolección de los datos y de las muestras se realizó directamente en el hogar seleccionado, diez equipos de campo multidisciplinarios del Ministerio de Salud, en el período comprendido entre el 6 de mayo y el 27 de junio de 1996. En la encuesta nacional el criterio de selección de los hogares a hacer un muestreo fue que hubiera un niño(a) preescolar, y en ese mismo hogar se tomó la muestra de los otros grupos en estudio como lo fueron las madres lactantes. Las características sociodemográficas generales de los participantes en la Encuesta Nacional de Nutrición se recolectaron siguiendo el formulario precodificado que aparece en el Manual Operativo de la Encuesta (14). Información específica de las ML, tal y como fecha de parto, duración de la lactancia y número de hijos, no fue recolectada pues no se contempló estudios más detallados. Los resultados de las características sociodemográficas del grupo en estudio corresponden a las ML que se les determinó hemoglobina.

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 ocho 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 sin hemólisis ni icterico se transvasó a dos viales Eppendorf y se almacenaron a -70 °C, un vial durante dos meses para el análisis de retinol; y el otro permaneció en custodia sin sufrir descongelación a -70 °C durante cuatro años y se utilizó para realizar los análisis de ferritina, folatos y cianocobalamina.

Se determinó hemoglobina por el método de la cianometahemoglobina (15) y la vitamina A mediante la técnica de cromatografía líquida de alta precisión (HPLC)(16). La ferritina se cuantificó en un ensayo inmunoradiométrico (IRMA) de fase sólida (Diagnostic Products Corporation, DPC) (17). Para la cuantificación de folatos y cianocobalamina se empleó la técnica de radioinmunoensayo (RIA) también de fase sólida (DPC) (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 casa DPC.

Se corrigió la hemoglobina por altura a razón de 0,2 mg/dL por cada 500 metros después de los 1000 metros sobre el nivel del mar (19). Se agruparon los datos de hemoglobina, ferritina, folatos, cianocobalamina y retinol plasmáticos según la magnitud del problema y los puntos de corte utilizados correspondieron a los recomendados por la Organización Mundial de la Salud (19,20).

#### c) El problema y las posibles variables condicionantes:

Se definió como problema la anemia por cualquier causa y como probables determinantes todas las posibles combinaciones de deficiencias de los micronutrientes evaluados que contaron con resultado. Se eliminaron del análisis aquellos casos (11 ML) en que por lo menos un dato (hemoglobina o micronutrientes plasmático) estuviera ausente, resultando 75 casos con información completa. Se identificaron ocho posibles problemas, cada uno se correlacionó con la anemia por cualquier causa. Los problemas son:

1. deficiencia exclusiva de folatos,
2. deficiencia hierro
3. deficiencia vitamina A
4. deficiencia de folatos y vitamina B<sub>12</sub>
5. deficiencia de hierro y folatos
6. deficiencia de hierro y vitamina A
7. deficiencia de hierro, folatos y vitamina A
8. deficiencia de hierro, folatos y vitamina B<sub>12</sub>.

Con base en las variables disponibles y el conocimiento científico, se seleccionaron los posibles factores asociados con la susceptibilidad de anemia: número de miembros en el hogar, edad, escolaridad de la madre, ocupación del jefe de

familia y disponibilidad por cápita de hierro total y animal, proteína total y animal, vitamina A total y animal, carne y leche. Mayores detalles en relación con estas variables aparecen en los Fascículos de la Encuesta #1-3 y 5 (21,22).

#### d) Análisis de los datos:

Las mujeres identificadas como anémicas (Hb<12 g/dL) se clasificaron según anemia por cualquier causa y anemia mixta. Posteriormente se realizó el análisis bivariado (prueba de Chi cuadrado) entre ser anémica o no y las medidas de las variables de disponibilidad de nutrientes en el hogar y las socioeconómicas. Para determinar la significancia estadística se estableció un nivel de  $p \leq 0,05$ . Todas las variables que resultaron con asociación estadística en el análisis bivariado con la anemia se incluyeron en los modelos de regresión logística (23) y se aceptaron en el modelo final las que presentaron un nivel de  $p < 0,10$ .

## RESULTADOS

El perfil de las mujeres lactantes fue el siguiente: estaban en la plenitud de la edad reproductiva, poseían un nivel educativo básico, formaban parte de una familia numerosa y la ocupación del jefe de familia fue no calificada. (Tabla 1).

TABLA 1  
Características sociodemográficas de las mujeres lactantes de Costa Rica

Características	% (n = 86)
<b>Edad en años</b>	
< 20	16,7
20-35	83,4
> 35	0
<b>Escolaridad</b>	
Sin escolaridad ó 1° incompleta	47,4
Primaria completa	15,8
Secundaria incompleta	26,3
Secundaria completa	10,5
Técnico profesional/universitaria	0
<b>Número miembros/familia</b>	
1-4	33,3
>4	66,7
<b>Ocupación del jefe familia (*)</b>	
Provisional o sin trabajo	31,6
No técnico ni calificado	42,1
Personal técnico no calificado	21,1
Personal técnico calificado	5,3
Semiprofesional y profesional	0
Ama de casa	0

(\*)  $p \leq 0,01$

Alrededor de una quinta parte de las ML sufrían de anemia, cuya magnitud fue fundamentalmente leve. Aproximadamente el 50% presentaron algún grado de deficiencia de hierro, en su mayoría severa. La prevalencia de deficiencia de folatos resultó aún más elevada que la de hierro, y también predominó la deficiencia severa. La

deficiencia de las vitaminas A y B<sub>12</sub>, no representaron en el momento del estudio, un problema de salud pública (Tabla 2). Todas estas deficiencias se pueden presentar en forma individual o acompañada con otra deficiencia de micronutrientes.

TABLA 2  
Distribución de la anemia y deficiencia de micronutrientes en mujeres lactantes (%)

Magnitud * (n)	Anemia (86)	Deficiencia			
		Hierro (78)	Folatos (82)	Cianocobalamina (75)	Vitamina A (81)
Algún grado	22,1	48,7	84,2	5,3	4,9 (**)
Leve	17,4	14,1	NA	NA	NA
Moderada	3,5	14,1	35,4	NA	NA
Severa	1,2	20,5	48,8	5,3	1,2

\*Puntos de corte para magnitudes (19, 20):

Magnitud (* )	Anemia (hemoglobina g/dL)	Deficiencia			
		Hierro (ferritina ng/dL)	Folatos (folatos plasmáticos ng/dL)	Cianocobalamina (B <sub>12</sub> plasmática pg/mL)	Vitamina A (Vit A ng/dL)
Algún grado	<12	<24	<6	<200	<30
Marginal	NA	NA	NA	NA	<30
Leve	11 a <12	18 a <24	NA	NA	NA
Moderada	7-10,9	12-17,9	3 <6	NA	NA
Severa	<7	<12	<3	<200	<=20

(\*\*): Deficiencia marginal de vitamina A plasmática.

NA: No aplica.

Según la Tabla 3 prevaleció la deficiencia combinada de hierro y folatos, seguida por la deficiencia exclusiva de folatos; y se encontró en las otras posibles combinaciones de deficiencias de micronutrientes prevalencias menores a 4%. Del mismo modo, la anemia en ML se debe a deficiencia de hierro y folatos (61,1%) seguida por la deficiencia exclusiva de folatos (11,1%) (Gráfico 1). Por otro lado, a pesar de que el número de ML anémicas fue bajo (18 casos), se encontró que la deficiencia en un micronutriente no necesariamente implica que haya anemia, excepto para las deficiencias combinadas de hierro y vitamina A y la deficiencia de hierro, folatos y vitamina A (100% anémicas, sólo con un caso de cada uno) (Tabla 3).

Las variables que resultaron significativas ( $p < 0,05$ ) en el análisis bivariado de la anemia por deficiencia de hierro y folatos y que se incorporaron al modelo fueron: madre con nivel de escolaridad muy bajo y jefe de familia sin ocupación. Adicionalmente para la anemia por cualquier causa otro determinante que ingresó en el modelo fue la disponibilidad inadecuada de leche.

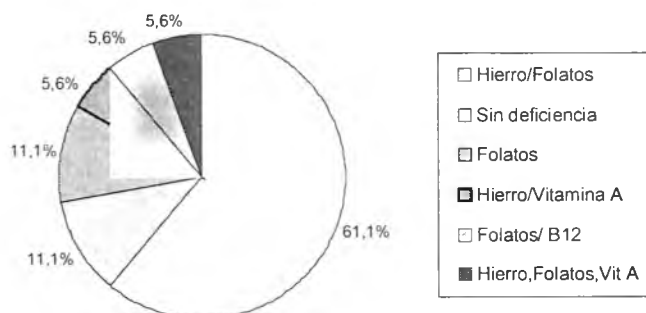
TABLA 3  
Deficiencias de micronutrientes y presencia de anemia en mujeres en período de lactancia

Tipo de deficiencia de micronutriente	Total		Deficiencia con anemia	
	n*	%	n*	%
Total	75	100	18	24
Folatos	24	32,0	2	8,3
Folatos y Vitamina B <sub>12</sub>	3	4,0	1	33,3
Hierro	1	1,33	0	0
Hierro y folatos	33	44,0	11	33,3
Hierro y Vitamina A	1	1,33	1	100
Hierro, folatos y Vitamina A	1	1,33	1	100
Hierro, folatos y Vitamina B <sub>12</sub>	1	1,33	0	0
Vitamina A	1	1,33	0	0
Sin deficiencia	10	13,33	2	20,0

\*: Casos que contaron con determinación de hemoglobina y de todos los micronutrientes en estudio.

GRAFICO 1

Distribución de la deficiencia de micronutrientes en mujeres lactantes anémicas (n=18\*)



Cálculo a partir de los datos de la Tabla 3.

Los modelos de regresión logística de anemia por cualquier causa y el de anemia por deficiencia de hierro y folatos aparecen en la Tabla 4. La especificidad de ambos fue de 96,7% y 93,3% y la sensibilidad 35,3% y 38,9%, respectivamente.

TABLA 4

Modelos logísticos de anemia según variables sociodemográficas y disponibilidad de alimentos en mujeres en período de lactancia

Modelo	Variable	p	OR * (IC)
<b>Anemia por cualquier causa</b>	Disponibilidad inadecuada de leche (<95 mL/ cápita)	0,023	3,91 (1,46-10,47)
	Jefe de familia sin ocupación o estudiante	0,228	3,66 (0,6-21,50)
	- Madre sin escolaridad o primaria incompleta	0,15	2,67 (0,86-8,30)
<b>Anemia por deficiencia de hierro y folatos</b>	Madre sin escolaridad o primaria incompleta	0,007	9,87 (2,45-39,79)
	Jefe de familia sin ocupación o estudiante	0,869	1,25 (0,14-11,53)

\* OR: "Odds ratio" o razón de chance, intervalo de confianza (IC) 90%.

## DISCUSION

La prevalencia de anemia en ML resultó intermedia, al compararla con la de la mujer en edad fértil (18,6%) (24) y la embarazada (27,9%) (13). Por otra parte, la prevalencia de la deficiencia de hierro fue menor que la encontrada en ambas (54,3% en la mujer fértil y 58,4% en la gestante), y en los tres casos predominó la deficiencia severa de hierro (24,13). La prevista recuperación pos-parto en los depósitos de hierro (1-3) no se logró en casi la mitad de las madres; probablemente debido a un embarazo previo deficitario en este micronutriente, por lo que se confirma que el ciclo reproductivo de la madre es carente en hierro.

La deficiencia de folatos en las ML representó un problema severo de salud pública, y triplicó el valor encontrado en la ENM de 1996 en la mujer en edad fértil (24,7%) (24). La proporción y el grado de severidad de la deficiencia de folatos son factores de riesgo importantes en el desarrollo del tubo neural en el producto de las mujeres carentes de folatos que queden embarazadas; además, ellas pueden sufrir de *abruptio* placenta, displasia celular en el epitelio cervical y del colon, y elevaciones en los niveles plasmáticos de homocisteína, considerado un factor de riesgo de la enfermedad cardiovascular (3). La depleción de folatos plasmáticos y la baja adecuación de consumo por parte de las nodrizas ha sido reportada por O' Donnell y Cevalier (3) y Mackey et al (2).

Las condiciones de almacenamiento de las muestras custodio a  $-70^{\circ}\text{C}$  y la no descongelación de la misma hasta su procesamiento, garantiza la estabilidad de los folatos. Una consulta realizada a los Laboratorios Roche en Suiza, confirma que no hay problemas en la estabilidad de este micronutriente durante el almacenamiento a  $-70^{\circ}\text{C}$  por largo tiempo; a diferencia de guardarlos a mayores temperaturas (menores a  $20^{\circ}\text{C}$ ) donde la vitamina es inestable, por lo que se recomienda la adición de ácido ascórbico para mantener su estabilidad (25). Adicionalmente, los resultados obtenidos hace treinta años concordaron con los encontrados en este estudio (11).

El tercer y cuarto factor hematopoyético analizado en el estudio, la cianocobalamina y la vitamina A, no representaron un problema de salud pública en las ML de Costa Rica. Estos resultados en comparación a los encontrados en la primera encuesta de nutrición (14) mostraron un ligero ascenso en la prevalencia de la deficiencia de  $\text{B}_{12}$  y un descenso en la de vitamina A. La mejoría en el estado de vitamina A de la población de Costa Rica puede deberse como respuesta a intervenciones en salud que se realizaron en la década de los setenta (26), más que a la intervención de enriquecimiento de alimentos con vitamina A que fue de muy corta duración (27).

Con respecto a las deficiencias nutricionales reportadas para ML en otras regiones del mundo, el promedio general de anemia de las mujeres de Costa Rica fue mucho menor a lo reportado en Haití (7) y las prevalencias de deficiencia de hierro y de folatos superaron a las reportadas en mujeres de bajo nivel socioeconómico residentes de Río de Janeiro (6) y a los valores mundiales (5).

Las ML evaluadas en la última Encuesta Nacional de Nutrición presentaron un estado nutricional semejante en folatos, pero en mayor desventaja con respecto a anemia y deficiencia de hierro al reportado hace 30 años (11) y en 1993 (10). Se demuestra que este grupo poblacional requiere de una intervención urgente, tal como un programa de nutrición específico. Además, se considera que estas mujeres en condiciones deficitarias en hierro y folatos no están en condiciones de afrontar a corto plazo un nuevo embarazo.

La situación nutricional de la madre lactante se encontró muy deteriorada pues al menos 84% de ellas presentaron reservas depletadas en algún micronutriente. La principal causa de anemia en ML fue la deficiencia de folatos junto con la de hierro (61,1%, ver Gráfico 1). Once por ciento de las anemias que no se pudieron explicar desde el punto de vista nutricional, posiblemente estén asociadas a problemas genéticos como las hemoglobinopatías anormales, enfermedades crónicas y sangrado prolongado, entre otros (1,3,27).

Merece atención el hecho que en la mayoría de los casos de deficiencias de micronutrientes no se detectó la anemia, por lo tanto estas deficiencias no serían identificadas con sólo determinar hemoglobina; forma más simple, económica y más comúnmente empleada para diagnosticar anemia.

En el tratamiento de la anemia en las ML, se debe incluir el tratamiento de hierro, los folatos, pues el 92% de alguna de las anemias por deficiencia de hierro se acompañan por la de folatos (66,7 deficiencias de hierro + folatos/ 72,7 de todas las deficiencias de hierro x 100).

La Encuesta Nacional de Nutrición de 1996 no fue diseñada para establecer los factores determinantes de anemia, sin embargo, el empleo de la regresión logística se fundamentó en la intención de hacer una descripción resumida de la asociación simultánea y múltiple de la anemia con las variables medidas. Consistentemente se encontró en los dos modelos las mismas variables, todas ellas apuntaron hacia el bajo nivel socioeconómico de las mujeres lactantes y de sus familias. A pesar de que la asociación de anemia con bajo nivel socioeconómico fue lo esperado, este resultado validó los datos de magnitud encontrados. La variable consumo inadecuado de leche, se interpreta más como un problema de acceso que uno nutricional ya que al ser un alimento de origen animal, altamente perecible en las presentaciones más populares se sugiere que su adquisición es más limitada en los hogares más humildes.

La baja sensibilidad de los modelos sugiere que se requiere incluir otras variables en el análisis multivariado pues este es un estudio retrospectivo donde se utilizó la información recolectada para el diseño de un nutriente específico de la encuesta. Además, las variables de disponibilidad de alimentos y nutrientes, se calcularon para la familia y no necesariamente representa lo que la madre lactante consume. Por lo tanto, por su baja sensibilidad los modelos resultantes no se pueden utilizar con fines predictivos debido a que se estimarían muchos falsos negativos. Todos los modelos pueden ser utilizados para fines descriptivos.

Para identificar los determinantes de anemias nutricionales en mujeres lactantes se sugiere ampliar el tamaño de la muestra considerando en su estimación la representatividad de cada uno de los micronutrientes a valorar: incluir otras variables como tiempo de lactancia, número de gestaciones, número de niños menores de 2 años, datos individuales de consumo de nutrientes y un diseño del estudio prospectivo, como lo es el de casos y controles.

Las anemias en las ML son de tipo nutricional, principalmente por deficiencia de folatos y de hierro, donde se encontró que la severidad de la deficiencia fue muy alta. Además, el bajo nivel socioeconómico está íntimamente relacionado con su aparición. Aparentemente la presencia de helmintos intestinales no fue un determinante de anemia, pues solamente se identificaron en uno de 36 muestras analizadas (27).

La implementación de medidas a mediano plazo, como lo es la fortificación de leche y de harinas de trigo y maíz con hierro y folatos, actualmente en ejecución (29) aparentemente han contribuido en la reducción de defectos del tubo neural (30). Por otro lado, la situación socioeconómica de la población nacional ha sido bastante estable en los últimos seis años no ha incidido negativamente en esta problemática. Es inminente en este grupo de población la educación nutricional, que entre otros, se debe promover un aumento en el consumo de la leche enriquecida con hierro y folatos.

## AGRADECIMIENTOS

A las madres lactantes, a los funcionarios del Ministerio de Salud y del INCIENSA que participaron en la Encuesta Nacional de Nutrición de 1996., en especial a la Dra. Damaris Carvajal y la Licda. Thelma Alfaro del Centro de Referencia de Micronutrientes del INCIENSA por los análisis de retinol plasmático. Al Fondo de Asignaciones Familiares. Al Louisiana State University/ International Center of Medical Research and Training (LSU/ICMRT) y a la Universidad de Costa Rica por los reactivos suministrados. Al Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP) y al Dr. Jesús Rodríguez por la orientación en el análisis estadístico.

## REFERENCIAS

1. Picciano MF: Embarazo y lactancia. En: Ziegler EE, Filer LJ, editores. *Conocimientos actuales sobre nutrición*. 7ª edición Washington: ILSI/OMS;1997. p. 410-421.
2. Mackey A, Picciano MF, Mitchell D, Smiciklas-Wright H. Self-selected diets of lactating women often fail to meet dietary recommendations. *J Am Diet Assoc* 1998; 98(3): 297-302.
3. O'Donnell A, Chevallier MC. La nutrición en el ciclo reproductivo: Embarazo y lactancia. *Bol CESNI* 1999; 8:1-20.
4. National Academy of Sciences/Institute of Medicine, Subcommittee on Nutrition During Lactation. *Nutrition During Lactation*. Washington DC: National Academy of Sciences; 1991.
5. Saurberlich HE. Folate status of U.S. population groups. En: Bailey L:B. Editors. *Folate in health and disease*. New York: Marcel Dekker; 1995.p. 171-94.
6. Sente FF, Pitch SM. Analysis of folate data from the second Health and Nutrition Examination Survey (HANES). *J Nutr* 1985; 115:1398-1402.
7. Gueri M. Deficiencia de hierro en América Latina y el Caribe. En: Gueri M. *Memorias Tercer Taller Regional sobre deficiencias de vitamina A y otros nutrientes en América Latina y el Caribe*. Recife, Brasil;23-27 agosto1993. p. 45.
8. Donangelo CM, Trugo NMF, Koury JC, Barreto Silva MI, Freitas LA, Feldheim W, Barth C. Iron, zinc, folate and vitamin B<sub>12</sub> nutritional status and milk composition of low income Brazilian mothers. *Eur J Clin Nutr* 1989; 43: 253-266.
9. Sharmanov A. Anaemia in Central Asia: Demographic and health survey experience. *Fd Nutr Bul* 1998; 19(4): 307-317.
10. Novygrodt RM. Diagnóstico primario de las anemias para validación del efecto dieto-terapéutico de Nuvi-hierro. IV Congreso Nacional de Salud Pública. San José, Costa Rica, 1993.
11. Instituto de Centro América y Panamá. Oficina de Investigaciones Internacionales de los Institutos Nacionales de Salud. Ministerio de Salubridad Pública. *Evaluación nutricional de la población de Centro América y Panamá*. Costa Rica. INCAP V-28. Guatemala, 1969.
12. Fleiss JL. *Statistical methods for rates and proportions*. New York: Wiley. Segunda edición, 1981.
13. Ministerio de Salud-INCIENSA (Costa Rica). *Encuesta Nacional de Nutrición. Fascículo 2. Micronutrientes*. San José: Ministerio de Salud; 1997.
14. Ministerio de Salud-INCIENSA (CR). *Manual Operativo "Encuesta Nacional de Micronutrientes, 1996"*. Costa Rica; 1996.
15. Sáenz R; Chaves M, Valenciano E, Montero, G, Jiménez J. Hemoglobimetría: Normalización de la metodología. *Preparación nacional del estándar de calibración y hemolizado control*. *Rev Cost Cienc Med* 1984; 5(1):83-96.
16. Dary O, Arroyave G. Manual para la fortificación de azúcar con vitamina A. *Metodologías analíticas para el control y evaluación de la fortificación de azúcar con vitamina A (Parte 3)*. 2ª edición: INCAP-USAID. Sin año, p. 39-47.
17. Diagnostic Products Corporation. *Coat a Count. Ferritin IRMA*. Los Angeles, CA.1994. p. 4.(Panfleto del método)
18. Diagnostic Products Corporation. *Dual Count. Solid Phase No Boil Assay for Vitamin B<sub>12</sub>/ Folic Acid*. 1995: Los Angeles, CA p. 5. (Panfleto del método)
19. Pan American Health Organization. *Plan of action for the control of iron deficiency anaemia in the Americas* 1996; p.15-16.
20. Organización Mundial de la Salud. *Anemias nutricionales*. Serie de informes técnicos: 405. Ginebra 1968. p.9-12.
21. Ministerio de Salud-INCIENSA (CR). *Encuesta Nacional de Nutrición. «Fascículo 1. Antropometría»*. San José: Ministerio de Salud; 1997.
22. Ministerio de Salud-INCIENSA (CR). *Encuesta Nacional de Nutrición. «Fascículo 3. Consumo aparente»*. San José: Ministerio de Salud; 1997.
23. SPSS Inc. Versión 10.0 1999, U.S.A.
24. Rodríguez S, Blanco A, Cunningham L, Ascencio M, Chávez M, Muñoz L. Prevalencia de las anemias nutricionales de mujeres en edad fértil. Costa Rica. *Encuesta Nacional de Nutrición, 1996*. *Arch Latinoam Nutr* 2001; 51 (1): 19-24.
25. Henry R, Cannon DC, Winkel JW. *Vitamins*. En: *Clinical Chemistry: Principles and Techniques*. New York: Harper and Row Publishers Inc.; 1974.p. 1371-1420.
26. Mohs E. Health policies and strategies. En: Muñoz C, Scrimshaw N. *The nutrition and health transition of democratic Costa Rica*. Boston: International Foundation for Developing Countries, 1995. p. 1-32.
27. Tacsan L, Ascencio M, Brenes H, Flores M, Gross S et al. Conferencia Internacional de Nutrición. Informe de la República de Costa Rica. San José: FAO, OMS/OPS. 1992. p. 5.
28. Ministerio de Salud-INCIENSA (CR). *Encuesta Nacional de Nutrición. "Fascículo 5. Helmintos intestinales"*. San José: Ministerio de Salud; 1997.
29. Ministerio de Salud (CR). *Plan Nacional para el control de deficiencias de micronutrientes*. García P, Ascencio M, editores. San José: Ministerio de Salud; 1999.
30. Centro de Referencia de Enfermedades Congénitas (CREC). *Prevalencia de Enfermedades Congénitas por provincias y cantones: Costa Rica 1987-2000*. 1ª edición, Tres Ríos, Costa Rica: INCIENSA. 2002. 96 p.

Recibido: 13-12-2001

Aceptado: 03-01-2003

## Prevalence of nutritional deficiencies in Mexican adolescent women with early and late prenatal care

*Esther Casanueva, Julieta Jiménez, Carlos Meza-Camacho, Mónica Mares, Luis Simon*

Instituto Nacional de Perinatología (INPer). Montes Urales, México, Adolescent Clinic, INPer

**SUMMARY.** The objective was to evaluate the prevalence of specific nutritional deficiencies in a group of pregnant adolescents according to the gestational age when they started to receive prenatal care. A group of 163 pregnant adolescents that attended the Instituto Nacional de Perinatología (Mexico City) for the first time to receive prenatal care was evaluated. An anthropometrical evaluation was performed and a blood sample taken to determine hemoglobin, ferritin, erythrocyte folate and plasma zinc to all cases. The mean age was 15 years (11 to 17 years). The mean gestational age when starting prenatal care was  $27 \pm 7$  gestation weeks and most of them tended to have low weight ( $97 \pm 12\%$  expected weight for height and gestational age). Eight of every ten adolescents had anemia and iron deficiency. Late prenatal care ( $\geq 25$  weeks) was associated with the risk of presenting anemia OR 5.11 (CI 95% 2.4- 10.7) iron deficiency (OR 3.5; CI 95% 1.7 to 7.1) and zinc deficiency (OR 2.9; CI 95% 1.1 a 7.6). In relation to folate deficiency, the opposite effect was observed (OR 0.10; CI 95% 0.02 a 0.48). Lack of opportune prenatal care was associated with the presence of iron and zinc depletion. Probably iron deficiency contributes to an erythrocyte folate accumulation.

**Key words:** Adolescents, nutrition, pregnancy, prenatal care, iron, folate, zinc.

**RESUMEN.** *Prevalencia de deficiencias nutricias en adolescentes mexicanas. Influencia del control prenatal.* Con el objeto de evaluar la prevalencia de deficiencias nutricias específicas en un grupo de adolescentes embarazadas de acuerdo con la edad gestacional en que inician su control prenatal, se estudió en forma transversal a un grupo de 175 embarazadas adolescentes que acudieron por primera vez a control prenatal al Instituto Nacional de Perinatología (Ciudad de México). En todos los casos se realizó una evaluación antropométrica y se tomó una muestra de sangre para determinar hemoglobina, ferritina, ácido fólico eritrocitario y zinc plasmático. El promedio de edad fue de 15 años (11 a 17 años). El promedio de edad gestacional al inicio del CP fue de  $27 \pm 7$  semanas de gestación y en su mayoría tendieron al bajo peso ( $97 \pm 12\%$  del peso esperado para la estatura y edad gestacional). Ocho de cada diez adolescentes mostraron anemia y deficiencia de hierro. El control prenatal tardío ( $\geq 25$  semanas) se asoció con el riesgo de presentar anemia (RM 5.11 IC95% 2.4-11.9), depleción de hierro (RM 3.53; IC95% 1.75- 7.10) y de zinc (RM 2.94; IC 95% 1.14 a 7.58). En el caso de la deficiencia de folatos paradójicamente se observó el efecto contrario (RM 0.10; IC95% 0.02 a 0.48). La falta de control prenatal oportuno se asocia con la presencia de anemia, deficiencia de hierro y zinc. Probablemente la depleción de hierro conduce a la acumulación de folato eritrocitario.

**Palabras clave:** Adolescencia, nutrición, embarazo, vitamina A, hierro, zinc, folato.

### INTRODUCTION

Pregnant teenagers are recognized as a nutritional risk group because of the presence of biological, social as well as psychological factors that make them more prone to present prenatal problems (1).

Pregnancy risks for a teenager are not only related to maternal problems, such as inadequate weight gain - whether it is deficient or excessive -, acute pregnancy hypertension, ferropenic anemia and vaginal infections on top of emotional disorders but also this group of women and their offspring tend to have higher neonatal morbidity associated to prematurity and growth retardation (2,3).

As far as the nutritional needs of pregnant teenagers are concerned, most of existing recommendations are simply

weak substitutes for adult needs. Even within these limits, it is important to indicate that teenagers frequently have an insufficient intake of vitamins and minerals. There are many indications that iron, zinc, calcium, vitamin A, riboflavin, folic acid and pyridoxine are often deficient (4,5).

On the other hand, it often occurs that the pregnant teenager visits the prenatal care clinic rather late (6), so the areas requiring special attention at each stage of the pregnancy must be identified so as to plan preventive as well as nutritional strategies adequate for the gestational age when prenatal care begins.

On these bases, the goal of the present study was to evaluate the prevalence of specific nutritional deficiencies according to gestational age when starting prenatal care.

## METHODS

For this study, all teenagers who attended the prenatal care clinic of the Adolescent Clinic (AC) of the Instituto Nacional de Perinatología (INPer) for the first time were invited to participate in consecutive form for a six months period. Nutritional assessment evaluation is part of the routine studies of the AC, so no written consent was requested. All women answered a questionnaire to obtain information about age, pre-pregnancy weight, date of last menstrual period, onset of menarche and number of pregnancies. Later, weight and height were evaluated and a 5 mL of blood sample was taken to determine:

- Hemoglobin using an automatic counter (Coulter Counter T-830, USA). Hemoglobin determinations were made daily. Two commercial controls were made every day with assigned values, which enabled us to evaluate precision (3% and 2%, respectively). Values used as cut-off points correspond to those proposed by the USA Center for Disease Control, corrected for altitude (2240 m over sea level) and gestational age and were 120, 115, 122 g/L for the first, second and third pregnancy trimesters respectively (7).
- Ferritin was determined by ELISA kit (OPUS, Dade-Behring, Illinois, USA). Samples were all processed in one day and three internal controls were included (high, medium and low) with assigned values that showed adequate precision (<5%). When ferritin concentration showed <12 µg/L, it was considered as iron depletion (8).
- Erythrocyte folate was determined by radioimmunoassay through a commercial kit (Gamacounter, Dualcount, Abbott, USA). As previously mentioned, all samples were evaluated in one day using an internal program of quality control. To evaluate folate nutritional status, the criteria proposed by Magnus and Caudill were used and they corresponded to 148 ng/mL (322 nmol/mL) for women with <26 weeks of pregnancy and 118 ng/mL (257 nmol/mL) for the others (9,10).
- Serum zinc was evaluated by mass spectrophotometry with a counter (Pelkin-Elmer, USA). The cut-off point was adjusted according to gestational age and corresponded to 73, 60 and 54 mg/dL for each pregnancy trimester (11).

The samples corresponding to determinations made with a commercial kit were separated and frozen at -70°C to be quantified synchronically by duplicate and in each case the variation coefficient was less than 6%.

In the cases where anemia or some specific deficiency was found, nutritional advice and specific management was granted without cost.

For data analysis, dispersion and central tendency measurements were calculated. Considering distribution characteristics, ferritin values were analyzed through

geometric mean and dispersion was calculated from natural distribution logarithm.

Upon analyzing concentrations of micronutrients, it was found that there was no significant difference between women who began prenatal care between the 25<sup>th</sup> and the 32<sup>nd</sup> week of pregnancy and those who visited the clinic after this period. Thus, the following tests were made dividing the women into two groups: those with early prenatal care (<25 weeks) and late prenatal care (≥25 weeks), considering the pertinent corrections for gestational age.

To establish differences, t tests and  $\chi^2$  tests were used for independent samples, depending on distribution nature. The odds ratio was calculated and confident intervals were estimated according to the Woolf method (12). All information was processed using the Statistical Program for Social Science (SPSS version 10,0).

## RESULTS

175 pregnant teenagers were invited to the study, 12 were excluded for lack of information, with 163 teenagers remaining. This sample represents 41% of the total of teenagers cared for yearly at the INPer.

Table 1 shows that mean age was 15 years, which coincides with onset of active sexual life. This indicates that pregnancy occurred in the first year after beginning of active sexual life. Pre pregnancy body mass index (BMI), was within the recommended margins (from 20 to 25) (13) but with a leftward deviation, that is, with a clear tendency towards underweight. As an example of the aforesaid, weight relationship with the expected figures for weight and gestational age was also within the lower recommended limit (14). Average pregnancy age at beginning of prenatal care was 27 weeks, which reflects late prenatal attention. However, it is important to indicate that almost one third of the women visited the clinic before 20 weeks of pregnancy.

Table 2 presents concentration of various metabolites related to maternal nutrition. Hemoglobin, ferritin and zinc showed significantly lower concentrations in women who visited prenatal care in the third trimester. It is interesting to note that erythrocyte folate concentration (which is a store indicator) was significantly higher in women who began prenatal care after the 32<sup>nd</sup> week of pregnancy.

Table 3 shows deficiency prevalence according to gestational age at beginning of prenatal care. As may be observed, anemia, iron depletion and zinc deficiency was more frequent between teenagers who began prenatal care rather late. In fact, prenatal care ≥25 weeks of pregnancy mean at risk of 5.11, 2.5 and 2.9 times to present anemia, iron depletion or zinc deficiency respectively. In relation to folate deficiency, late prenatal care seems to be an apparent "protecting factor" (OR. 0.10 IC 95% 0.02- 0.48).

TABLE 1  
General characteristics of the studied group  
n=163

Indicator	Mean $\pm$ sd	Range
Age (years)		
* chronological	15 $\pm$ 1	11-17
* menarche	11 $\pm$ 1	9-15
* gynecological*	3 $\pm$ 1	1-8
* onset of sexual life	15 $\pm$ 1	11-16
Gestational age at onset of prenatal care, weeks	27 $\pm$ 7	6-40
Height, cm	155 $\pm$ 6	130-170
Pregestational BMI	21 $\pm$ 3	19-26
% Weight/height and gestational age**	97 $\pm$ 12	74-144

\* Gynecological age= Chronological age – menarche age

\*\* According Arroyo et al (14)

TABLE 2  
Biochemical indicators of nutritional status according to  
weeks of pregnancy at beginning of prenatal care

	Weeks of pregnancy			ANOVA	p
	6-24 (n=53)	25-32 (n=65)	>32 (n=45)		
Hemoglobin g/L	123 $\pm$ 15	120 $\pm$ 10	118 $\pm$ 13	5.48	0.005
Ferritin $\mu$ g/L *	12.55 (10.92 – 14.49)	6.95 (6.29- 7.68)	6.46 (5.76 – 7.26)	8.24	0.005
Erythrocyte folate nmol/L	190 $\pm$ 72	233 $\pm$ 89	231 $\pm$ 71	5.56	0.004
Zinc $\mu$ g/dL	72 $\pm$ 12	65 $\pm$ 12	66 $\pm$ 10	5.61	0.004

\* geometric mean ( $\pm$  sd)

TABLE 3  
Prevalence of nutritional deficiency by age at beginning  
of prenatal care

	Prenatal control weeks		Odds ratio (CI 95%)
	<25 n (%)	$\geq$ 25 n (%)	
Anemia	44/53 (83.0)	83/110 (75.5)	5.11 (2.38- 10.96)
Iron deficiency	26/53 (49.0)	85/110 (78.0)	3.53 (1.75- 7.10)
Zinc deficiency	6/53 (11.4)	30/110 (27.3)	2.94 (1.14-7.58)
Folate deficiency*	11/53 (20.7)	2/77 (2.6)	0.10 (0.02- 0.48)

## DISCUSSION

From an obstetrical point of view, the population studied is not considered of high risk because its gynecological age averages three years, so no obstetrical complications are expected. However, it is important to indicate the fact that it is a group that begins a pregnancy being underweight and

that in general remains close to the lower weight limit expected for height and gestational age.

Anemia prevalence represented a health problem in the studied sample since among the women with early prenatal care it was of 20% while in those with late prenatal care reached 57%, this coincides with the information about Mexican adult population which varies between 25 and 40%, depending upon the source consulted (15-18), and is even higher than that of adult pregnant women cared for in the same institution (19). It is important to notice that in this population, iron depletion is by far the most frequent cause of anemia, so that it is basic to promote adequate iron nutrition from puberty through menopause, because it is within this stage that women are exposed to the risk of presenting a negative balance of this nutrient, due to increase loss during menstrual periods (20). Some authors suggest that throughout women's reproductive life iron supplements should be given (120 mg elementary iron/once a week) at regular intervals (21,22).

As to zinc deficiency, although its prevalence is not as high as that of iron, the increase in the number of cases observed among women with late prenatal care suggests the need to supplement this nutrient, particularly if it is considered that this deficiency is related to low birth weight. Nevertheless, this point is still being debated (23,24).

Finally, the pattern shown by erythrocyte folate seems to indicate, as reported above, that late prenatal care paradoxically has a protecting effect against folate deficiency. In reality, the effect observed is due to the high prevalence of iron deficiency, which translates into the inability of the body to synthesized hemoglobin (25) and thus folate deposit is increased. In studies of iron supplements given to a population with high anemia prevalence have shown a significant decrease of folate store (26).

As a corollary, we may say that in this group, iron was the most affected nutrient in teenagers that did not have prenatal care and routine iron supplements should be given as early as possible.

## REFERENCES

1. McGanity WJ, Dawson EB, Van Hook JW. Maternal nutrition in Modern Nutrition in Health and Disease. Shils ME, Olson JA, Shike M, Ross AC editors. Philadelphia. Lippincott Williams and Wilkins; 1999. p. 811-39.
2. Berenson AB, Wiemann CM, McCombs SL. Adverse perinatal outcomes in young adolescents. *J Reprod Med* 1997; 42:559-64.
3. Lao TT, Ho LF. Relation between preterm delivery and maternal height in teenage pregnancies. *Hum Reprod* 2000;15:463-8.
4. Schaffer D, Velie E, Shaw G, Todoroff K. Energy and nutrient intakes and health practices of latinas and non-latinas in the 3

- months before pregnancy. *JADA* 1998; 98:876-84.
5. Monge-Rosas R. Marginal vitamin and mineral intake of Costa Rican Adolescents. *Arch Med Res* 2001; 32:70-8.
  6. Damron D, Langenbrg P, Anliker J, Ballesteros M, Feldman R, Hava R. Factors associated with attendance in voluntary nutrition education program. *Am J Health Promot* 1999;13:268-75.
  7. CDC Criteria for anemia in childbearing-age women. *MMWR* 1989; 38:400-4.
  8. Lipschitz DA, Cook ID, Finch CA. A clinical evaluation of serum ferritin as an index of iron stores. *N Engl J Med* 1974; 290:1213-6.
  9. Magnus EM, Plasma and red blood cells folate during normal pregnancies. *Acta Obstet Gynecol Scand* 1981;60: 247-9.
  10. Caudill MA, Cruz AC, Gregory JF 3<sup>rd</sup>, Hutson AD, Bailey LB: Folate status response to controlled folate intake in pregnant human subjects. *J Nutr* 1997; 127: 2363-70.
  11. Berger H. Vitamins and minerals in pregnancy and lactation. New York: Raven Press; 1998. p267.
  12. Woolf B, In Kahn HA, Sempos CT. Statistical methods in epidemiology Oxford University Press, New York 1989: 56-62.
  13. James WPT, Ferro-Luzzi A, Waterlow JC. Definition of chronic energy deficiency in adults. Report of a working party of the International Dietary Energy Consultative Group. *Europ J Clin Nutr* 1988;42:969-81.
  14. Arroyo P, Casanueva E, Reynoso M. *Peso esperado para la talla y edad gestacional*. Tablas de referencia *Gin Obst Mex* 1985;53: 227-31.
  15. Ramírez-Mateos C, Loría A, Nieto-Gómez M, Malacara JM, Piedras J. Anemia y deficiencia de hierro en 490 embarazadas mexicanas. *Rev Invest Clin* 1998; 50:119-26.
  16. Karchmer-Krivitzki S, Aguilar-Guerrero JA, Guevara-Zepeda A, Santos-González J, Castelazo-Ayala L. Nutrición y estado gravídico puerperal. I Correlación de los niveles de hemoglobina en la madre con la frecuencia y sobrevivencia del producto prematuro. *Ginec Obstet Mex* 1967; 22:433-43.
  17. Sánchez-Medal L, Labardini J, Pérez-V MA, Loría A. Anemia en el embarazo. I Estudio de 143 embarazadas en Huamantla, Tlaxcala. *Gac Med Mex* 1967;97: 1356-49.
  18. Rivera-Domarco J, Shama-Levy T, Villaalpando-Hernández S, González de Cossío T, Hernández-Prado B, Sepúlveda J: Encuesta Nacional de Nutrición 1999. Estado nutricional de niños y mujeres de México. Cuernavaca, Morelos; Instituto Nacional de Salud Pública, 2001.
  19. Valdés-Ramos R, Pfeffer F, Casanueva E, Meza-Camacho C, Ávila-Rosas H. Hierro, zinc y vitaminas A, C y E en embarazadas con evolución adecuada de peso. *Perinatol Reprod Hum* 1995; 9:142-7.
  20. Hallberg L, Nilsson L. Determination of menstrual blood loss. *Scand J Clin Lab Invest* 1964; 16:244-8.
  21. Lynch SR. The potential impact of iron supplementation during adolescence on iron status in pregnancy. *J Nutr* 2000; 130 (2S Suppl):448s-51s.
  22. Viteri FE. Iron supplementation as a strategy for the control of iron deficiency and ferropenic anemia. *Arch Latinoamer Nutr* 1999; 49:15s-22.
  23. Cherry FF, Sandstead HH, Rojas P, Johnson LK, Batson HK, Wang XB. Adolescent pregnancy: associations among body weight, zinc nutriture and pregnancy outcome *Am J Clin Nutr* 1989; 50:945-54.
  24. Tamura T, Goldberger RL, Johnston KE, DuBard M. Maternal plasma zinc concentrations and pregnancy outcome. *Am J Clin Nutr* 2000; 71:109- 13.
  25. Wintrobe MM. *Clinical hematology* Philadelphia Lea & Febiger 1967; 461-96.
  26. Singh K, Fong YF, Arulkumaran S. The role of prophylactic iron supplementation in pregnancy. *Int J Food Sci Nutr* 1998; 49:383-9.

Recibido: 22-03-2002

Aceptado:23-01-2003

## Lean adolescents with increased risk for metabolic syndrome

*Emperatriz Molero-Conejo, Luz Marina Morales, Virginia Fernández, Xiomara Raleigh, Maria Esther Gómez, Maritza Semprún-Ferreira, Gilberto Campos, Elena Ryder*

Instituto de Investigaciones Clínicas, Sección de Bioquímica, Facultad de Medicina. La Universidad del Zulia, Maracaibo-Venezuela

**SUMMARY.** The aim of the present study was to determine in adolescents the relationship between insulin levels and body mass index (BMI), body fat distribution, diet, life style and lipid profile. We studied 167 adolescents (68 boys and 99 girls) whose ages ranged from 14 to 17 years. A detailed medical (including pubertal stage) and nutritional record was obtained from each subject. Biochemical measurements included fasting serum insulin, glucose, total cholesterol (TC), triglycerides (Tg), HDL-C, LDL-C and VLDL-C. HOMA insulin resistance (IR) and HOMA  $\beta$ -cell function ( $\beta$ -cell) were calculated. Insulin levels were over 84 pmol/L (cut off normal value in our lab) in 56% of the boys and 43% of the girls. Thirty-seven percent of lean adolescents whose BMI was  $21.5 \pm 1.9$  kg/m<sup>2</sup> presented higher fasting insulin levels, HOMA IR, Tg, systolic (SBP) and diastolic blood pressure (DBP) values when compared to a lean normoinsulinemic group. Insulin levels were correlated ( $p < 0.01$ ) with body mass index. Both boys and girls in the highest BMI quartile (BMI  $> 24$  kg/m<sup>2</sup>) had significantly higher serum insulin, HOMA  $\beta$ -cell, and Tg levels, and the lowest HDL-C levels. A high-energy intake rich in saturated fat and low physical activity were found in this lean but metabolically altered adolescents. We conclude that even with a BMI as low as 21 kg/m<sup>2</sup> an inappropriate diet and low physical activity might be responsible for the high insulin levels and dislipidemias in adolescents.

**Key words:** Insulin, body mass index, diet, physical activity, insulin resistance, adolescents.

### INTRODUCTION

The emerging worldwide epidemic of type 2 diabetes and cardiovascular disease establishes as research priorities to analyze risk factors in adolescents. There is an increasing evidence that acquired cellular resistance to insulin leads to impaired glucose tolerance, hyperglycemia, hyperinsulinemia and dyslipidemia. Genetic factors in combination with sedentary life-style, and a high-energy diet lead to obesity. Nearly 20 years ago, it was suggested that individuals exist who are not obese on the basis of height and weight, but who, like people with overt obesity, are hyperinsulinemic, insulin-re-

**RESUMEN.** Adolescentes delgados con alto riesgo de presentar Síndrome Metabólico. El objetivo del presente estudio fue determinar la relación entre los niveles de insulina y el Índice de Masa Corporal (IMC), distribución de grasa corporal, dieta, estilo de vida y perfil lipídico en adolescentes. A cada adolescente se le realizó una historia clínica detallada (incluyendo estadio puberal), además de una encuesta nutricional. Dentro de los parámetros bioquímicos se determinaron en suero los niveles de glicemia e insulina basal, colesterol total (CT), triglicéridos (TG), HDL-C, LDL-C, y VLDL-C. Se calcularon el HOMA-IR, y el HOMA- $\beta$ -cell. Se encontró que el 56% de los varones y el 43% de las hembras tenía valores de insulina  $> 84$  pmol/L (valor de referencia para nuestro laboratorio). Un 37% de los adolescentes delgados, con un IMC promedio de  $21.5 \pm 1.9$  kg/m<sup>2</sup>, presentó niveles elevados de insulina, HOMA-IR, TG, presión arterial sistólica y diastólica comparados con el grupo de adolescentes delgados normoinsulinémicos. Se encontró una correlación positiva y significativa ( $p < 0,01$ ) entre los niveles de insulina y el IMC. Tanto los varones como las hembras ubicados en los cuartiles más altos de IMC (IMC  $> 24$  kg/m<sup>2</sup>), tenían niveles significativamente más altos de insulina, HOMA- $\beta$ cell y TG, acompañados de niveles más bajos de HDL-C. Una alta ingesta de energía rica en grasas saturadas y una baja actividad física, se encontraron en estos adolescentes delgados pero metabólicamente alterados. En conclusión, niveles tan bajos de IMC como 21 kg/m<sup>2</sup>, una dieta inapropiada y una baja actividad física pueden ser responsables de los altos niveles de insulina y dislipidemias en los adolescentes.

**Palabras clave:** Insulina, índice de masa corporal, dieta, actividad física, insulino resistencia, adolescentes.

sistant, and predisposed to type 2 diabetes, hypertriglyceridemia, and premature coronary disease (1). Since then, it has become increasingly clear that such metabolically obese, normal weight individuals are very common in the general population and they probably represent one end of the spectrum of people with insulin resistance syndrome. Metabolic obesity could account for the higher prevalence of type 2 diabetes and other disorders in people with body mass index (BMI) in the 20-27 kg/m<sup>2</sup> range who have gained modest amounts of weight (2-10 kg of adipose mass) in adult life. Such individuals might be characterized by hyperinsulinism and possibly by an increase in fat cell size compared to

patients of similar age, height and weight (1). Bergström et al (2) demonstrated that features typical of the insulin resistance syndrome were already present in Swedish adolescents. In addition, Young and Rosenbloom (3) reported type 2 diabetes in a pediatric population. The measurements of serum insulin concentrations is an accepted way of estimating insulin resistance (4) but there are not reference values (normative data) available in the adolescent age group. Hyperinsulinemia is used as a biochemical marker for insulin resistance as it has itself been implicated in the development and maintenance of excess adiposity (5,6). However, little attention has been paid to the metabolic consequences of *hyperinsulinemia in adolescents*, even though such studies might provide important insights into the natural history of obesity and cardiovascular disease in adult life. The objective of the present study was to determine the relationship between insulin level and body mass index, body fat distribution, diet, life style and lipid profile in adolescents.

## METHODS

### Subjects

The study was performed on healthy adolescents with similar socioeconomic status, from an urban school in Maracaibo-Venezuela, and were selected in accordance with sex and age. The study involved 167 subjects aged between 14 and 17 y: 68 boys and 99 girls. All volunteers received verbal and written information on the purpose and content of the study, and the participation was voluntary. All subjects were documented to be in good health based on their health history that included height (m), weight (kg), pubertal age (estimated according to Tanner's criteria), collection of data on chronic disease history (diabetes, hypertension, cardiovascular disease and obesity), medication and physical activity (min/week). None of the adolescents received medication.

### Anthropometric assessment

Waist circumference was measured at the umbilical level and hip circumference as the largest measure around the hips. Biceps, triceps, subscapular and suprailiac skinfolds were measured with a Lange Skinfold Caliper. Height and weight were measured in the standard fashion, and BMI ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ) was calculated from these values. We considered lean adolescents when BMI was  $\leq 25 \text{ kg}/\text{m}^2$  and obese adolescents when BMI was  $> 25 \text{ kg}/\text{m}^2$ . These cutoffs' BMI were established according to body mass index curves reported by FUNDACREDESA Venezuela Project 1994 (7).

### Blood pressure

Systolic (SBP) and diastolic ([DBP] Korotkoff 4<sup>th</sup> phase) blood pressures were measured in the right arm in the sitting position using a standard mercury sphygmomanometer. The

mean of two blood-pressure measurements obtained five minutes apart was used in the analyses.

### Biochemical measurements

After a 12-h fasting blood samples (10 ml) were collected from each subject and transported and processed immediately after collection. Blood glucose was measured by the glucose oxidase method (Glucose liquicolor Human). Total cholesterol (TC), triglycerides (Tg), HDL-C and LDL-C were measured by enzymatic methods (Cholesterol liquicolor, Triglycerides liquicolor and HDL-cholesterol liquicolor test kits from Human, Germany and cholesterol LDL, PVS method from Boehringer); VLDL-C was determined by the formula:  $\text{VLDL-C} = \text{TC} - \text{HDL-C} - \text{LDL-C}$ . Serum insulin level was measured using a solid-phase  $^{125}\text{I}$  radio immunoassay (Coat-A-Count Insulin, Diagnostic Products, USA). Insulin resistance and  $\beta$ -cell function were determined by the Homeostasis Model Assessment [HOMA] (8).

### Macronutrient intake

Macronutrient intake was assessed from the subject's daily record of food eaten during 7 days (including breakfast, lunch, dinner and snack). The questionnaires were processed using the Expert System Ceres, a program that converts declared quantities of food into quantities of nutrients on the basis of the food composition table by National Nutrition Institute, Foods Composition Table (Venezuela) (9).

### Data analysis

Statistical analysis was performed using the Stat Most Framework for Windows version 3.0 software. For normally distributed data the differences between means were evaluated with the Student's *t*-test. For non-normally distributed data differences between distributions were evaluated with the Mann Whitney U test and correlation analysis with the Pearson's correlation coefficient.

### Ethical considerations

The study was approved by Ethics Committee of the Institute of Clinical Investigations, and informed written consent was requested and obtained from parents in the school where the study was performed; all adolescents were freely consenting.

## RESULTS

Adolescents data are shown in Table 1. Anthropometric measurements, HOMA IR Index and blood pressures were significantly different between boys and girls. According to the criteria of Tanner both boys and girls were pubertal adolescents (boys 89.7% Tanner IV-V pubic hair and genitals; girls 97.9% Tanner IV-V breast and pubic hair, after the onset of menses). They were normotensive and had fasting

serum insulin levels that were above our reference value (84 pmol/L). In both boys and girls, BMI was positively ( $p < 0.05$ ) correlated to central fat distribution, estimated as subscapular/triceps ratio, and with both circumference and skinfold measurements ( $p < 0.001$ ) (Table 2). In boys, anthropometric measurements were correlated positively with serum insulin, HOMA insulin resistance (IR), TC and LDL-C values and negatively with HDL-C (Table 3). In contrast, anthropometric measurements in girls were correlated positively only with systolic and diastolic blood pressures and negatively with HDL-C (Table 3). Both boys and girls in the highest BMI quartile (boys  $> 23.7 \text{ kg/m}^2$ , girls  $> 24 \text{ kg/m}^2$ ) had significantly higher serum insulin levels, HOMA  $\beta$ -cell function ( $\beta$ -cell), and Tg values and lower HDL-C values than adolescents in the lowest quartile (boys and girls  $< 19.6 \text{ kg/m}^2$ ). Boys also had higher mean HOMA IR, LDL-C and VLDL-C values in the 4<sup>th</sup> quartile and girls presented higher SBP and DBP values in the 4<sup>th</sup> quartile (Table 4). In both boys and girls, there were no significant correlations between serum insulin and serum lipid values (data not shown).

As shown in Table 5, among the 167 adolescents studied, we found that 139 subjects had BMI =  $25 \text{ kg/m}^2$  (lean) and 28 with BMI  $> 25 \text{ kg/m}^2$  (obese). They were divided in 4 groups (A, B, C and D) according to the cutoff insulin value (84pmol/L): Group A that was lean and had insulin values  $\leq 84 \text{ pmol/L}$ . Group B had a slightly higher BMI and skinfolds values than Group A. Hyperinsulinemia ( $> 84 \text{ pmol/L}$ ) and significantly ( $p = 0.00000$ ) higher HOMA IR and HOMA  $\beta$ -cell index were found in Group B compared with Group A. Also Group B had significantly higher serum triglyceride and a higher systolic and diastolic blood pressure than Group A. The physical activity (min/week) was lower in Group B than in Group A. In addition, waist circumference was higher than the Group A. In summary, insulin resistance and hyperinsulinemia occurred together in these non obese, normoglycemic adolescents. They were metabolically more affected than the Group C.

TABLE 1  
Adolescents characteristics

n	Boys 68	Girls 99	p
Age (years)	15.5 ± 1.0	15.8 ± 0.9	ns
Anthropometry			
Weight (kg)	63.9 ± 12.2	55.5 ± 9.3	0.0000
Height (m)	1.69 ± 0.07	1.58 ± 0.04	0.0000
BMI (Kg/m <sup>2</sup> )	22.2 ± 3.4	22.1 ± 3.7	0.4
Waist (cm)	73.6 ± 9.2	67.2 ± 6.9	0.0000
Hip (cm)	91.7 ± 8.3	89.8 ± 7.4	0.06
Waist to hip ratio	0.79 ± 0.04	0.74 ± 0.04	0.0000
Skinfolds (mm)			
Biceps	8.4 ± 5.1	11.8 ± 4.6	0.0000
Triceps	14.6 ± 6.5	20.3 ± 6.0	0.0000
Subscapular	15.2 ± 8.4	19.0 ± 6.9	0.001
Suprailiac	15.5 ± 9.2	17.5 ± 6.4	0.05
Subscapular to Triceps ratio	1.03 ± 0.25	0.94 ± 0.24	0.009
Fasting Glucose (mmol/L)	4.67 ± 0.46	4.49 ± 0.45	0.01
Fasting Insulin (pmol/L)	100.8 ± 49.8	90.6 ± 40.8	0.07
Homa IR Index	3.5 ± 1.8	3.03 ± 1.3	0.02
Homa $\beta$ -cell Index	337.9 ± 260.3	428.9 ± 491.2	0.08
Blood pressure (mm Hg)			
Systolic	113.8 ± 9.7	105.7 ± 8.6	0.0000
Diastolic	71.0 ± 6.9	68.3 ± 7.4	0.01

Data are means ± Standard Deviation.

TABLE 2  
Associations between Body Mass Index, Circumferences and Skinfolds in adolescents

BMI (kg/m <sup>2</sup> )	Circumferences (cm)				Skinfolds (mm)	
	Waist	Hip	W/H	Bicipital Triceps	Subscapular	Subscapular to triceps ratio
Boys	0.85‡	0.85‡ 0.30*	0.58‡	0.71‡	0.78‡	0.24*
Girls	0.82‡	0.81‡ 0.52‡	0.65‡	0.82‡	0.84‡	0.28

\* $p \leq 0.05$ ; ‡  $p \leq 0.001$

TABLE 3  
Associations between anthropometric measurements and serum insulin, serum lipids and blood pressure

	Insulin	HOMA IR	HOMA B-cell	TC	Tg	HDL-C	LDL-C	VLDL-C	SBP	DBP
Boys										
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	0.38 ‡	0.37 ‡	0.23 *	0.40 ‡	0.18	-0.23*	0.37 ‡	0.35 †	0.25 *	0.10
Waist Circumference (cm)	0.36 †	0.36 †	0.22	0.32 †	0.28 †	-0.25 †	0.30 †	0.24 *	0.23	0.08
Waist to hip ratio	0.15	0.15	0.15	0.31 †	0.23 *	-0.21	0.35 †	0.08	0.14	0.02
Subscapular skinfold (mm)	0.34 †	0.34 †	0.14	0.40 ‡	0.21	-0.23 *	0.42 ‡	0.26	0.14	-0.06
Subscapular to triceps ratio	-0.06	-0.16	-0.16	0.11	0.10	-0.36 †	0.20	0.29 †	0.05	0.05
Girls										
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	0.17	0.14	0.16	-0.04	0.09	-0.28 †	0.09	-0.06	0.34 ‡	0.27 †
Waist Circumference (cm)	0.16	0.17	0.22 *	0.01	0.21 *	-0.29 †	0.16	-0.01	0.37 ‡	0.31 ‡
Waist to hip ratio	-0.01	0.0002	0.07	0.03	0.22 †	-0.18	0.10	0.13	0.19 *	0.25 †
Subscapular skinfold (mm)	0.17	0.15	0.12	0.06	0.14	-0.20 *	0.18	-0.03	0.42 ‡	0.26 †
Subscapular to triceps ratio	0.11	0.06	0.23 *	0.06	0.23 *	-0.18	0.09	0.19 *	0.21 †	-0.05

\*  $p \leq 0.05$ ; †  $p \leq 0.01$ ; ‡  $p \leq 0.001$

TABLE 4  
Insulin levels, lipid profile and blood pressure values by body mass index quartiles

	Boys (n = 68)					Girls (n = 99)				
	1	2	3	4	Variation	1	2	3	4	Variation
Fasting Insulin (pmol/L)	77.4	97.8	90.6	131.4	4>1 †	75.0	89.4	100.2	97.2	4>1 † ; 3>1 *
Homa IR index	2.5	3.5	3.8	4.6	4>1 †	2.6	3.0	3.3	3.2	
Homa β-cell index	367.3	261.3	293.3	455.5	4>2 †	252.2	426.8	432.1	606.8	4>1 † ; 2>1 *
Tg (mmol/L)	0.82	0.72	0.71	1.08	4>2 † ; 4>3 †	0.80	0.84	0.86	0.97	4>1 *
CT (mmol/L)	3.11	3.11	3.73	3.71	4>1 † ; 4>2 † ; 3>1 †	3.70	3.61	3.84	3.72	
HDL-C (mmol/L)	1.10	1.13	11.5	0.94	4<2 * ; 4<3 *	1.28	1.19	1.26	1.11	4<1 *
LDL-C (mmol/L)	1.8	1.62	2.07	2.31	4>1 * ; 4>2 † ; 3>2 *	2.07	2.04	2.17	2.21	
VLDL-C (mmol/L)	0.21	0.37	0.46	0.46	4>1 ‡ ; 3>1 * ; 2>1 ‡	0.36	0.36	0.36	0.40	
SBP (mm Hg)	110.6	111.6	118.7	117.1	3>1 * ; 3>2 *	102.4	103.8	106.2	110.8	4>1 ‡ ; 4>2 ‡ ; 4>3 *
DBP (mm Hg)	68.0	72.6	72.1	70.6	2>1 *	65.8	67.0	68.6	72.0	4>1 † ; 4>2 *

\*  $p \leq 0.05$ ; †  $p \leq 0.01$ ; ‡  $p \leq 0.001$ . Mean values for each variable are shown. BMI Quartiles: Boys: 1) <19.6; 2) 19.6–20.8; 3) 20.9–23.7; 4) >23.7. Girls: 1) <19.6; 2) 19.6–21.4; 3) 21.5–24; 4) >24. TC: 0.02586 mmol/L is equal to 1 mg/dL. Tg: 0.01129 mmol/L is equal to 1 mg/dL.

TABLE 5  
Clinical and metabolic characteristics of adolescents by insulin levels and body mass index

	BMI ≤ 25 kg/m <sup>2</sup>		BMI > 25 kg/m <sup>2</sup>		p					
	A. Insulin ≤ 84 pmol/L	B. Insulin > 84 pmol/L	C. Insulin ≤ 84 pmol/L	D. Insulin > 84 pmol/L	A-B	A-C	A-D	B-C	B-D	C-D
n	76	63	10	18						
Age (years)	15.6 ± 2.0	15.5 ± 0.9	15.7 ± 0.9	15.9 ± 1.06						
Physical Activity (min/week)	198.0 ± 176.4	134.5 ± 131.1	190.5 ± 288.1	202.8 ± 229.2	*	ns	ns	ns	*	ns
Anthropometry										
BMI (Kg/m <sup>2</sup> )	20.4 ± 2.1	21.5 ± 1.9	28.4 ± 3.6	28.3 ± 2.4	**	**	**	**	**	ns
Waist (cm)	66.3 ± 5.4	68.5 ± 5.7	80.1 ± 6.6	83.3 ± 11.0	*	**	**	**	**	ns
Waist / hip	0.75 ± 0.04	0.75 ± 0.04	0.79 ± 0.04	0.8 ± 0.06	ns	*	**	*	**	ns
Skinfolds (mm)										
Biceps	8.5 ± 3.8	10.3 ± 4.6	16.5 ± 5.3	15.5 ± 5.2	*	**	**	**	**	ns
Triceps	15.5 ± 5.6	17.1 ± 4.9	26.3 ± 8.0	26.6 ± 6.0	*	**	**	**	**	ns
Subscapular	14.4 ± 5.3	16.3 ± 5.6	26.5 ± 7.8	29.4 ± 8.2	*	**	**	**	**	ns
Suprailiac	13.9 ± 5.4	15.4 ± 6.1	24.4 ± 8.6	28.6 ± 7.3	ns	**	**	**	**	ns
Bic+Tri+Sub	38.6 ± 13.7	43.6 ± 13.0	69.3 ± 19.6	71.1 ± 18.9	*	**	**	**	**	ns
Sub/Tri	0.95 ± 0.21	0.96 ± 0.27	1.03 ± 0.2	1.12 ± 0.26	ns	ns	*	ns	*	ns
Clinical Chemistries										
Fasting Glucose (mmol/L)	4.54 ± 0.21	4.62 ± 0.48	4.39 ± 0.57	4.6 ± 0.54	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Fasting Insulin (pmol/L)	63.6 ± 12	120.6 ± 39	64.2 ± 17.4	147.0 ± 55.2	**	ns	**	**	*	**
Homa IR Index	2.1 ± 0.4	4.1 ± 1.4	2.4 ± 0.7	5.0 ± 2.0	**	ns	**	**	*	**
Homa β-cell Index	246 ± 145	491 ± 480.6	530.6 ± 859.5	563.4 ± 392.1	**	*	**	ns	ns	ns
TC (mmol/L)	3.57 ± 0.68	3.59 ± 0.75	3.56 ± 0.68	3.84 ± 0.55	ns	ns	*	ns	ns	ns
Tg (mmol/L)	0.78 ± 0.35	0.90 ± 0.49	0.85 ± 0.40	0.96 ± 0.37	*	ns	*	ns	ns	ns
HDL-C (mmol/L)	1.19 ± 0.28	1.18 ± 0.26	0.9 ± 0.23	1.10 ± 0.29	ns	**	ns	**	ns	*
VLDL-C (mmol/L)	0.35 ± 0.19	0.39 ± 0.21	0.32 ± 0.14	0.43 ± 0.26	ns	ns	ns	ns	ns	ns
LDL-C (mmol/L)	1.98 ± 0.62	2.00 ± 0.68	2.33 ± 0.84	2.31 ± 0.49	ns	*	*	ns	*	ns
Blood Pressure (mmHg)										
Systolic	106.4 ± 9.8	109.8 ± 10.0	114.0 ± 6.9	114.4 ± 7.0	*	*	**	ns	*	ns
Diastolic	67.8 ± 7.4	69.9 ± 6.5	71.0 ± 8.4	73.3 ± 8.0	*	ns	*	ns	*	ns

p < 0.05; \*\* p < 0.001

Group C obese adolescents (BMI>25kg/m<sup>2</sup>) with normal insulin values (<84 pmol/L), (Table 5) had similar insulin levels and HOMA IR values and higher (p=0.004) HOMA  $\beta$ -cell values compared to Group A. Despite this, higher LDL-C, systolic blood pressure and the lowest HDL-C value were observed. These high levels might be related to an increase in BMI as it was established in Table 2. This group had similar BMI and skinfolds to the obese hyperinsulinemic group (Group D) and the lowest level of HDL-C of all groups (Table 5).

Group D, obese adolescents with insulin levels > 84 pmol/L, had anthropometric measurements, fasting insulin level, HOMA IR, TC, TG LDL-C, systolic and diastolic blood pressure values significantly higher and HDL-C lower than Group A. Central fat distribution (subscapular to triceps ratio)

was significantly higher (p=0.003) in these obese adolescents with higher insulin levels compared with in Group A (Table 5), having boys a higher ratio [p<0.0000] (Table 1).

In general, daily intake of energy and nutrients among the adolescents were higher than required (calculated on the basis of age, weight, sex and physical activity). High protein, fat and carbohydrate intake was observed according to the intake to required ratio values. Dietary fat came mainly from saturated fatty acids. Monounsaturated fatty acids intake did not reach 14% of total fat intake and the P/S ratio was less than 2.00 (recommended ratio). Low intake of vegetables, legumes and fruits was observed. Although no statistically significant, Group B had the highest intake of protein and saturated fat and the lowest intake of monounsaturated fat (Table 6).

TABLE 6  
Daily intake of energy and nutrients of the adolescents by insulin levels and body mass index

Energy or Nutrient	BMI $\leq$ 25 kg/m <sup>2</sup>		BMI > 25 kg/m <sup>2</sup>		A-B	A-C	A-D	B-C	B-D	C-D
	A. Insulin $\leq$ 84 pmol/L	B. Insulin > 84 pmol/L	C. Insulin $\leq$ 84 pmol/L	D. Insulin > 84 pmol/L						
N	33	37	8	18						
Energy (Kcal)										
Required	2199.1 $\pm$ 352.6	2144.2 $\pm$ 311.89	2309.3 $\pm$ 501.0	2316.6 $\pm$ 516.7	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Intake	2728.5 $\pm$ 972.2	2862.27 $\pm$ 921.64	2440.2 $\pm$ 722.3	2768.6 $\pm$ 1018.1	ns	ns	ns	ns	ns	ns
I/R x 100	123.7 $\pm$ 38.0	131.94 $\pm$ 36.48	105.7 $\pm$ 35.5	119.8 $\pm$ 35.5	ns	ns	ns	*	ns	ns
Protein (g)										
Required	77.12 $\pm$ 12.45	75.59 $\pm$ 9.63	80.7 $\pm$ 17.4	81.3 $\pm$ 17.7	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Intake	107.8 $\pm$ 38.08	112.75 $\pm$ 32.82	103.1 $\pm$ 35.0	104.3 $\pm$ 39.5	ns	ns	ns	ns	ns	ns
I/R x 100	140.81 $\pm$ 39.41	150.02 $\pm$ 38.97	126.8 $\pm$ 27.5	126.8 $\pm$ 37.8	ns	ns	ns	*	*	ns
Fat (g)										
Required	73.42 $\pm$ 11.7	72.05 $\pm$ 9.07	80.5 $\pm$ 15.5	77.1 $\pm$ 17.0	ns	ns	ns	*	ns	ns
Intake	103.0 $\pm$ 50.39	106.91 $\pm$ 41.58	101.5 $\pm$ 49.2	94.5 $\pm$ 46.4	ns	ns	ns	ns	ns	ns
I/R x 100	139.21 $\pm$ 52.8	148.59 $\pm$ 50.52	129.8 $\pm$ 49.1	121.2 $\pm$ 39.7	ns	ns	ns	ns	*	ns
Saturated	61.3 $\pm$ 43.01	63.37 $\pm$ 35.85	51.5 $\pm$ 32.8	48.7 $\pm$ 25.6	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Monounsaturated	2.57 $\pm$ 3.0	1.78 $\pm$ 2.78	4.7 $\pm$ 5.8	3.8 $\pm$ 3.7	ns	ns	ns	*	*	ns
Polyunsaturated	25.27 $\pm$ 13.9	22.72 $\pm$ 9.68	18.8 $\pm$ 9.5	17.7 $\pm$ 8.2	ns	ns	*	ns	*	ns
Modified fat °	31.12 $\pm$ 26.76	34.4 $\pm$ 29.59	38.9 $\pm$ 26.5	35.6 $\pm$ 30.1	ns	ns	ns	ns	ns	ns
P/S ratio	0.25 $\pm$ 0.35	0.45 $\pm$ 0.32	0.50 $\pm$ 0.38	0.47 $\pm$ 0.25	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Carbohydrate (g)										
Required	307.84 $\pm$ 49.34	303.18 $\pm$ 39.69	323.2 $\pm$ 69.8	324.2 $\pm$ 72.2	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Intake	335.0 $\pm$ 131.1	377.18 $\pm$ 129.04	286.2 $\pm$ 98.1	393.6 $\pm$ 150.6	ns	ns	ns	*	ns	*
I/R x 100	125.5 $\pm$ 81.34	126.51 $\pm$ 40.49	89.8 $\pm$ 26.1	121.6 $\pm$ 41.2	ns	ns	ns	*	*	*

\* p  $\leq$  0.05. Data are means  $\pm$  SD

° From fried foods, mayonnaise and margarines

I/R: Intake/Required

## DISCUSSION

This study found that 37% of the adolescents with BMI 21.5  $\pm$  19 kg/m<sup>2</sup> (Group B) presented higher fasting insulin levels, HOMA IR, Tg, systolic and diastolic blood pressure values when compared to Group A.

The mean insulin values were similar in both boys and girls. Hoffman et al (10) have demonstrated that insulin sensitivity is greater in pubertal and early pubertal boys than

girls and is primarily determined by body mass. It has been suggested that individuals exist who are not obese on the basis of height and weight, but who, like people with overt obesity, are hyperinsulinemic, insulin resistant and predisposed to type 2 diabetes, hypertriglyceridemia and premature heart disease (1,11). In addition, central abdominal adiposity, even when estimated crudely by anthropometric measures, predicts the development of type 2 diabetes (12), cardiovascular morbidity and mortality (13) and is now

recognized as part of the metabolic syndrome that includes insulin resistance, dyslipidemia and hypertension (14). Central adiposity is strongly related to insulin resistance, which is considered the precursor of type 2 diabetes (15). The abdominal fat depot may induce deterioration in insulin sensitivity through its characteristic high lipolysis (16) and its rapid turnover of fatty acids (17). Both insulin resistance and central adiposity were present in adolescents in Group B. Arslanian et al (18) demonstrated, that in nonobese normal children, percent adiposity is an important correlate of in vivo insulin sensitivity. However, independent of degree of adiposity, there remains significant relationship between diastolic blood pressure and insulin sensitivity as well as insulin levels in prepuberty, and insulin levels and VLDL in pubertal subject, possibly signaling the initiation of syndrome X in childhood.

Ferrari et al (19) observed that lean offspring ( $BMI < 22.5 \text{ kg/m}^2$ ) with one hypertensive parent, had significantly higher systolic blood pressure and they were insulin resistant. This situation has also been reported in nonobese, normoglycemic offspring and/or first degree relatives of patients with type 2 diabetes (20). Similarly, our Group B were first or second degree relatives of patients with type 2 diabetes [49 % (31/63)] and/or hypertension [(76% (48/63))]. The family history for diabetes was slightly higher in Group B compared with group A (49% vs 44%). Both had similar percentage for family history of hypertension. According to this result the alteration observed in Group B maybe related to other factors.

Bergström et al (2) reported that during midpuberty serum insulin values in both boys and girls were higher in the younger age group. In this study, the mean age in Group B was not different to that of adolescents with similar or higher BMI. It has been suggested that the peak in serum insulin level in midpuberty results from an increased resistance to insulin (21). In fact, Table 5 shows that Group B, with high fasting insulin levels, had HOMA IR values significantly higher (2 fold) than those of the Group A. Insulin is known to have a growth hormone-like effect, and an increased level may be caused by an increased secretion of insulin related to the pubertal growth spurt. In effect, Group B had significantly higher HOMA  $\beta$ -cell index, indicative of non-impaired insulin secretion. They also had higher triglyceride levels, a good marker for risk of atherosclerosis at an early age (22). Amiel et al (23) suggest that insulin resistance during puberty is restricted to peripheral glucose metabolism. Selective insulin resistance leading to compensatory hyperinsulinemia may serve to amplify insulin's effect on amino acid metabolism, thereby facilitating protein anabolism during this period of rapid growth.

In general, increases in insulin resistance tend to parallel the increases in BMI. This was observed in the adolescents studied (Table 3). However, a small group (Group C) with

$BMI > 25 \text{ kg/m}^2$  had fasting insulin levels as low as Group A. Parameters linked to insulin resistance (high insulin level, high triglyceride levels, low HDL-C and high blood pressure) were found in the subjects of this study and emphasize the importance of increases in BMI in adolescents. Universal definition of obesity related to cutoff in adolescents has not been established. In Venezuela, the 90<sup>th</sup> and 97<sup>th</sup> of body mass index for age and sex have been recommended to define overweight and obesity based on FUNDACREDESA Venezuela Project (7). Cole et al (24) proposed cutoff points to define child obesity. These cutoff points are recommended for international comparisons of prevalence of overweight and obesity. According to Cole et al data (24) the Group B, having a  $BMI = 21.5 \text{ kg/m}^2$  ( $15.5 \pm 0.9$  years) can be considered lean. Adolescents with  $BMI > 25 \text{ kg/m}^2$  will be obese. The Group B had an increase in adipose tissue mass (measured by skinfolds and waist circumference) compared with normoinsulinemic adolescents in Group A. BMI was positively correlated ( $p < 0.05$ ) to central fat distribution estimated as the subscapular to triceps ratio. Also, BMI was significantly correlated with circumferences (waist, hip and waist/hip ratio) and skinfolds (Table 2). Central obesity, like hyperinsulinemia and insulin resistance, not only accompanies but also antedates metabolic disorders such as type 2 diabetes (11,25) and coronary heart disease (26). That it may be a very early event is suggested by the finding of the Bogalusa Heart Study (27,28) that increases in central fat, as reflected by increases in subscapular, suprailiac and subcostal skinfold thickness, correlate closely with increases in plasma insulin, blood pressure, and triglycerides in school-aged (6-18 y) children.

This study also found variations in serum insulin levels, partly caused by variations in daily dietary intake. Daily intake of energy and nutrients were higher than the requirements calculated for gender, ages and physical activity. A recent report suggests that high-protein diets may contribute to the more rapid progression of type 2 diabetes from IGT (29). Kitagawa et al (30) demonstrated that an increased incidence of noninsulin dependent diabetes mellitus among Japanese schoolchildren correlates with an increased intake of animal protein and fat. Intake of animal fat increased the consumption of saturated fatty acids that may increase insulin levels and decrease P/S ratio; these nutritional alterations increase the cardiovascular disease risk.

Another factor present in the Group B was the lowest physical activity in comparison with Group A. These adolescents require neither the high intake of calories nor the larger amount of carbohydrates. Physical activity has a beneficial effect in reducing plasma insulin levels among people with and without type 2 diabetes (31). Moderate amounts of physical activity have a significant role in reducing the burden of hyperinsulinemia and diabetes among

ethnic populations at highest risk for these conditions (32). Daily physical activity is important to decrease risk for insulin resistance. Group B with low physical activity, hyperinsulinemia and insulin resistance have high risk to develop diabetes.

In conclusion, this study shows that adolescents with BMI as low as 21.5 kg/m<sup>2</sup>, but exhibiting hyperinsulinemia and insulin resistance, that co-exist with low physical activity and high energy, animal protein and fat intake, are at increased risk for obesity, cardiovascular disease and diabetes.

### ACKNOWLEDGEMENTS

To Ing. Angel Casanova, Professor of Statistics for his valuable advise with the analysis of the data.

### REFERENCES

- Ruderman N, Chisholm D, Pi-Sunyer X, Schneider S. The metabolically obese, normal-weight individual revised. Perspectives in diabetes. *Diabetes* 1998; 47:699-713
- Bergström E, Hernell O, Persson LA, Vessby B. Insulin resistance syndrome in adolescents. *Metabolism* 1996;45:908-914
- Young RS, Rosenbloom AL. Type 2 (non-insulin dependent) diabetes in minority youth: Conference report. *Clin Pediat* 1998; 37:63-66
- Bergman RN, Finegood DT, Ader M. Assessment of insulin sensitivity in vivo. *Endocr Rev* 1985; 6:45-86
- Cusin I, Rohner-Jeanrenaud F, Terrettaz J, Jeanrenaud B. Hyperinsulinaemia and its impact on obesity and insulin resistance. *Int J Obes* 1992; 16:S1-S11
- Le Stunff C, Bougneres P. Early changes in postprandial insulin secretion, not in insulin sensitivity, characterize juvenile obesity. *Diabetes* 1994; 43:696-702
- Landaeta Jimenez M, Lopez-Blanco M, Mendez Catellano H. Body mass index curves for age and sex. FUNDACREDESA-Venezuela Project 1994. In *Manual de Crecimiento y Desarrollo. FUNDACREDESA* 1997
- Haffner S, Miettinen H, Stern M. The homeostasis model in the San Antonio Heart study. *Diabetes Care* 1997; 20:1087-1092
- National Nutrition Institute, *Foods Composition Table Venezuela*. 1994
- Hoffman R, Vicini P, Sivitz W, Cobelli C. Pubertal adolescent male-female differences in insulin sensitivity and glucose effectiveness determined by the one compartment minimal model. *Pediatr Res* 2000; 48:384-388
- Hollenbeck CB, Reaven G. Variations in insulin-stimulated glucose uptake in healthy individual with normal glucose tolerance. *J Clin Endocrinol Metab* 1987; 64:1169-1173
- Ohlson L-O, Larsson B, Svärdsudd K, Welin L, Eriksson H, Wilhelmse N, Bjorntorp P, Tibblin G. The influence of body fat distribution on the incidence of diabetes mellitus: 13.5 years of follow-up of the participants in the study of men born in 1913. *Diabetes* 1985; 34:1055-1058
- Manson JE, Willett WC, Stampfer MJ, Colditz GA, Hunter DJ, Hankinson SE, Hennekens CH, Speizer FE. Body weight and mortality among women. *N Engl J Med* 1995; 333:677-685
- Samaras K, Campbell LV. Increasing incidence of type 2 diabetes in the third millennium. Is abdominal fat the central issue? *Diabetes Care* 2000; 23:441-442
- Carey DG, Jenkins AB, Campbell LV, Freund J, Chisholm DJ. Abdominal fat and insulin resistance in normal and overweight women: direct measures reveal a strong relationship in subjects at both low and high risk of NIDDM. *Diabetes* 1996; 45:633-638
- Rebuffé-Scrive M, Andersson B, Olbe L, Björntorp P. Metabolism of adipose tissue in intra-abdominal depots of non-obese men and women. *Metabolism* 1989; 38:453-458
- Boden G. Role of fatty acids in the pathogenesis of insulin resistance and NIDDM. *Diabetes* 1997; 45:3-10
- Arslanian S, Suprasongsin CH. Insulin sensitivity, lipids, and body composition in childhood: "Syndrome X" Present? *J Clin Endocrinol Metab* 1996; 81:1058-1062
- Ferrari P, Weidmann P, Show S, Giachino D, Riesen W, Allemann Y, Heynen G. Altered insulin sensitivity, hyperinsulinemia, and dyslipidemia in individuals with hypertensive parent. *Am J Med* 1991; 91: 589-596
- Laws AM, Stefanick ML, Reaven GM. Insulin resistance and hypertriglyceridemia in nondiabetic relatives of patients with noninsulin-dependent diabetes mellitus. *J Clin Endocrinol Metab* 1989; 69:343-357
- Arslanian SA, Kalhan S. Correlations between fatty acid and glucose metabolism. Potential explanation of insulin resistance of puberty. *Diabetes* 1994; 43:908-914
- Franz M, Horton E, Bantle J, Beebe CH, Brunzell J, Coulston A, Henry RR, Hoogwerf BJ, Stacpoole PW. Nutrition principles for management of diabetes and related complications. *Diabetes Care* 1994; 17:490-518
- Amiel SA, Caprio S, Sherwin RS, Plewe G, Haymond MW, Tamborlane WV. Insulin resistance of puberty; a defect restricted to peripheral glucose metabolism. *J Clin Endocrinol Metab* 1991; 72:277-282
- Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ* 2000; 320:1240-1243
- Bergström RW, Nawell-Morris LI, Leonetti DL, Abraham S. Evidence for an increased intra-abdominal fat distribution with development of NIDM in Japanese-American men. *Diabetes* 1990; 39:104-111
- Blair D, Habicht VP, Sims EAH, Sylvester D, Abraham S. Evidence for an increased risk for hypertension with centrally located body fat and the effect of race and sex on this risk. *Am J Epidemiol* 1984; 119:526-540
- Burke GL, Webber LS, Srinivasan SR, Radhakrishnamurthy B, Freeman DS, Berenson GS. Fasting plasma glucose and insulin levels and their relationship to cardiovascular risk factors in children: The Bogalusa Heart Study. *Metabolism* 1986; 35:441-446
- Freedman DS, Srinivasan SR, Burke GL, Shear CL, Smook CG, Harsha DW, Webber LS, Berenson GS. Relation of body fat distribution of hyperinsulinemia in children and

- adolescents: The Bogalusa Heart Study. *Am J Clin Nut* 1987; 46:403-410
28. Linn T, Geyer R, Prassek S, Laube H. Effect of dietary protein intake on insulin secretion and glucose metabolism in insulin dependent diabetes mellitus. *J Clin Endocrinol Metab* 1996; 81:3938-3943
  30. Kitagawa T, Owada M, Urakami T, Yamauchi K. Increased incidence of non-insulin dependent diabetes mellitus among japanese schoolchildren correlates with an increased intake of animal protein and fat. *Clin Pediatr* 1998; 37:111-116
  31. Regensterner J, Mayer E, Sheherly S, Eckel R, Haskell W, Marshall JA, Baxter J, Hamman RF. Relationship between habitual physical activity and insulin levels among nondiabetic men and women: the San Luis Valley Diabetic Study. *Diabetes Care* 1991; 14:1066-1074
  32. Irwin M, Mayer-Davis E, Addy CH, Pate R, Durstins L, Stolarczyk LM, Ainsworth BE. Moderate-intensity physical activity and fasting insulin levels in women. *Diabetes Care* 2000; 23:449-454

Recibido: 25-02-2002

Aceptado: 08-10-2002

## Efeito de um novo produto fermentado de soja sobre os lípides séricos de homens adultos normocolesterolêmicos

Elizeu Antonio Rossi, Regina Célia Vendramini, Iracilda Zeppone Carlos, Maurício Gonçalves de Oliveira, Graciela Font de Valdez

Departamento de Alimentos e Nutrição da Faculdade de Ciências Farmacêuticas-UNESP-Araraquara. Brasil

**RESUMO.** O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da ingestão diária de um novo produto de soja, fermentado com *Enterococcus faecium* e *Lactobacillus jugurti* sobre os níveis de lípides séricos de indivíduos normocolesterolêmicos, adultos e do sexo masculino. O estudo foi randomizado, duplo cego e controlado por placebo, com duração de 6 semanas. Quarenta e quatro voluntários, com idade entre 40 e 55, anos foram aleatoriamente separados em 2 grupos: um que recebeu diariamente 200 ml do produto fermentado (grupo F) e o outro que recebeu 200 ml de placebo (grupo P). Amostras de sangue foram retiradas no início do estudo e depois de 3 e 6 semanas e analisadas quanto aos níveis de colesterol total, HDL-colesterol e triglicérides. A concentração do LDL-colesterol foi obtida por cálculo. Os resultados mostraram que nenhuma alteração significativa foi observada nos níveis de colesterol total, LDL-colesterol e triglicérides do grupo F, durante o período de 6 semanas, enquanto que o nível do HDL-colesterol se mostrou significativamente aumentado ( $p \leq 0,05$ ) ao final do mesmo período. No grupo P, o colesterol total e o LDL-colesterol apresentaram-se com um aumento significativo ( $p \leq 0,05$ ) ao final de 6 semanas, em relação aos valores iniciais, mas sem alterações nos níveis de HDL-colesterol e triglicérides. Em conclusão, a ingestão de 200 ml/dia do produto de soja fermentado foi capaz de manter inalterada a concentração de colesterol total e de LDL-colesterol, e de aumentar em 10% o nível do HDL-colesterol, nas condições de estudo.  
**Palavras-chave:** Colesterol, soja, fermentação.

**SUMMARY.** Effect of a new fermented soy milk product on serum lipid levels in normocholesterolemic men. This study was undertaken to verify the effect of a daily intake of a new fermented soy milk produced with *Enterococcus faecium* and *Lactobacillus jugurti* on the serum lipid levels in normocholesterolemic middle-aged men. The study was randomized, double-blind and placebo-controlled and was performed for a period of 6 weeks. Forty-four normocholesterolemic healthy, male volunteers, aged 40-55 years old were randomly separated in two groups: The F-group received 200 ml of the fermented product daily and the P-group received 200 ml of placebo (chemically fermented). The blood samples were drawn initially and after 3 and 6 weeks and serum values for total cholesterol, HDL-cholesterol and triglyceride were determined. The LDL-cholesterol value was estimated. No significant changes in the fermented group (F) were observed for total cholesterol, LDL-cholesterol or triglyceride levels, while the HDL-cholesterol level was significantly higher ( $p \leq 0,05$ ) after 6 weeks. The total cholesterol and LDL-cholesterol levels were significantly higher ( $p \leq 0,05$ ) in the placebo group (P), but no changes were found for the HDL-cholesterol and triglyceride levels during the experimental period. In conclusion, the intake of 200 ml/day of the fermented soy milk, produced with *E. faecium* and *L. jugurti*, for 6 weeks, did not affect the serum total cholesterol and LDL-cholesterol, and led an increase of 10% in the HDL-cholesterol level.  
**Keywords:** Cholesterol, soybean, fermentation.

### INTRODUÇÃO

Os alimentos fermentados têm se constituído em importantes componentes da dieta devido não somente as suas características nutricionais, mas também, às suas propriedades profiláticas e/ou terapêuticas, dentre as quais, destaca-se o efeito hipocolesterolêmico.

Vários estudos têm investigado o efeito redutor de colesterol de certas bactérias lácticas presentes em determinados produtos fermentados (1-6). Entretanto, a maioria desses estudos foi realizada com o *Lactobacillus acidophilus*, não havendo muita informação sobre outras bactérias que poderiam apresentar efeitos similares.

Dentro desse contexto, Rossi et al (7) realizaram um

estudo com o *Enterococcus faecium* e demonstraram a capacidade *in vitro* desse microrganismo de reduzir em aproximadamente 54% o colesterol adicionado ao meio de cultivo. Apoiados nesses resultados, foi desenvolvido um produto de soja fermentado com o *E. faecium* associado ao *Lactobacillus jugurti*, o qual apresentou propriedades tecnológicas e sensoriais semelhantes aos fermentados tradicionais (8). O efeito hipocolesterolêmico desse produto foi verificado em coelhos machos, hipercolesterolêmicos e com idade de 8 semanas. Os resultados mostraram que uma dose de 10 ml/dia, administrada durante 30 dias, foi capaz de reduzir o nível de colesterol total em 18,4% e de aumentar a fração HDL em 17,8% (9). Considerando a importância de se conhecer o comportamento deste produto em humanos,

o presente estudo foi conduzido com o objetivo de avaliar o efeito decorrente da sua ingestão diária, sobre os níveis de lipídeos séricos de indivíduos normocolesterolêmicos, adultos e do sexo masculino.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Material

Constituído por amostras de “iogurte” de soja fermentado com *Enterococcus faecium* e *Lactobacillus jugurti* e de placebo (produto não fermentado), ambos produzidos na Unidade de Produção e Desenvolvimento de Derivados de Soja -UNISOJA da FCF-UNESP-Araraquara.

### Grupo de estudo

Constituído por 44 pessoas voluntárias do sexo masculino, com idade entre 40 e 55 anos, que apresentavam níveis normais de colesterol total, HDL-colesterol, triglicérides, glicose, alanina-aminotransferase (ALT), aspartato-aminotransferase (AST) e creatinina. Todos apresentavam pressão arterial abaixo de 130/85 mm Hg, não possuíam históricos de doenças cardiovasculares, cerebrovasculares ou metabólicas. Os voluntários foram devidamente instruídos quanto ao tipo de estudo, objetivos, conduta individual, medidas de segurança e considerações sobre riscos\*.

### Planejamento experimental

O estudo foi duplo cego, randomizado, controlado por placebo e teve uma duração de 6 semanas.

Os indivíduos foram aleatoriamente divididos em 2 grupos, cada um com 22 pessoas. Um grupo consumiu diariamente 200 ml do produto fermentado (grupo F), enquanto o outro consumiu diariamente 200 ml de placebo (grupo P). Todos foram orientados para que mantivesse constante o horário de ingestão do produto ao longo do experimento.

Amostras de sangue foram coletadas no início do estudo (determinação inicial) e no final da 3ª e 6ª semanas, sempre no período da manhã, após um jejum de no mínimo 12 horas.

### Obtenção do produto fermentado

O produto foi processado na Unidade de Desenvolvimento e Produção de Derivados de soja -UNISOJA do Depto. de Alimentos e Nutrição da FCF/UNESP, a cada 7 dias, de acordo com a metodologia descrita por Rossi et al (10), tendo a seguinte constituição básica: extrato aquoso de soja (“leite” de soja) acrescido de 8% de sacarose; 1,0% de óleo de soja; 1% de lactose e 0,5% de gelatina. Como inóculo foi utilizado 1,5% (v/v) de cultivo *E. faecium* CRL 183 e 1,5% (v/v) de cultivo de *L. jugurti* 416. O produto depois de fermentado apresentou a seguinte composição química: 3,39% de

proteína; 2,74% de lipídes; 12,05% de carboidratos; 0,47% de cinzas e 81,32% de umidade, fornecendo 864,2 Kcal/litro.

Cada lote de produto foi submetido a uma quantificação de células viáveis, empregando-se meios de cultivos específicos: M17 ágar e MRS ágar. As colônias formadas foram contadas e tiveram suas características morfológicas observadas.

O placebo, de constituição idêntica ao produto fermentado, apenas sem conter os microrganismos em estudo, foi acidificado pela adição direta de ácido láctico de grau alimentício, até que fosse alcançado o pH idêntico ao do produto fermentado.

### Dosagem dos lipídeos séricos

As dosagens do colesterol total, HDL-colesterol e triglicérides foram realizadas em soros obtidos das amostras de sangue, por meio de “kits” enzimáticos específicos:

- Para o colesterol total foi empregado o método do “colesterol fast-color” (11).
- Para o HDL-colesterol, foi necessário primeiramente realizar uma precipitação seletiva de lipoproteínas, segundo a metodologia de Bergmeyer (12) e, posteriormente, determiná-lo pelo método utilizado para o colesterol total.
- Os triglicérides foram determinados pelo método do “triglicérides fast-color” (13).

Quanto ao LDL-colesterol, as concentrações foram calculadas por meio da equação de Friedwald (14).

### Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA). As comparações, intra-grupos, das médias foram feitas pelo teste de Newman-Kewels, por meio do programa GB-STAT para MS windows, versão 5.3.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados clínicos dos indivíduos voluntários, observados no início do estudo, mostraram que todos apresentavam-se sem deficiências renais ou hepáticas, sem diabetes e não hipertensos, isto é: pressão arterial < 130/85 mm Hg (Tabela 1).

---

\* Protocolo aprovado pelo Comitê de Ética em pesquisa com seres humanos da Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Araraquara-UNESP.

TABELA 1  
Dados clínicos dos indivíduos pertencentes aos grupos de estudo

Nº de indivíduos	GF 22	GP 22
Pressão arterial sistólica (mm Hg)	118,0 ± 3	116,0 ± 2
Pressão arterial diastólica (mm Hg)	80,0 ± 1	78,0 ± 1
Colesterol total (mg/dl)	208,0 ± 5	173,0 ± 4*
Colesterol HDL (mg/dl)	46,0 ± 2	48,0 ± 2
Colesterol LDL (mg/dl)	128,0 ± 4	101,0 ± 5*
Triglicérides (mg/dl)	171,0 ± 18	118,0 ± 8*
Glicose (mg/dl)	90,0 ± 7	94,0 ± 13
AST-Aspartato amino transferase (U/l)	29,0 ± 6	30,0 ± 7
ALT-Alanina amino transferase (U/l)	32,0 ± 10	31,0 ± 10
Creatinina (mg/dl)	1,1 ± 0,1	1,0 ± 0,1

Todos os valores representam as determinações realizadas antes do início do estudo e são apresentados como média ± desvio padrão. GF = grupo de indivíduos que consumiram o produto fermentado e GP = grupo de indivíduos que consumiram o placebo.

\*  $p \leq 0,001$

Com exceção do colesterol total, HDL-colesterol e triglicérides, que por consequência da distribuição randômica apresentaram valores significativamente maiores ( $p \leq 0,05$ ) para o grupo F, nenhuma diferença significativa foi observada entre os dois grupos nos demais parâmetros avaliados.

Em todos os lotes dos produtos fermentados, processados e utilizados durante os experimentos, foram realizadas, em triplicata, as contagens de células viáveis (cocos e bacilos), as quais se apresentaram sempre na ordem de  $10^8$  UFC/ml, tanto para o *E. faecium* como para o *L. jurgurti*, número suficiente para que o produto pudesse ser caracterizado como probiótico (15).

Após 3 semanas de consumo do produto fermentado, o grupo F apresentou valor médio de colesterol total sem diferença significativa do valor inicial e mesmo do valor observado para o período de 6 semanas de estudo, isto é, o nível de colesterol total permaneceu inalterado durante todo o período de estudo (Tabela 2). O mesmo não foi observado para o grupo que consumiu o placebo (grupo P) cujo valor de 3 semanas foi significativamente maior ( $p \leq 0,001$ ) que o valor inicial e significativamente menor ( $p \leq 0,05$ ) que o valor observado ao final de 6 semanas, demonstrando, ao contrário do grupo F, que os níveis de colesterol total aumentaram em torno de 18% ao longo do estudo.

Com relação ao HDL-colesterol, os resultados mostraram que o grupo F apresentou uma elevação desses níveis, chegando a um aumento de cerca de 10% ao final de 6 semanas (Tabela 2), enquanto que o grupo P apresentou os valores inalterados durante todo o período.

TABELA 2  
Concentração de lípides séricos nos grupos de indivíduos que consumiram produto fermentado e placebo, durante o período de estudo.

	Inicial	3 Semanas	6 Semanas
Colesterol total			
GF	208,0 ± 5,0	212,0 ± 5,0	212,0 ± 5,0
GP	173,0 ± 4,0	195,0 ± 6,0 <sup>a</sup>	205,0 ± 6,0 <sup>b</sup>
HDL-Colesterol			
GF	46,0 ± 2	46,0 ± 1	51,0 ± 2*
GP	48,0 ± 2	48,0 ± 2	44,0 ± 2
LDL-Colesterol			
GF	128,0 ± 4	133,0 ± 6	125,0 ± 5
GP	101,0 ± 5	125,0 ± 6*	132,0 ± 7*
Triglicérides			
GF	171,0 ± 18	193,0 ± 17	174,0 ± 12
GP	118,0 ± 8	140,0 ± 13	144,0 ± 10

valores expressos em mg/dl (média ± desvio-padrão)

GF = grupo que consumiu produto fermentado; GP = grupo que consumiu placebo.

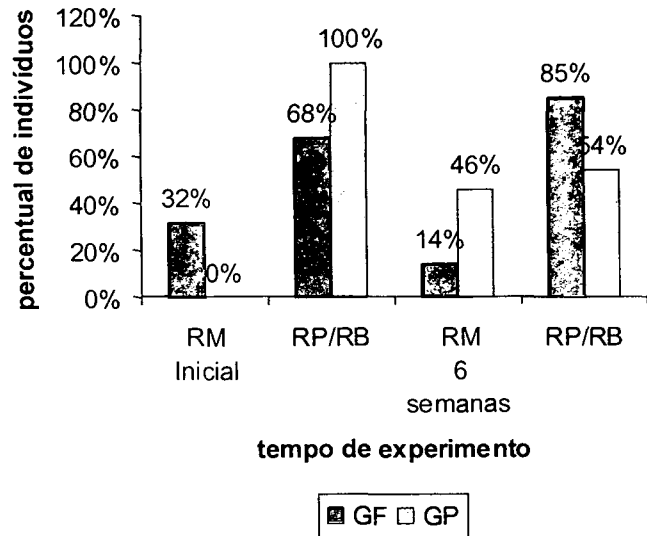
Comparação estatística intra-grupos: valores com letras diferentes indicam diferença significativa entre si para  $p \leq 0,05$ ; \* indica diferença significativa em relação ao valor inicial, para  $p \leq 0,001$ .

Também na Tabela 2 encontram-se os resultados referentes à fração LDL, cujos valores apresentaram-se sem diferença significativa, durante o período de estudo, para o grupo F, mas crescentes para o grupo P, indicando neste caso um aumento de aproximadamente 30% na 6ª semana, em relação ao valor inicial. Esse resultado é devido, em parte, ao aumento do colesterol total observado para o grupo P.

Para os triglicérides, os níveis permaneceram sem alterações durante as 6 semanas de estudo, tanto para o grupo F como para o grupo P, demonstrando que o produto fermentado não exerceu nenhum efeito sobre esse lípido sérico.

Os valores das frações HDL e LDL quando relacionados com o colesterol total ou entre si, permitem o estabelecimento do grau de risco coronariano (14). Com base nos valores de referência foi possível calcular o grau de risco coronariano para os dois grupos em estudo. Pode-se notar na Figura 1 que para o grupo F, no início do estudo, 32% dos indivíduos apresentavam um grau de risco moderado (RM) e ao final do estudo esse percentual caiu para 14%. Consequentemente o percentual de indivíduos com risco padrão (RP) ou baixo (RB) aumentou de 68% para 86%. Sem dúvida, o fato da grande maioria dos indivíduos do grupo F terem, ao final do estudo, se caracterizado como indivíduos de risco coronariano padrão ou baixo se deve ao aumento dos níveis da fração HDL e a manutenção dos níveis de LDL e de colesterol total.

**FIGURA 1**  
Distribuição percentual dos indivíduos em estudo em função do grau de risco coronariano e do tempo de experimentação



GF = grupo que consumiu produto fermentado; GP = grupo que consumiu placebo.

RM = risco moderado; RP/RB = risco padrão ou risco baixo.

Por outro lado, os indivíduos do grupo P que no início do estudo apresentavam-se todos situados dentro do risco padrão ou baixo, ao final da 6ª semana apenas 54% permaneceram nessa faixa de risco e os restantes (46%) passaram para a faixa de risco moderado, fato este explicado certamente pelo aumento da fração LDL observado para o grupo em questão.

Em trabalho semelhante realizado por Agerbaek et al (16), os autores, utilizando também *E. faecium* e com um planejamento experimental de 6 semanas, encontraram que o produto fermentado levou a uma redução nos níveis de colesterol total, enquanto que o placebo fez com que esses valores permanecessem inalterados. Entretanto, é válido salientar que esses autores utilizaram o *S. thermophilus* como microrganismo associado ao *E. faecium* e o leite de vaca como matéria-prima, que segundo alguns pesquisadores, apresenta por si só um “fator de redução do colesterol” (17-19). Esse estudo foi refeito por outros pesquisadores, apenas aumentando o tempo de observação de 6 semanas para 6 meses. Os autores concluíram que a redução da fração LDL no grupo que consumia o produto fermentado, só era verificada até o primeiro mês de estudo. A partir disso, os níveis dessa fração passaram a apresentar-se sem diferença significativa para os dois grupos em estudo (20).

Desde a publicação do trabalho pioneiro de Mann &

Spoerry (21), demonstrando o efeito hipocolesterolêmico de produtos fermentados com *L. acidophilus*, muitos outros trabalhos nesta mesma linha têm sido apresentados e com eles um grande número de mecanismos foram sugeridos, sem, entretanto, nenhum ter sido comprovado até o presente momento.

Sendo assim, torna-se muito difícil tentar propor alguma explicação viável para os efeitos observados nesse estudo, principalmente pelo fato do efeito hipocolesterolêmico não ter sido explicitamente evidenciado, mas sim de uma forma indireta (impedindo o aumento do colesterol total no grupo F em relação ao grupo P). Por outro lado, o efeito positivo do aumento da fração HDL permite supor uma provável ação do produto fermentado ao nível da síntese do colesterol, não se aplicando neste caso em particular, nenhum dos mecanismos baseados na desconjugação de sais biliares pelos microrganismos do produto, condição que ocasionaria uma diminuição na absorção do colesterol exógeno (3, 22, 5). Entretanto, os resultados desse estudo, permitem afirmar que os efeitos observados para o grupo F são, sem dúvida, dependentes da presença dos microrganismos no produto fermentado, cuja ação poderia ser uma decorrência direta dessa presença ou então devido a algum metabólito produzido durante o processo fermentativo.

Por outro lado, é sabido que a soja apresenta componentes isoflavônicos que desempenham papel importante na redução do colesterol (23, 24). Entretanto, não se pode atribuir a elas, nem mesmo de forma parcial, os efeitos verificados no grupo F, uma vez que os mesmos efeitos não foram observados no grupo P. Isso pode ser explicado provavelmente pelo fato das isoflavonas terem sido eliminadas, em grande parte, no decorrer do processamento do “leite” (25) que se constitui na matéria-prima básica do produto fermentado em estudo.

## CONCLUSÕES

Em conclusão, o consumo de 200 ml/dia do produto fermentado com *E. faecium* e *L. jugurti*, por um período de 6 semanas, mostrou-se capaz de impedir um aumento do colesterol total e da fração LDL e de propiciar uma elevação em cerca de 10% na fração HDL. Essa situação permitiu que 86% dos indivíduos apresentassem grau de risco coronariano padrão ou baixo ao final do estudo, evidenciando que o produto pode conferir um “fator de proteção” a doenças ateroscleróticas. Entretanto, esses resultados não podem ser extrapolados para indivíduos do sexo feminino, hipercolesterolêmicos e com idade inferior a 40 ou superior a 55 anos, uma vez que o estudo foi conduzido apenas com pessoas do sexo masculino, normocolesterolêmicas e com idade entre 40 e 55 anos.

## AGRADECIMENTOS

Aos técnicos de laboratório Roseli A. Pinto e Valéria Cristina O. Alves, ao grupo de voluntários do estudo, ao PADC/FCF-UNESP e à FAPESP.

## REFERÊNCIAS

1. Fukushima M, Nakano M. The effect of a probiotic on faecal and liver lipid classes in rats. *B J Nutr* 1995; 73: 701-10.
2. Gilliland SE. Beneficial interrelationships between certain microorganisms and humans: candidate microorganisms for use as dietary adjuncts. *J Food Prot* 1979;42: 164-167.
3. Gilliland SE., Nelson CR , Maxwell C. Assimilation of cholesterol by *Lactobacillus acidophilus*. *Appl Environ Microbiol* 1985; 49:377-381.
4. Grunewald KK. Serum cholesterol levels in rats fed skim milk fermented by *Lactobacillus acidophilus*. *J Food Sci* 1982;47:2078-79.
5. Klaver FAM, Meer van der R. The assumed assimilation of cholesterol by *Lactobacilli* and *Bifidobacterium* is due to their bile salt - desconjugating activity. *Appl Environ Microbiol* 1993; 59: 1120-1124.
6. Mann GV. A factor in yogurth which lowers cholesterolemia in man. *Atherosclerosis* 1977; 26: 335-40.
7. Rossi EA, Giori GS, Holgado APR, Valdez GF. In vitro effect of *Enterococcus faecium* and *Lactobacillus acidophilus* on cholesterol. *Microbiol Alim Nutr* 1994;12:267-70.
8. Rossi EA, Vendramini RC, Carlos IZ, Pei YC, Valdez GF. Development of a novel fermented soymilk product with potential probiotic properties. *Eur Food Res Technol* 1999;209:305-07.
9. Rossi EA, Vendramini RC, Carlos IZ, Ueiji IS, Squinzari MM, Silva Jr SI, Valdez GF. Effects of a novel fermented soy product on the serum lipids of hypercholesterolemic rabbits. *Arq Bras Cardiol* 2000; 74: 213-16.
10. Rossi EA, Reddy KV, Silva RSFS. Formulation of soy-whey-yogurt, using response surface methodology. *Arq Biol Tecnol* 1984;7: 387-90.
11. Allain CA, Poon LS, Chan CSG, Richmond W, Fu PC. Enzymatic determination of total serum cholesterol. *Clin Chem* 1974; 20: 470.
12. Bergmeyer HW. *Methods of enzymatic analysis*. 2 ed. London: Academic Press, 1974, p.1890-3.
13. Fossati P, Prencipe L. Serum triglycerides determined colorimetrically with an enzyme that produce hydrogen peroxide. *Clin Chem* 1982; 29: 2077.
14. Friedewald WT, Levy RJ, Frederickson DS. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative centrifuge. *Clin Chem* 1972; 18: 499-509.
15. Gonzales S, Albarracin G, Locascio MRP. Prevention of infantile diarrhoea by fermented milk. *Microbiol Alim Nutr* 1990;8: 349-54.
16. Agerbaeck M, Gerdes LU, Richelsen B. Hypocholesterolaemic effect of a new fermented milk product in healthy middle-aged men. *European J Clin Nutr* 1995;49:346-52.
17. Steinmetz KA, Childs MT, Stimson C, Kushi LH, McGovern PG, Potter JD, Yamanaka Wk. Effect of consumption of whole milk and skim milk on blood lipid profiles in healthy men. *Am J Clin Nutr* 1994;59: 612-8.
18. Richardson F. The hypocholesterolemic effect of milk a review. *J Food Protect* 1978;41:226-35.
19. Ahmed AA, McCarthy RD, Porter GA. Effect of milk constituents on hepatic cholesterologenesis. *Atherosclerosis* 1979; 32: 347-57.
20. Richelsen B, Kristensen K , Pedersen SB. Long-term (6 months) effect of a new fermented milk product on the level of plasma lipoproteins – a placebo – controlled and double blind study. *Eur J Clin Nutr* 1996;50: 811-5.
21. Mann GV, Spoerry A. Studies of a surfactant and cholesterolemia in the Maasai. *Am J Clin Nutr* 1974; 27: 464-9.
22. Gilliland SE. Health and nutritional benefits from lactic acid bacteria. *FEMS Microbiol. Reviews* 1990;87: 175-88.
23. Anthony MS, Clarkson TB, Hughes Jr CL, Morgan TM, Burke GL. Soybean isoflavones improve cardiovascular risk factors without affecting the reproductive system of peripuberal rhesus monkeys. *J Nutr* 1996; 126: 43-50.
24. Potter SM. Overview of proposed mechanisms for the hypocholesterolemic effects of soy. *J Nutr* 1995; 125: 606S-611S.
25. Choi YB, Sohn HS. Recovery of isoflavones from soybean cooking water produced during soymilk manufacturing process. *J Food Sci Technol* 1997; 29: 522-6.

Recibido: 19-03-2002

Aceptado: 03-01-2003

## Diversidad alimentaria y factores asociados en beneficiarios de 77 multihogares de cuidado diario: región central de Venezuela

*Jennifer Bernal Rivas y Paulina Lorenzana Albert*

Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela

**RESUMEN.** El objetivo de este estudio es evaluar la calidad de la dieta del hogar, utilizando el puntaje de diversidad alimentaria y su asociación con factores demográficos y socioeconómicos. Se estudiaron 153 hogares representativos de 77 Multihogares de Cuidado Diario del Distrito Capital y Estado Miranda. La diversidad alimentaria se estimó a través del registro de disponibilidades alimentarias durante un mes. La diversidad alimentaria en multihogares del Distrito Capital fue 46 alimentos, mientras que en Miranda fue 39 alimentos ( $p=0,005$ ). Por otra parte, en hogares del Distrito Capital se encontró una diversidad alimentaria de 33 alimentos y en Miranda 25 alimentos ( $p=0,000$ ). Existe una diferencia de 13 y 14 alimentos adicionales entre los multihogares y hogares de ambos estados. La entidad federal (pertenecer al Distrito Capital o Miranda), el ingreso destinado a alimentación per cápita, el tamaño del hogar y el puntaje de estratificación socioeconómica predicen 28,9% de la variación de la diversidad en los hogares estudiados. Los hogares en la Capital poseen menor tamaño familiar, mayor proporción de hogares no pobres en comparación con Miranda y destinan mayor presupuesto para adquirir alimentos. Estos factores podrían explicar parcialmente diferencias en la calidad de la dieta entre los hogares de estos estados. Desde cualquier perspectiva estudiada, al comparar la diversidad alimentaria, existe una diferencia estadísticamente significativa, siendo más deficitaria la situación en el estado Miranda. La mayor diversidad alimentaria en los multihogares permite vislumbrar una dieta de mayor calidad en estos centros en contraposición con los hogares estudiados.

**Palabras clave:** Diversidad alimentaria, calidad de la dieta, disponibilidad alimentaria.

**SUMMARY. Dietary diversity and associated factors among beneficiaries of 77 child care centers: Central Region, Venezuela.**

The aim of this study was to estimate household measure diet quality, using a dietary diversity score, and its associated demographic and socio-economic factors. One hundred fifty three households representatives of the Capital District and Miranda State belonging of seventy seven day care children centers were studied. To gather data on dietary diversity, we used the food register method, collecting data on household food availability during a month. Dietary diversity at day care centers of the Capital District was 46 foods differed from that found, in Miranda State was 39 foods ( $p = 0,005$ ). Likewise it differed in beneficiaries' households of the Capital District was 33 foods compared to those in Miranda State was 25 foods ( $p = 0,000$ ). There were 13 and 14 foods more between day care centers and the households in both states. State (Capital District or Miranda), money spent on food per person, households size and social level were variables that explained 28,9% of dietary diversity variation in households studied. Households in the Capital District had less members, spent more money on food, and a greater proportion were non-poor compared to those in Miranda. These factors could partially explain differences in diet quality among households in the two States. Whatever perspective studied indicates that the dietary diversity had a statistically significant difference between day care centers and households in states studied. Miranda State was more deficiency than Capital District. Higher dietary diversity reflects a better quality diet at day care centers compared to households studied.

**Key words:** Dietary diversity, diet quality, food availability.

### INTRODUCCION

El término variedad alimentaria refleja la diversidad en alimentos (DA) de la dieta habitual. Está caracterizada por el número de alimentos primarios diferentes, disponibles en el hogar para el consumo durante un período de tiempo determinado (1,2). Un alimento primario se refiere a un alimento base, por ejemplo el pan y la pasta están compuestos por la misma base: el trigo. Estimar la DA contribuye a proveer una perspectiva sobre la calidad de la dieta de individuos y poblaciones, si se considera que una dieta variada aumenta la posibilidad de cubrir las necesidades nutricionales.

La DA puede reflejar el acceso y utilización de los alimentos en el hogar.

Tradicionalmente, se ha analizado las disponibilidades y el consumo de alimentos desde la perspectiva de cubrir las necesidades nutricionales de la población, con el objetivo de vigilar y prevenir problemas de deficiencia energética y de nutrientes. Sin embargo, desde hace varias décadas se estudia la relación entre la ausencia o presencia de factores protectores o de riesgo dietéticos y el desarrollo de enfermedades crónico- degenerativas como las cerebro o cardiovasculares, ciertos cánceres y diabetes (3-5).

Kant y colaboradores (6) señalan resultados consistentes

sobre el beneficio de una dieta variada para la salud, debido a las interrelaciones entre nutrientes y entre nutrientes con sustancias no nutrientes constituyentes de la dieta. Tucker y Mayer (5) reportan la asociación entre el consumo adecuado de ciertos micronutrientes y menor riesgo de enfermedad. Otros autores (7) refieren que la variedad permite incrementar la exposición a componentes nutritivos y no nutritivos con efectos beneficiosos para la salud. Un mecanismo plausible es la interdependencia de las acciones de los nutrientes y el balance de nutrientes en los alimentos (5,7). Sin embargo, hoy en día muchas investigaciones continúan estudiando los beneficios de los nutrientes aisladamente y fuera del contexto de una dieta integral.

Internacionalmente, se ha estudiado la calidad de la dieta de varias formas. Se compara la disponibilidad o consumo de grupos de alimentos con patrones de referencias, como las pirámides de alimentación que ilustran el principio de la variedad y moderación, al recomendar el consumo de raciones de diferentes grupos de alimentos considerados óptimos (8). En Venezuela, una figura circular de tres partes iguales refleja los grupos de alimentos que según el Instituto Nacional de Nutrición se debe consumir para lograr una dieta variada y balanceada.

Por otra parte, otros autores han analizado la DA de las disponibilidades para consumo y su asociación con el estado nutricional y la morbi-mortalidad. Kant y otros autores demostraron la relación inversa entre la DA y el riesgo de mortalidad general y por cáncer ( $p = 0,001$ ). Kant desarrolló una escala de diversidad alimentaria con un puntaje de 23 ítems de alimentos recomendados, que contribuyen a la variedad de la dieta (6).

Drewnowski y otros autores (9) desarrollaron una escala de DA para medir la calidad de la dieta de adultos jóvenes y mayores sanos, basada en el reporte acumulado de diferentes alimentos consumidos en 15 días. Se reportó que los sujetos mayores consumen dietas más variadas que los jóvenes: los hombres mayores consumieron 68 alimentos, las mujeres mayores 70 alimentos, los jóvenes del sexo masculino 56 alimentos y las mujeres jóvenes 64 alimentos. Se demostró un efecto de la edad ( $p = 0,02$ ), aunque la variable género no presentó ninguna diferencia significativa. Elevados valores de DA se asoció a un consumo elevado de vitamina C ( $p = 0,001$ ), un reducido consumo de sodio ( $p = 0,05$ ), azúcar ( $p = 0,01$ ) y de grasas saturadas ( $p = 0,05$ ), sin embargo los autores consideran necesarias pruebas de validación externa en muestras más representativas.

Otro instrumento de medición de la diversidad alimentaria lo constituye un método utilizado por Sanjur (1) y validado en Venezuela por otras autoras (2,10) que considera el número de alimentos primarios disponibles en el hogar para el consumo familiar en un periodo dado. Estas autoras asociaron la DA con el nivel social, tipo de familia y género del jefe de

hogar, encontrándose diferencias significativas entre los hogares pobres (27,30 alimentos adquiridos) y muy pobres (20,95 alimentos adquiridos) ( $p = 0,000$ ). No se observaron diferencias en el promedio de alimentos primarios adquiridos al desagregar por tipo de familia y género del jefe de hogar (10). Estos resultados coinciden con el estudio de Lorenzana (2), que reportó como variables predictoras de la DA, el gasto total mensual en alimentos, la puntuación en la escala de seguridad alimentaria y el grado de instrucción del ama de casa, los cuales contribuyen a explicar 43,3% de la variación en la diversidad de la dieta de estos hogares. La escala de Seguridad Alimentaria mide la percepción del ama de casa sobre el acceso a recursos alimentarios en el hogar y las experiencias de hambre entre adultos y niños. A mayor puntaje de la escala de Seguridad Alimentaria, mayor es la inseguridad alimentaria percibida. En el modelo de predicción, la puntuación de la escala de Seguridad Alimentaria y el grado de instrucción de la madre presentaron correlaciones negativas, reflejando que a mayor inseguridad alimentaria y menor instrucción de la madre, la DA fue menor (10).

Hasta la actualidad pocos estudios han señalado la cantidad de alimentos diferentes que deben constituir una dieta variada. Cabe señalar que las guías de alimentación de Japón recomiendan el consumo de 30 alimentos distintos diarios, a fin de consumir una dieta variada (8). En un estudio descriptivo realizado en algunas guarderías infantiles denominadas Multihogares de Cuidado Diario (MCD) (11) - programa social que ofrece atención a menores de 6 años en condiciones de pobreza-, se reportó una diversidad alimentaria de 24 alimentos en los MCD, mientras que en los hogares de niños y sus cuidadoras se encontró que 19 alimentos contribuyen a la diversidad alimentaria (12).

El presente trabajo estima la diversidad alimentaria y los factores demográficos, socioeconómicos y alimentarios asociados en hogares de niños beneficiarios y cuidadoras pertenecientes al programa de Multihogares de Cuidado Diario en dos entidades federales: Distrito Capital y Miranda, localizados en la Región Central de Venezuela.

## MÉTODOS

El estudio es transversal, descriptivo, comparativo y analítico. Forma parte de una investigación más amplia cuyo objetivo principal es estimar el nivel de seguridad alimentaria de hogares usuarios del programa MCD y la satisfacción de los mismos con el servicio de alimentación y nutrición de los multihogares en 8 regiones de Venezuela. De un listado de 405 Multihogares activos para el año 2000 (13), se seleccionó aleatoriamente 29 MCD en el Distrito Capital y 48 en Miranda, en total 77 MCD. En cada centro se escogió de manera intencional a un representante y una cuidadora disponible y con disposición a colaborar con la entrevista.

Como representante se consideró a la madre (principalmente), padre, abuela(o), tía(o) responsable del niño ante el MCD. Como cuidadora se consideró a señoras encargadas del cuidado del niño en el multihogar, se seleccionó preferiblemente a aquella que no fuera responsable de la preparación de los alimentos. Se excluyó a sujetos con menos de dos semanas de permanencia en el multihogar por considerar que no tenían suficiente experiencia para responder a la entrevista. Se solicitó la firma de los entrevistados para autorizar su participación en el estudio. Con las entrevistas individuales semi-estructuradas, previamente validadas, se obtuvo información sobre el perfil demográfico, socioeconómico y alimentario de la muestra.

Se determinó la disponibilidad de alimentos en el hogar también conocida como consumo aparente de alimentos, y referida a *“la cantidad de un alimento particular, de energía alimentaria o de algún nutriente específico disponible para el consumo de una persona o una determinada población, por unidad de tiempo”*(14). Para estimar la disponibilidad se utilizó el método de registro alimentario, que considera la totalidad de alimentos adquiridos, comprados, obsequiados o producidos en el hogar durante un periodo específico, descrito por Burk y Pao en 1976 (15,16). Se registró cada alimento que ingresó al hogar durante el mes anterior a la entrevista. La disponibilidad reportada en este estudio no considera las pérdidas del alimento en el hogar -por cocción o falta de consumo-, ni la distribución alimentaria intra-familiar; que son factores que podrían resultar en un consumo diferente al reportado. No se consideró los alimentos consumidos fuera del hogar; ni se incluyó alimentos desechados, dañados o para mascotas.

Para estimar la diversidad alimentaria se establece un puntaje considerando todos los alimentos reportados a través del método de recordatorio anteriormente descrito, para el consumo de la familia en un periodo dado. Para el puntaje se considera cada alimento primario reportado en el registro de disponibilidad alimentaria familiar (1,10). Cada componente básico de un alimento se enumeró como un alimento: si un hogar reportó arroz y cereal de arroz, éste se contabilizó con un punto; la leche, queso y yogurt se contabilizó como un alimento.

Para valorar el nivel social se utilizó el método Graffar, modificado por Méndez (17), que considera variables estructurales como la profesión del jefe de la familia, la fuente de ingreso, el nivel de instrucción de la madre y las condiciones de alojamiento de la familia. El estrato III considera hogares de nivel no pobre, el estrato IV refiere el nivel social de pobreza y el estrato V la pobreza crítica, que implica deficiencia de medios suficientes para cubrir necesidades básicas. Otras variables sociodemográficas recolectadas incluyeron: el género del jefe del hogar, tamaño del hogar, número de niños y número de años de escolaridad de la mujer. Se ha reportado cierta relación entre estas

variables, el estrato socioeconómico y la DA (10).

Una variable económica estudiada fue el Ingreso Total Mensual (ITM), definido como la suma estimada del total de fuentes económicas, como dinero o bienes que ingresan al hogar el mes previo a la recolección de datos. El ITM se dividió entre el número de miembros del hogar para obtener el ingreso per cápita (10). Para el cálculo del porcentaje del salario del hogar destinado a la alimentación, se utilizó los datos del ITM y el costo total de la última compra de alimentos, que se utilizó para calcular el gasto en alimentación en el hogar durante un mes. Para establecer comparaciones se utilizó el salario mínimo de Bolívars 144.000,00 vigente para la zona urbana (18) y el costo de la Canasta Alimentaria Normativa (CAN) para el periodo estudiado (19). La CAN se utiliza como referencia para la planificación de políticas sociales y alimentarias, está constituida por 50 alimentos que cubren 100% del requerimiento calórico nutricional de la población venezolana (20).

Para establecer la asociación entre las variables predictoras, determinar la fuerza de esa relación y descartar la colinearidad se aplicó el análisis de correlación de Pearson para las variables ordinales y de Spearman cuando una o más de las variables fue nominal o categórica. Se aplicó el análisis de correlación para estimar la fuerza de relación entre variables predictoras y la variable de respuesta – diversidad alimentaria- a fin de facilitar la selección de posibles predictores con el análisis de regresión lineal. Para construir el modelo de regresión que identifica los predictores de la DA, se realizaron pruebas con las variables independientes antes señaladas, basándose en las asociaciones reportadas en la bibliografía. Para la selección de las variables se utilizó el método de los pasos sucesivos, para hallar las variables que cohesionan mejor en el modelo, es decir, aquellas que predicen más significativamente la variable de respuesta. En este método, en cada paso una variable independiente que no se encuentra en la ecuación se introduce en el modelo, las variables permanecen o se excluyen del modelo dependiendo de la significación (probabilidad) del valor F (21). Para comparar las frecuencias entre dos variables categóricas se utilizó el chi cuadrado, para comparar medias se realizó el t-Student y para comparar más de dos grupos se utilizó el análisis de varianza (ANOVA). El programa SPSS versión 10 para Windows (21) fue el paquete utilizado para el análisis de la estadística descriptiva, bivariada e inferencial de los resultados.

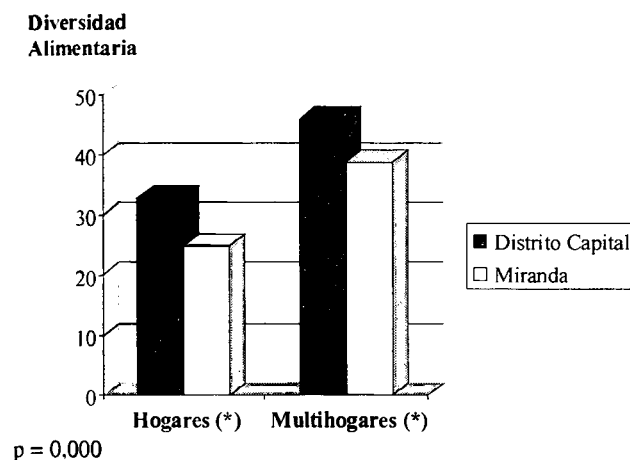
## RESULTADOS

La Figura 1 muestra que entre ambos estados existe una diferencia significativa ( $p = 0,000$ ) de 14 alimentos más en los multihogares comparado con los hogares de beneficiarios, señalando una mayor diversidad alimentaria en multihogares

que en los hogares estudiados. Al realizar la comparación según la entidad federal, la DA es mayor en el Distrito Capital, tanto en los multihogares ( $p = 0,005$ ) como en los hogares ( $p = 0,000$ ).

FIGURA 1

Diversidad Alimentaria en multihogares y hogares de beneficiarios estudiados desagregado por entidad federal: Distrito Capital y Miranda



En la Tabla 1 se presenta los principales alimentos adquiridos por 50% o más de los hogares estudiados, desagregado por entidad federal. Es importante destacar que los productos reportados estima la variedad de los alimentos adquiridos en los hogares, aunque no refleja su consumo, ni distribución intrafamiliar. Al desagregar por estados, se observa que los alimentos adquiridos son similares, aunque existe una mayor variedad de alimentos en el Distrito Capital. La pasta y el arroz constituyen los alimentos de mayor adquisición, debido a que aparecen en más de 95% de la muestra. Otras fuentes de carbohidratos disponibles son la harina de maíz precocida, caraotas negras, papa y azúcar. Como fuentes proteicas de origen animal se reportan la carne de pollo, res y pescado (principalmente atún y sardinas). Los únicos vegetales adquiridos por gran parte de los hogares son la cebolla y el tomate, que usualmente forman parte de los aliños añadidos a las preparaciones culinarias. Es importante considerar que esta desagregación sólo permite obtener un patron relativo de la dieta. Los alimentos reportados en Miranda también se encuentran en los hogares del Distrito Capital, con excepción de la margarina. Los alimentos ausentes en el estado Miranda son vegetales como la zanahoria, ajo, auyama; frutas como el melón; cereales como el pan y harina de trigo; tubérculos como el apio y ocumo; proteínas como el huevo y alimentos varios como la mayonesa, café y sal. En el Distrito Capital 30 alimentos son adquiridos por 50% de los hogares, mientras que en el

estado Miranda son 19 alimentos, en éste último se observa una elevada dependencia de un número reducido de alimentos. La mayor variedad en la Capital está representada por el grupo de vegetales (principalmente tubérculos), con 9 alimentos, aportadores de vitaminas, minerales, fibra y otras sustancias protectoras no nutritivas.

TABLA 1

Principales alimentos adquiridos en los hogares estudiados, desagregado por entidad federal

Orden	Alimentos Distrito Federal (n = 58)	% hogares	Alimentos Estado Miranda (n = 95)	% hogares
1	Pasta	100	Pasta	95,8
2	Arroz	96,6	Arroz	95,8
3	Pollo	93,1	Harina maíz precocida	88,4
4	Carne de res	93,1	Pollo	88,4
5	Cebolla	91,4	Carne de res	83,2
6	Harina de maíz precocida	89,7	Caraotas negras	82,1
7	Tomate	87,9	Queso blanco	82,1
8	Azúcar	87,9	Azúcar	81,1
9	Caraotas negras	84,5	Cebolla	80,0
10	Leche	84,5	Tomate	75,8
11	Queso blanco	77,6	Papa	70,5
12	Pescado	70,7	Pescado	69,5
13	Papa	67,2	Aceite	66,3
14	Aceite	67,2	Leche	63,2
15	Guayaba	67,2	Lentejas	60,0
16	Zanahoria	62,1	Margarina	58,9
17	Pan	60,3	Guayaba	58,9
18	Ajo	60,3	Jamón	51,6
19	Auyama	56,9	Salsa de tomate	50,0
20	Apio	55,2		
21	Ocumo	55,2		
22	Melón	55,2		
23	Jamón	53,4		
24	Salsa de tomate	53,4		
25	Mayonesa	53,4		
26	Lentejas	51,7		
27	Café	51,7		
28	Harina trigo	50,0		
29	Huevo	50,0		
30	Sal	50,0		

En la Tabla 2 se presenta la diversidad alimentaria y los factores sociodemográficos y económicos en los hogares estudiados, según entidad federal. La muestra pertenece principalmente al estrato socioeconómico IV o pobres, sin embargo destaca que la frecuencia de hogares del estrato V o muy pobres es significativamente mayor en el estado Miranda que en Distrito Capital y el número de hogares pertenecientes al estrato III o clase media es considerablemente mayor en el Distrito Capital en contraposición con Miranda ( $p \leq 0,001$ ). Se observa de manera altamente significativa ( $p \leq 0,001$ ) que mientras más pobre es el hogar, la DA es menor, aunque la situación es más severa en el estado Miranda ( $p \leq 0,001$ ).

TABLA 2  
Factores demográficos, socioeconómicos y Diversidad Alimentaria en los hogares estudiados, según entidad federal

Factores	Demográficos y socioeconómicos		Diversidad Alimentaria	
	Distrito Capital (n = 58)	Miranda (n = 95)	Distrito Capital (n = 58)	Miranda (n = 95)
Nivel de pobreza (%)*				
Estrato III (hogares clase media)	22,4	4,2	36 ± 9	27 ± 8
Estrato IV (hogares pobres)	69,0	74,7	32 ± 10	25 ± 7
Estrato V (hogares muy pobres)	8,6	21,1	27 ± 7	22 ± 7
2. Género jefe del hogar (%)				
Femenino	31,0	34,7	32 ± 11*	22 ± 7*
Masculino	69,0	65,3	33 ± 10*	26 ± 6*
3. Tamaño del Hogar (%)				
1 a 3 miembros	19,0	14,7	30 ± 11*	23 ± 8*
4 a 6 miembros	67,2	62,1	32 ± 10*	25 ± 7*
7 ó más miembros	13,8	23,2	41 ± 7*	26 ± 6*
4. Años de escolaridad de la mujer (%)				
Menos de 3 años	3,5	3,0	22 ± 13 †	20 ± 3 †
4 a 6 años	19,0	38	29 ± 11 †	25 ± 6 †
7 ó más años	77,5	59	34 ± 1 †	25 ± 1 †
5. Factores económicos				
Ingreso Total per cápita (Bolívares) (promedio ± DE)	112.758 ± 64.698*	69.140 ± 41.280*		
Ingreso destinado a alimentación	30.193 ± 16.204 ‡	24.702 ± 13.677 ‡		
Hogares que perciben menos de un salario mínimo (%)	72,4 §	91,6 §	32 ± 11*	25 ± 7*
Hogares que perciben igual o más de un salario mínimo (%)	27,6 §	8,4 §	35 ± 9*	26 ± 6*

\*p < 0,001 † p = 0,02 ‡ p = 0,03 § p = 0,002 Tasa cambiaria durante la recolección de datos: 1 US\$ = 695,75 Bolívares.

Se observa al menos una tercera parte de los hogares con mujer jefe en ambos estados y una DA significativamente menor en los hogares con mujer jefe, comparado con hogares con hombre jefe ( $p \leq 0,001$ ).

Más del 60% de la muestra posee entre 4 y 6 miembros por hogar. A medida que aumenta el número de miembros, aumenta de manera significativa ( $p \leq 0,001$ ) la diversidad de alimentos. Sin embargo, la diferencia en DA por tamaño de hogar es mayor (11 alimentos) en el Distrito Capital comparado con el estado Miranda (3 alimentos) ( $p \leq 0,001$ ).

Se observa una mayor proporción de mujeres que no alcanzan los seis años de escolaridad en Miranda comparado con Distrito Capital. En este último, casi 78% de las féminas tienen siete o más años de escolaridad. En ambos estados, la DA aumenta a medida que se incrementa la escolaridad formal de la mujer. Sin embargo, al comparar la categoría menor o igual a tres años de escolaridad, con la categoría siete o más años, se observa una brecha de doce alimentos en el Distrito Capital y de cinco alimentos en el estado Miranda ( $p = 0,02$ ).

Se observa que el ingreso total mensual per cápita de los hogares en Miranda es sólo 62% del ingreso de los hogares en el Distrito Capital ( $p \leq 0,001$ ). Consecuentemente, se destina 27% y 36% a la alimentación en Distrito Capital y

Miranda respectivamente. En ambos estados es muy elevado (más de 72%) el porcentaje de hogares que perciben menos de un salario mínimo para la fecha de recolección de datos. Esta situación se asocia a una menor DA en hogares que perciben menos de un salario mínimo de manera altamente significativa, aunque la situación es más crítica en Miranda, ya que casi la totalidad de hogares en Miranda percibe menos de un salario mínimo vigente para el momento de la recolección de datos, mientras en el Distrito Capital es alrededor de 72% de los hogares. En resumen, los hogares del Distrito Capital poseen un mayor ingreso total mensual per cápita, destinan menor porcentaje del ingreso a la alimentación, pero posee una mayor DA que sus contrapartes del estado Miranda.

En la Tabla 3 se presenta el modelo de regresión para la variable de respuesta, diversidad alimentaria en los hogares estudiados de ambos estados ( $n = 153$ ). Después de realizar numerosas pruebas, la entidad federal (si vive en el Distrito Capital o en el estado Miranda), el tamaño del hogar, el ingreso destinado a alimentación per cápita y el nivel socioeconómico resultaron las variables que mejor predicen la DA. Cabe destacar que el grado de instrucción de la mujer, es un indicador utilizado para la clasificación del nivel

socioeconómico según el Método Graffar Modificado, que resultó ser un predictor. Consecuentemente, la escolaridad de la mujer, aunque resultó una variable asociada positivamente con la DA en el análisis bivariado, no se incluyó en el modelo de regresión. En conjunto, el modelo explica 28,9% de la variación en la DA.

TABLA 3

Modelo de regresión para la variable de respuesta Diversidad Alimentaria en los hogares estudiados (n = 153)

Variables predictoras	Diversidad Alimentaria		
	Beta estandarizado	t	p
Constante		5,661	0,000
Entidad Federal (Distrito Capital o Miranda)	-0,343	-4,660	0,000
Ingreso destinado a alimentación per cápita	0,236	3,253	0,001
Tamaño del hogar	0,222	3,130	0,002
Estrato socioeconómico	-0,186	-2,522	0,013

F = 16,429 R<sup>2</sup> corregido = 0,289 p = 0,000 R<sup>2</sup> = 0,307

## DISCUSION

En la muestra, los factores sociodemográficos y económicos estudiados resultaron condicionantes de la diversidad alimentaria. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas según las distintas características estudiadas y por entidad federal. La DA fue mayor en el hogar y multihogares del Distrito Capital comparado con el estado Miranda.

En términos generales, los multihogares presentan una mayor DA que los hogares de beneficiarios, aunque se notan grandes brechas entre las entidades federales estudiadas. La mayor variedad de alimentos en los multihogares, sobre todo en términos de frutas y verduras, es positiva ya que permite acceder a mayores fuentes de sustancias protectoras comparado con las disponibles en el hogar de los usuarios (niños y cuidadoras). Si bien, no se validó la aplicación de los menús recomendados en los multihogares, debido a que este no fue objetivo del estudio; se refleja una eficiente labor de las instituciones asociadas al programa: SENIFA (Servicio Nacional Autónomo de Atención Integral a la Infancia y a la Familia) e Instituto Nacional de Nutrición quién recomienda los menús (11). La mayor DA en los multihogares comparado con los hogares de los niños ha sido reportada en otro estudio realizado en los multihogares ubicados en una comunidad de la Capital (12). Mercado y Lorenzana (10) en estudio realizado en otra comunidad pobre del Distrito Capital, señalan una DA promedio de 25,04 alimentos, valor menor al reportado en este estudio, posiblemente por la exclusión

de hogares del estrato socioeconómico III. Drewnowski y otros autores en estudio de diseño metodológico diferente a los comentados anteriormente, destaca una DA promedio de 64 alimentos consumidos en 15 días por jóvenes y adultos mayores estadounidenses. Los más altos índices de diversidad (71-83 alimentos) se asociaron con un consumo elevado de vitamina C, aunque reducido de sodio, azúcar y grasas saturadas (9). La elevada DA reportada por Drewnowski parece caracterizar a países desarrollados con mayor oferta alimentaria y posiblemente mayor acceso a ello por parte de la población.

La mayor diversidad de alimentos en el Distrito Capital, consecuencia de la mayor participación del grupo de vegetales (principalmente tubérculos y frutas) y alimentos varios como aceite, azúcar, café y sal puede reflejar mayor calidad de la dieta. Destaca la presencia de alimentos para aliñar o aderezar las preparaciones culinarias como la cebolla y tomate, que aunque sean utilizadas en pequeñas cantidades, realza la diversidad de la dieta. Para ilustrar, el tomate con su contenido de carotenoides como el licopeno, una sustancia no nutritiva, se ha considerado un factor protector asociado a la prevención de algunos cánceres, principalmente el de próstata (8,22). Estudios epidemiológicos proveen evidencias sobre una asociación inversa entre las enfermedades cardiovasculares y el consumo de frutas y vegetales (3,4,6,22). En este sentido, Venezuela posee una diversidad de frutas y vegetales tropicales, lo que permite aumentar la oferta alimentaria de estos grupos. El presente estudio sugiere que uno de los principales obstáculos para acceder a las frutas y hortalizas es su elevado costo. En Miranda, el ingreso total per cápita y la adquisición de vegetales fue significativamente menor que en el Distrito Capital. La asociación positiva entre escolaridad materna y DA sugiere que el acceso a información puede resultar en una mayor concientización sobre la relación dieta-salud, lo cual se podría traducir en la adquisición de una dieta más variada.

En conclusión, al considerar la perspectiva estructural y coyuntural de la pobreza, los hogares mirandinos estudiados poseen un nivel de pobreza mayor y más profunda que en el Distrito Capital. La diversidad alimentaria representa un indicador de la calidad de la dieta global, en este sentido los resultados del estudio sugieren que la calidad de la dieta de los hogares estudiados es más elevada en el Distrito Capital comparado con Miranda y se asocia al nivel de pobreza, tamaño del hogar, nivel educativo de la mujer e ingreso total mensual per cápita.

Se recomienda estudiar la asociación entre el nivel de diversidad alimentaria y el riesgo de morbi-mortalidad en la población, ya que varios autores (4-6,22) señalan una relación inversa entre diversidad alimentaria y riesgo de morbi-mortalidad. Además, en otros estudios (10) la DA resultó predictor del nivel de Seguridad Alimentaria en el Hogar.

Por lo tanto, vigilar la diversidad alimentaria en el hogar puede proveer información útil tanto para la planificación de estrategias de prevención de enfermedades en la población como de acciones para realzar el nivel de seguridad alimentaria de hogares de alta vulnerabilidad.

### AGRADECIMIENTOS

A los niños, representantes y cuidadoras de los **Multihogares de Cuidado Diario** visitados. A los estudiantes de la Escuela de Educación, Universidad Central de Venezuela: Laura Guevara, María Haydee Inojosa, Susej Oliveros y Maíke Vadell. A las licenciadas Durbys Peña y Gabriela Terán por la tabulación de los datos.

### REFERENCIAS

- Sanjur D. Social and cultural perspectives in nutrition. New Jersey: Englewood Cliffs, 1982.
- Lorenzana P. Determinants of households food security in Venezuela: a methodological focus [dissertation]. Ithaca: Cornell University?, 1997.
- Kant A, Schatzkin A, Harris T, Ziegler R, Block G. Dietary diversity and subsequent mortality in the First National Health and Nutrition Examination Survey Epidemiologic Follow-up Study. *Am J Clin Nutr* 1993; 57: 434-40.
- Bradley S, Shinton R. Why is there an association between eating fruit and vegetables and lower risk of stroke. *J Hum Nutr Dietet* 1998; 11(5): 363-372.
- Tucker K, Mayer J. Eat a variety of healthful foods: old advice with new support. *Nutr Rev* 2001; 59 (5): 156-8.
- Kant A, Schatzkin A, Graubard B, Schairer C. A prospective study of diet quality and mortality in women. *JAMA* 2000; 283:2109-15.
- Haines P, Siega-Riz AM, Popkin B. The diet quality index revised: a measurement instrument for populations. *J. Am Diet Assoc* 1999; 99:697-704.
- Truswell S. Dietary goals and guidelines: National and international perspectives. En: Shils M, Olson J, Shike M, Ross C, editors. *Modern nutrition in health and disease*. Maryland: Williams & Wilkins, 1999: 1733-39.
- Drewnowski A, Ahlstrom S, Driscoll A, Rolls B. The Dietary Variety Score: Assessing diet quality in healthy young and older adults. *J Am Diet Assoc* 1997: 266-271.
- Mercado C, Lorenzana P. Acceso y disponibilidad alimentaria familiar, validación de instrumentos para su medición. Caracas: Fundación Polar, 2000.
- Ministerio de la Familia, SENIFA, Fundación Cavendes. *Guías de alimentación para Venezuela del niño menor de seis años. Manual para hogares y multihogares de cuidado diario*. Caracas: Ediciones Cavendes, 1996.
- Bernal J, Lorenzana P. Escalas de satisfacción alimentaria-nutricional para representantes y madres cuidadoras de niños atendidos en multihogares de cuidado diario. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* 2002; 52(2): 137-144.
- Ministerio de Salud y Desarrollo Social, SENIFA. *Distribución Gráfica de n° de Multihogares y Hogares de Cuidado Diario con sus Estados y Municipios*. Caracas: MSDS, 2000.
- Abreu E, Ablan E. 25 años de cambios alimentarios en Venezuela 1970-1994. Caracas: Fund. Polar, 1996.
- Burk M, Pao E. Methodology for large-scale surveys of household and individual diets. *Home economics research* N°40. Washington: Agriculture Research service. U.S.Dep.Agriculture, 1976.
- Gibson R. *Principles of Nutritional Assessment*. New York: Oxford University Press, 1990.
- Méndez M. *Perfiles sociales, culturales y económicos del venezolano*. Caracas: Edic. Fundacredesa., 1990..
- Ministerio del Trabajo. *Salario Mfimo y bonos por sectores urbano y rural (en Bolívares)*. Caracas: Gaceta Oficial de la República de Venezuela, 2000.
- OCEI. *Canasta de Alimentos Normativa*, noviembre 2000. Programa de Precios y Consumo. Caracas: OCEI. 2000.
- Sifontes Y, Machado V. La polémica de la cesta alimentaria. *An Venez Nutr* 1997;10(1): 65-67.
- Field A. *Discovering statistics using SPSS for Windows*. London: Sage publications, 2000.
- Stahl W, Heinrich U, Wiseman S, Eichler O, Sies H, Troiner H. Dietary tomato paste protects against Ultraviolet light-induced erythema in humans. *J. Nutr* 2001; 131(5): 1449-1451.

Recibido: 12-12-2001

Aceptado: 21-11-2002

## Metales pesados en agua de bebederos de presión

Susana I. Segura-Muñoz, Tânia M. Beltramini Trevilato, Angela M. M. Takayanagui, Sylvia E. Hering, Palmira Cupo

Facultad de Medicina de Ribeirão Preto, Universidad de San Paulo. San Paulo. Brasil

**RESUMEN.** El objetivo del presente estudio fue analizar los niveles de plomo (Pb), cadmio (Cd), aluminio (Al), zinc (Zn), cobre (Cu) y cromo (Cr) en agua de bebederos de presión distribuidos en el Campus de la Universidad de San Paulo, Ribeirão Preto, Brasil. Fueron colectadas 30 muestras aleatoriamente obtenidas en diferentes instancias del Campus y analizadas por Espectrofotometría de Absorción Atómica. De acuerdo con la Guía de Valores Máximos Recomendados de la Organización Mundial de la Salud (OMS), plomo, cadmio y zinc se detectaron en concentraciones superiores a las recomendadas en 40%, 20% y 13% de las muestras, respectivamente. Los resultados son analizados considerando aspectos nutricionales y toxicológicos, referente a la presencia de metales esenciales y tóxicos para el hombre. Comparando los límites reglamentados en diez países de América, se pone de manifiesto la necesidad de un consenso en el establecimiento de las concentraciones máximas de metales en agua potable. La Ingesta Diaria Tolerable, debe ser la base para el establecimiento del nivel máximo de metales en agua, con la finalidad de prevenir la aparición de enfermedades asociadas a largo plazo.

**Palabras clave:** Metales pesados; bebederos de presión; calidad del agua potable.

**SUMMARY.** *Heavy metals in water of drinking fountains.* The purpose of this study was to analyze the levels of lead (Pb), cadmium (Cd), aluminum (Al), zinc (Zn), copper (Cu) and chromium (Cr) in the water of drinking fountains distributed in the Campus of the University of São Paulo, Ribeirão Preto, Brazil. Thirty random samples were collected in different parts of the Campus that were analyzed by Atomic Absorption Spectrophotometry. According to WHO's Drinking Water Guidelines; lead, cadmium and zinc were found in concentrations higher than those recommended in 40%, 20% and 13% of the samples, respectively. The results were analyzed considering nutritional and toxicological aspects related to the presence of essential and toxic elements for the human being. Reviewing the regulatory limits established in ten countries of America, authors focus in the necessity to find a consensus in the establishment of the higher levels of heavy metals in potable water. The tolerable daily intake, have to be the basis to assure the prevention of diseases associated with a long-term ingestion of these elements through foods.

**Key words:** Heavy metals; drinking fountains, quality of drinking water.

### INTRODUCCION

La distribución de agua potable es uno de los factores más importantes para alcanzar la disminución de los índices de mortalidad y morbilidad en los países en desarrollo. Tradicionalmente, la calidad microbiológica del agua potable ha sido el aspecto que ha generado mayor preocupación en salud pública, sin embargo, el avance en el conocimiento sobre el peligro de la exposición a agentes químicos ha llamado la atención de la población y de las autoridades en los últimos años (1).

El agua es fuente natural de oligoelementos esenciales para la vida, dichos micronutrientes en cantidades ínfimas desempeñan un papel determinante como constituyentes de enzimas o como elementos que intervienen en la síntesis de las mismas. Niveles deficitarios o excesivos de metales esenciales pueden desencadenar daños para la salud. El zinc, cobre, selenio, cromo y manganeso son algunos de los oligoelementos esenciales para la vida. Además de los metales esenciales, el agua potable puede contener metales tóxicos que pueden causar una serie de enfermedades en el

ser humano (2).

Los metales pesados se caracterizan por tener efecto bioacumulativo y en concentraciones superiores a las recomendadas han sido responsabilizados de causar daños en el sistema nervioso central y periférico (3-5), renal (6,7), hematopoyético (8) y esquelético (9,10), algunos también presentan efectos carcinogénicos (7). La gravedad de tales daños depende del grado y tiempo de exposición a dichos elementos.

El agua puede ser contaminada por metales de manera natural o a través de diferentes procesos de captación, tratamiento, almacenamiento y distribución, afectando su calidad en el punto final de consumo (2,11). Los bebederos de presión, que comúnmente son utilizados en lugares públicos, presentan reservatórios y tuberías con aleaciones metálicas que pueden afectar la composición química del agua.

Estudios que analicen la presencia de elementos traza en el agua proveniente de bebederos de presión no han sido realizados en Brasil. Por ese motivo fueron analizados los niveles de Zn, Cu, Cr, Cd, Pb y Al en agua colectada de bebederos públicos con sistemas de refrigeración, situados en el Campus de la Universidad de San Paulo en Ribeirão Preto.

## MATERIAL Y METODOS

Ribeirão Preto se localiza en la región Nordeste del Estado de San Paulo, Brasil. Ribeirão Preto es una de las ciudades del estado que utiliza agua proveniente del Acuífero Guaraní para el abastecimiento de la población, dicho acuífero es considerado uno de los reservorios de agua natural más importantes del mundo en la actualidad. El Departamento de Agua y Alcantarillados de Ribeirão Preto (DAERP), unidad responsable por mantener la calidad del agua del municipio, realiza procesos de cloración y fluoración del agua con la finalidad de garantizar el bienestar de la población (12, 13).

El *Campus* de la USP en Ribeirão Preto está constituido por 6 unidades académicas, además de servicios administrativos y asistenciales, contando con una población de aproximadamente 9000 personas ejerciendo actividades laborales y académicas.

El presente estudio consistió en la determinación Pb, Cd, Al, Zn, Cu y Cr en muestras de agua colectadas de 30 bebederos de presión aleatoriamente seleccionados, en diferentes unidades administrativas y académicas del recinto universitario.

La colecta fue realizada en recipientes de polietileno de 50 ml, tratados durante 24 horas con ácido nítrico a 30%. Las muestras de agua fueron colectadas en triplicado, después de dejar el agua en circulación por 2 minutos.

Las muestras fueron analizadas en el Sector de Metales del Laboratorio de Pediatría del Hospital de Clínicas de la Facultad de Medicina de Ribeirão Preto de la Universidad de San Paulo, por Espectrofotometría de Absorción Atómica con Horno de Grafito (Horno Zeeman-Equipo Varian 640Z) y por Espectrofotometría de Absorción Atómica con Llama (Perkin Elmer 380) (14). La Tabla 1 muestra el método utilizado para cada elemento y los límites de detección de cada método.

TABLA 1  
Métodos espectrofotométricos utilizados y sus respectivos límites de detección

Elemento Método	Plomo EAA-HG **	Cadmio EAA-HG **	Aluminio EAA-HG **	Zinc EAA-Llama *	Cobre EAA-HG **	Cromo EAA-HG **
Límite de detección (mg/l)	0,001	0,0001	0,001	0,001	0,005	0,002

\* EAA-Llama: Espectrofotometría de Absorción Atómica con Llama

\*\* EAA-HG: Espectrofotometría de Absorción Atómica con Horno de Grafito

Muestras certificadas de agua potable provenientes del Laboratorio de Control de Calidad QCTechnologies Pty Ltd., de Australia, fueron utilizadas como padrones analíticos.

Los resultados fueron analizados considerando los parámetros recomendados por la OMS, en la Guía de Valores para Calidad de Agua Potable (15), y comparados con los valores reglamentados en la legislación de Canadá, Estados Unidos y de ocho países latinoamericanos (Tabla 2).

## RESULTADOS

Los resultados obtenidos del análisis de 30 muestras de agua colectadas, son presentados en la Tabla 3.

Considerando los Valores Recomendados por la OMS, fue observado que 40% de las muestras presentaron niveles de Pb superiores a 0,01 mg/l, 20% contenían Cd en concentraciones superiores a las recomendadas (>0,003 mg/l) y 13,3% de las muestras superaron los niveles de Zn (>3,0 mg/l). Los valores detectados de Al, Cu y Cr no superaron las concentraciones máximas recomendadas por la OMS.

Cabe destacar que las muestras de agua que presentaron niveles de Pb, Cd y Zn superiores a los recomendados por la OMS fueron colectados de tres puntos localizados en edificaciones construidas entre 1950 y 1965, las cuales mantienen todavía tuberías de hierro con aleaciones de plomo y zinc.

TABLA 2  
Valores máximos recomendados por la OMS y valores máximos permitidos en 10 países de América (mg/l)

Norma	Elemento					
	Plomo	Cadmio	Aluminio	Zinc	Cobre	Cromo
OMS (1995)						
Valores Guía	0,010	0,003	0,2	3,00	2,00	0,05
Brasil (1990)						
Portaria 36-GM	0,050	0,005	0,2	5,00	1,00	0,05
Argentina (1994)						
Código Alimentario	0,050	0,005	0,2	5,00	1,00	0,05
Chile (1984)						
NCH 409/1	0,050	0,010	—	5,00	1,00	0,05
México (1988)						
NOM	0,050	0,005	0,2	5,00	1,50	0,05
Perú (1999)						
Digesa	0,050	0,005	0,2	3,00	1,00	0,05
Uruguay(1999)						
Dto: 27335	0,050	0,005	0,5	5,00	1,00	0,05
Bolivia (1999)						
Ibnozca NB 512	0,010	0,005	0,2	5,00	0,50	0,05
Colombi (1998)						
RAS-98	0,010	0,003	0,2	5,00	1,00	0,01
Canada (1995)						
HE EHD	0,010	0,005	—	5,00	1,00	0,05
USA (1998)						
NP- DWR	0	0,005	0,2	5,00	1,30	0,10

Fuente: Normas Internacionales para la Calidad del Agua de Bebida. CEPIS/OPS-OMS (12).

TABLA 3  
Niveles de metales pesados detectados en agua de bebedores de presión del *Campus* Universitario USP, Ribeirão Preto

Muestra	Plomo (mg/l)	Cadmio (mg/l)	Aluminio (mg/l)	Zinc (mg/l)	Cobre (mg/l)	Cromo (mg/l)
1	0,0027± 0,0002	< 0,0001	0,010± 0,003	0,072± 0,007	0,009± 0,001	< 0,002
2	0,0050± 0,0001	< 0,0001	0,002± 0,001	0,165± 0,005	0,027± 0,002	< 0,002
3	0,0065± 0,0004	< 0,0001	< 0,001	0,555± 0,009	0,082± 0,002	< 0,002
4	0,0065± 0,0001	< 0,0001	0,007± 0,001	0,562± 0,001	0,065± 0,001	< 0,002
5	< 0,001	< 0,0001	0,014± 0,002	0,029± 0,004	0,024± 0,001	< 0,002
6	0,0028± 0,0002	0,0010± 0,0002	0,009± 0,001	0,190± 0,003	0,079± 0,002	< 0,002
7	0,0015± 0,0001	< 0,0001	< 0,001	0,055± 0,004	< 0,005	< 0,002
8	< 0,001	< 0,0001	< 0,001	0,101± 0,009	0,012± 0,001	< 0,002
9	0,0125± 0,0004*	0,0001	< 0,001	0,052± 0,005	0,069± 0,003	< 0,002
10	0,0030± 0,0002	0,0044± 0,0006*	0,006± 0,001	0,498± 0,006	0,075± 0,004	< 0,002
11	0,1070± 0,0018*	0,0046± 0,0008*	0,006± 0,002	3,130± 0,010*	0,079± 0,002	< 0,002
12	0,0150± 0,0009*	0,0045± 0,0008*	0,014± 0,001	3,500± 0,010*	0,049± 0,002	< 0,002
13	0,0050± 0,0007	< 0,0001	< 0,001	0,563± 0,001	0,008± 0,001	< 0,002
14	0,0015± 0,0004	0,0034± 0,0002*	< 0,001	3,314± 0,007*	0,042± 0,002	< 0,002
15	0,0027± 0,0002	0,0022± 0,0003	< 0,001	1,387± 0,003	0,006± 0,001	< 0,002
16	0,0016± 0,0002	0,0022± 0,0004	0,013± 0,002	1,593± 0,010	0,078± 0,004	< 0,002
17	0,0340± 0,0001*	0,0031± 0,0001*	0,013± 0,002	3,665± 0,020*	0,033± 0,001	< 0,002
18	0,1360± 0,0035*	< 0,0001	0,023± 0,003	1,708± 0,008	0,081± 0,002	< 0,002
19	0,0030± 0,0003	< 0,0001	< 0,001	0,129± 0,004	0,040± 0,001	< 0,002
20	0,0130± 0,0002*	< 0,0001	< 0,001	0,216± 0,008	0,287± 0,003	< 0,002
21	0,0575± 0,0009*	< 0,0001	0,034± 0,003	1,480± 0,012	0,052± 0,002	< 0,002
22	0,0099± 0,0001	< 0,0001	0,007± 0,001	0,445± 0,003	0,040± 0,001	< 0,002
23	0,0230± 0,0002*	< 0,0001	0,007± 0,002	0,483± 0,002	0,020± 0,001	< 0,002
24	0,0240± 0,0002*	< 0,0001	0,009± 0,001	0,285± 0,009	0,010± 0,001	< 0,002
25	0,0289± 0,0002*	0,0016± 0,0002	0,013± 0,003	0,380± 0,002	0,025± 0,002	< 0,002
26	0,0098± 0,0007	0,0008± 0,0001	< 0,001	1,430± 0,004	0,016± 0,001	< 0,002
27	0,0143± 0,0002*	< 0,0001	< 0,001	0,605± 0,005	0,156± 0,002	< 0,002
28	0,0200± 0,0001*	0,0043± 0,0003*	0,007± 0,002	0,545± 0,003	< 0,005	< 0,002
29	0,0025± 0,0008	< 0,0001	< 0,001	0,134± 0,002	0,056± 0,003	< 0,002
30	0,0043± 0,0007	< 0,0001	< 0,001	0,197± 0,007	< 0,005± 0,001	< 0,002

\* Valores superiores a los recomendados en la Guía de Valores Recomendados de la OMS (12).

## DISCUSION

Los parámetros recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS), en la Guía de Valores para Calidad de Agua Potable, son adoptados considerándose el concepto de Ingesta Diaria Aceptable (IDA), que es definida como: "la concentración máxima en la cual un constituyente no representa ningún riesgo para la salud del consumidor expuesto a él en un intervalo de tiempo o a lo largo de su vida" (1).

Los valores máximos recomendados por la OMS, no pueden ser considerados exigencias legales *per se*, sin embargo, existen con la finalidad de ser utilizados como base para el establecimiento de los valores normalizados por las

autoridades, según las necesidades específicas en cada país(1). A través de dicha guía, la OMS consigue establecer los valores recomendables de elementos trazos en agua potable considerando tanto aquellos oligoelementos esenciales como los que presentan toxicidad para el ser humano. Los valores recomendables son establecidos para un consumo medio diario de 2 L/día para personas adultas de 60 kg.

Valores de Pb superiores a los recomendados por la OMS en 40% de las muestras analizadas en este estudio, son motivo de preocupación dado los efectos toxicológicos asociados a la exposición a trazos de este metal (Tabla 3). El Pb es incorporado al tejido óseo debido a la semejanza de sus propiedades con la del calcio. Los compuestos de Pb sustituyen el calcio de los huesos provocando procesos

degenerativos como osteoporosis después de una exposición prolongada. Bajas concentraciones de Pb son suficientes para inhibir las enzimas responsables por la catálisis de una etapa esencial en la síntesis de hemoglobina, originando cuadros de anemia crónica. La exposición prolongada al Pb causa daños en el Sistema Nervioso Central, provocando retardo mental, disturbios del aprendizaje, disfunciones cognitivas y encefalopatías en niños. El Pb también puede causar problemas renales y reproductivos (3,4,7,10)

Según Golberg & Pockock (16), el Pb contamina el agua cuando entra en contacto con un sistema de conducción por tuberías plomadas utilizadas en edificaciones de décadas pasadas. En el presente estudio fue observado que el agua con mayores concentraciones de Pb provenía de bebederos localizados en edificaciones antiguas, sugiriendo que las tuberías metálicas serían las responsables por la contaminación.

El Cd, detectado en 20% de las muestras en concentraciones ligeramente superiores a las recomendadas por la OMS, genera preocupación debido a la capacidad residual que este metal presenta a lo largo del tiempo. La exposición prolongada al Cd ha sido asociada a daños neurológicos, polineuropatías, disfunciones renales, aberraciones cromosómicas, anemias e osteoporosis. Además de haberse relacionado con cáncer y otras enfermedades mutagénicas (5-9).

Entre los metales tóxicos analizados, el Al es el único metal que fue detectado en concentraciones inferiores a las máximas recomendadas por la OMS, destacando que 43% de las muestras ni siquiera alcanzaron el límite de detección. Estos resultados indican que el Al no representa un riesgo para la salud humana en el local de estudio. Algunos estudios señalan la presencia de Al en agua potable como uno de los agentes etiológicos de enfermedades mentales, incluyendo el Mal de Alzheimer (17,18). La presencia de Al en agua potable, ha sido verificada en países en los cuales son usadas sales de Al durante el tratamiento (11,19). En Ribeirão Preto, no es necesario el uso de sulfato de Al por tratarse de una fuente de agua profunda de buena calidad, que requiere solamente desinfección con adición de cloro para eliminación de agentes patogénicos, además del enriquecimiento con fluor para reducir la incidencia de caries en la población (12).

El Zn es considerado un cofactor esencial en una extensa variedad de procesos celulares, entre los que se destacan la síntesis de ADN, división celular, reproducción, crecimiento y formación ósea. La deficiencia de Zn, ocasiona trastornos tales como dermatitis, anorexia y mala cicatrización (20). Se conoce que únicamente cuando se presenta en elevadas concentraciones influye negativamente en la biodisponibilidad de cobre, que desempeña un papel fundamental en el metabolismo del hierro y por lo tanto en la síntesis de

hemoglobina, causando trastornos en la salud humana (21).

En el presente estudio fueron detectados niveles de Zn dentro de los límites recomendados en la mayoría de las muestras, únicamente 13% presentaron niveles ligeramente superiores a 3 mg/l, hecho que no puede considerarse nocivo para la salud humana, principalmente porque el agua potable solo constituye una fuente alternativa de Zn en la nutrición humana; otros alimentos como carnes, pescado, mariscos, lácteos, legumbres, frutos secos e granos son la principal fuente de Zn en la dieta. La presencia de Zn en agua en niveles superiores a 3 mg/l es un aspecto que puede considerarse beneficioso para grupos poblacionales que presentan niveles deficitarios, considerando que la ingesta de 2 L de agua con esas concentraciones de Zn, garantizaría casi el 50% del requerimiento diario de ese metal, definido como 15 mg/día. Sin embargo, el problema detectado en el presente trabajo fue que, las muestras que presentaron los mayores niveles de Zn estuvieron también asociadas a concentraciones de Cd y Pb superiores a las recomendadas por la OMS.

El cobre, otro de los elementos esenciales analizado en el presente estudio, es indispensable como catalizador para la síntesis de hemoglobina y absorción de hierro (22). Las concentraciones de Cu no sobrepasaron los límites recomendados por la OMS, coincidiendo con Pizarro et al. (23), quienes exponen que generalmente el agua potable presenta niveles bajos de Cu. Los casos en los cuales el Cu se presenta en concentraciones que afectan la salud del consumidor han sido asociados a agua con bajo pH que es conducida a través de tuberías de Cu. Durante muchos años el proceso de refrigeración del agua en los bebederos de presión era realizado a través de una tubería de Cu en forma de espiral que permanecía en contacto directo con el agua dentro del tanque para el almacenamiento, en las últimas décadas esa espiral de cobre comenzó a ser instalada fuera del tanque reservatorio, hecho que evita la acumulación de cobre en el agua. Algunos autores han asociado problemas gastrointestinales como diarrea, dolor abdominal, náusea y vómito con el consumo de agua u otras bebidas con elevadas concentraciones de Cu, una vez excluidos otros factores que pueden generar la misma sintomatología (23).

El Cr normalmente contamina las fuentes de agua a través de descargas industriales, de percolación procedente de rellenos de residuos municipales o por procesos naturales de erosión de depósitos naturales, hecho que no afecta hasta el momento el agua subterránea que abastece la ciudad de Ribeirão Preto. Al analizar el agua de los bebederos, fue observado que el Cr fue el único elemento que presentó niveles inferiores al límite de detección para todas las muestras analizadas (Tabla 3). El Cr es un elemento esencial cuando se presenta en la forma trivalente participando junto

con la insulina en la regulación de la glucosa en la sangre. El problema en caso de estar contaminando el agua potable, se debe a la presencia de Cr hexavalente, considerado tóxico en concentraciones superiores a las recomendadas por la OMS, siendo la forma que sirve como factor determinante para el establecimiento de los valores normales de Cr total en agua destinada al consumo humano. Según Proctor et al (24), el Cr (VI) es reconocido como un agente carcinogénico a través de la inhalación; sin embargo, existe poca evidencia epidemiológica de que la vía oral sea una causa de cáncer. Según los mencionados autores, estudios recientes demuestran que el Cr (VI) se reduce para la forma no tóxica de Cr (III) en la saliva, en el estómago y en la sangre.

Los informes analíticos del DAERP, muestran que muestras de agua colectadas en diferentes puntos de la red de abastecimiento están de acuerdo con los padrones de potabilidad de la OMS. Recientes análisis de metales en agua residencial de diferentes puntos de la ciudad, realizados por el Sector de Metales del Departamento de Puericultura y Pediatría de la Facultad de Medicina, también presentaron niveles normales de metales. Por lo que se considera que, la presencia de Cd, Pb y Zn en concentraciones superiores a las recomendadas puede estar relacionada con las condiciones de mantenimiento y limpieza dadas a los bebederos de presión en las diferentes unidades académicas, asistenciales y administrativas del *Campus*, o se debe al aporte de los materiales empleados en las tuberías de las construcciones de este recinto universitario en las décadas pasadas.

Las autoridades responsables por el mantenimiento de los bebederos del local de estudio fueron notificadas, actualmente están siendo tomadas las providencias necesarias para evitar acumulación de metales pesados en dichas fuentes de agua potable, dada la necesidad de garantizar al consumidor agua segura y libre de contaminantes, sean de origen físico, químico o microbiológico.

Al analizar la legislación vigente en 10 países de América, se constata que únicamente 3 países consideran 0,010 mg/l como límite máximo de Pb concordando con el valor recomendado por la OMS, 7 países presentan valores máximos de Pb superiores a ese límite. Cabe destacar el grado de exigencia de la legislación de Estados Unidos para Pb, que tiene como norma la ausencia total de este elemento en agua potable. Con respecto al Cd, el valor máximo recomendado por la OMS en agua de bebida, fue adoptado como valor vigente únicamente en Colombia, para el resto de los países incluidos, la legislación permite un valor superior al recomendado por la OMS. El Al es uno de metales para los cuales parece existir un mayor consenso internacional en la determinación de su valor máximo recomendable, únicamente Uruguay mantiene una norma más flexible (Tabla 2).

Al evaluar las normas existentes para el establecimiento de los valores máximos recomendados para metales esenciales, se verifica que la exigencia para Zn en los países incluidos en este análisis refleja una realidad parecida a la encontrada para Cd y Pb, únicamente Perú presenta como límite máximo de Zn 3,00 mg/l, valor semejante al recomendado por la OMS; para el resto de los países la exigencia es menos estricta, hecho que puede favorecer el aporte de Zn en comunidades que presentan deficiencia de este metal. Con respecto al Cu, se verifica por el contrario, que la recomendación de la OMS permite concentraciones más elevadas que el resto de los países de América y el Cr, es otro elemento que parece haber alcanzado un nivel consensual a nivel internacional, únicamente la norma colombiana estipula una concentraciones menor a 0,05 mg/L como nivel máximo permitido (Tabla 2).

Considerando que el agua es un elemento esencial para el mantenimiento de la vida, se plantea la necesidad de alcanzar un consenso internacional para la delimitación de los niveles máximos permisibles de metales pesados en agua potable. Dicho consenso debe considerar la evidencia científica sobre Ingesta Diaria Aceptable de este tipo de contaminantes. De esta forma, podrá garantizarse la promoción de la salud y consecuentemente la prevención de enfermedades asociadas a la exposición prolongada a trazos de metales pesados a través de los alimentos en la población.

El presente estudio, a pesar de sus limitaciones, se considera importante, ya que a partir de los resultados obtenidos pueden originarse otros estudios en los cuales sean incluidas unidades donde existe conglomeraciones de grupos poblacionales más susceptibles como jardines de infancia, escuelas y casas de apoyo a personas de la tercera edad.

## REFERENCIAS

1. Van Leeuwen FXR. Safe drinking water: the toxicologist's approach. *Food Chem Toxicol* 2000; Suppl 38:51-58.
2. Calderón RL. The epidemiology of Chemical Contaminants of Drinking Water. *Food Chem Toxicol* 2000; Suppl 38:13-20.
3. Banks E, Ferreti L, Schucard D. Effects of Low Level Lead Exposure on Cognitive Function in Children: A Review Of Behavioral, Neuropsychological and Biological Evidence. *Neurotoxicology* 1999; 18(1): 237-282.
4. Bucheim K, Stoltenburg-Didinger G, Lilienthal H, Winnike G. Miopathy: A possible effect of Chronic Low Level Lead Exposure. *Neurotoxicology* 1998; 19(4-5): 539-546.
5. Viane M, Roels H, Leenders J, Goorf M, Swerts L, Lison D, Masschelein R. Cádmiun: A possible Etiological Factor in Peripheral Polyneuropathy. *Neurotoxicology* 1999; 20(1): 7-16.
6. Kreiss I. Cadmium contamination of the countryside, a case study on health effects. *Toxicol Ind Health* 1990; 6(5): 181-188.

7. Costa M. Carcinogenic metals. *Sci Prog* 1998; 81(4): 329-339.
8. Fu J, Huang X, Zhu X. Study on peripheral blood lymphocytes chromosome abnormality of people exposed to cadmium in environment. *Biomed Environ Sci* 1999; 12(1):15-19.
9. Staessen J, Roels H, Emelianov D, Kuznetsova T, Thijs L, Vangronsveld J, Fagard R. Environmental exposure to cadmium, forearm bone density, and risk of fractures: prospective population study. *Public Health and Environmental Exposure to Cadmium. Study Group. Lancet* 1999; 3-353(9159): 1140-1144.
10. Hu H. Bone lead as a new biologic marker of lead dose: recent findings and implications for public health. *Environ Health Perspect* 1998; 106(4): 961-967.
11. Bates AJ. Water as consumed and its impact on the Consumer-Do we understand the variables?. *Food Chem Toxicol* 2000; Suppl 38:29-36.
12. Alvez ZC. Qualidade da água. Meio Ambiente por inteiro. *Jornal da Secretaria Municipal do Meio Ambiente* 1995. Ano 1, n. 1, -7.
13. Viarti P. Água Escassa. *Revista Revide* 1999. 21 de novembro, p.13-16.
14. American Public Health Association. Standard methods for the Examination of Water and Wastewater. 20<sup>th</sup> Edition. APHA INC. 1015, Fifteenth Street, N.W., Washington D.C. 20005.USA. 1998.
15. CEPIS/OPS-OMS. Calidad del agua. Normas Internacionales para la Calidad del Agua de Bebida. Disponible en: [wysiwyg://1154/http://www.cepis.ops.oms.org/eswww/caliagua/norminte.html](http://www.cepis.ops.oms.org/eswww/caliagua/norminte.html). Acceso el 20/07/2000.
16. Golberg A, Pocock SJ. Contribution of lead in drinking water to blood lead. *Lancet* 1977;2: 661-2.
17. Martyn CN, Barker DJP, Osmond C, Harris EC, Edwardson JA, Lacey RF. Geographical relation between Alzheimer's disease and aluminum in drinking water. *Lancet* 1989; I: 59-62.
18. Martyn CN, Coggan D, Inskip H, Lacey RF, Young WF. Aluminum concentrations in drinking water and risk of Alzheimer's disease. *Epidemiology*. 1997; 8:281-286.
19. Al-Saleh IA. Trace elements in drinking water coolers collected from primary schools, Riyadh, Saudi Arabia. *Sci Total Environ* 1996; 181:215-221.
20. Barceloux DG. Zinc. *J Toxicol Clin Toxicol* 1999; 37(2):265-78.
21. López P, Castañeda M, López G, Muñoz E, Rosado J. Contenido de hierro, zinc y cobre en los alimentos de mayor consumo en México. *Arch Latinoam Nutr* 1999;49(3):287-294.
22. Barceloux DG. Copper. *J Toxicol Clin Toxicol* 1999; 37(2): 217-30.
23. Pizarro F, Oloivares M, Gidi V, Araya M. The gastrointestinal tract and acute effects of copper in drinking water and beverages. *Rev Environ Health* 1999; 14(4): 231-8.
24. Proctor DM, Otani JM, Finley BL, Paustenbach DJ, Bland JA, Speizer N, Sargent EV. Is hexavalent chromium carcinogenic via ingestion? A weight-of evidence review. *J Toxicol Environ Health A* 2002; 65(10): 701-46.

Recibido: 07-09-2001

Aceptado: 31-07-2002

## Efecto del horno de microondas sobre el crecimiento y sobrevivencia de *Escherichia coli* O157:H7 inoculada en tortas de carne de res

Oscar Quesada, María Laura Arias y Carolina Chaves

Universidad de Costa Rica, Facultad de Microbiología. Centro de Investigación en Enfermedades Tropicales (CIET).

**RESUMEN.** En los últimos años, el uso del horno de microondas dentro de la industria alimentaria ha ganado popularidad. Entre sus usos se incluye el descongelar, secar y cocinar alimentos, mas la inactivación de microorganismos que pueda o no ejercer este tipo de tratamiento es tema de discusión mundial. Por otro lado, la *Escherichia coli* O157:H7 representa un patógeno emergente, de distribución mundial y asociado a alimentos. Su resistencia a ambientes adversos ha sido ampliamente discutida. El propósito de este estudio fue determinar el efecto de diferentes tiempos e intensidades de cocimiento del horno de microondas sobre la sobrevivencia de esta bacteria en tortas de carne de res. Las tortas de carne fueron inoculadas con una población alta ( $10^7$ - $10^9$  UFC/mL) o baja ( $10^5$ - $10^7$  UFC/mL) de *E. coli* O157:H7, mantenidas en congelación por 3 días a  $-4^{\circ}\text{C}$  y posteriormente descongeladas en un horno Whirlpool según su peso. Fueron sometidas a niveles de potencia de 70%, 80%, 90% y 100% por períodos de 30, 60, 90 y 120 segundos. Se determinó en cada muestra la tasa de sobrevivencia de la bacteria inoculada de acuerdo a la metodología descrita en Vanderzant & Splittstoesser. Según los resultados obtenidos, la tasa de destrucción de las bacterias analizadas fue significativa ( $p < 0.005$ ). El número de bacterias presentes en las tortas de carne disminuyó dramáticamente a medida que aumentaba el tiempo y la temperatura de exposición, no obstante, para eliminar totalmente el microorganismo inoculado se necesitó de una exposición prolongada produciendo características organolépticas indeseables en el alimento.

**Palabras clave:** *Escherichia coli* O157:H7, horno de microondas, sobrevivencia, carne

**SUMMARY.** Effect of microwave oven over the growth and survival of *Escherichia coli* O157:H7 inoculated in bovine minced meat samples. The use of microwave ovens in food industry is a growing trend. It is used for thawing, drying and cooking food, but the microorganism's inactivation that this treatment may exert or not is still a subject of worldwide discussion. At the same time, *Escherichia coli* O157:H7 now presents itself as an emerging pathogen, distributed worldwide and associated with food. Its resistance to adverse environments has been widely discussed. The purpose of this work was to determine the effect of different times of exposure and cooking intensities of microwave oven on the survival of this bacterium inoculated into minced meat samples. These were inoculated with a high ( $10^7$ - $10^9$  CFU/mL) or low ( $10^5$ - $10^7$  CFU/mL) population of *E. coli* O157:H7, frozen for 3 days at  $-4^{\circ}\text{C}$  and thawed in a Whirlpool microwave oven according to their weight. They were radiated at levels of 70%, 80%, 90% and 100% for periods of 30, 60, 90 and 120 seconds. In each sample the rate of survival of the bacteria was determined according to the methodology described by Vanderzant & Splittstoesser. The results obtained showed that the rate of destruction of the bacteria analyzed was significant ( $p < 0.005$ ). The number of bacteria present in the meat samples diminished dramatically as the exposure time and temperature increased, even though, for the complete elimination of this microorganism, a prolonged exposure was necessary, even though it did cause undesirable organoleptic characteristics in the food samples.

**Key words:** *Escherichia coli* O157:H7, microwave oven, survival, meat

### INTRODUCCION

En los últimos años, el uso del horno de microondas dentro de la industria alimentaria, establecimientos de comida rápida, instituciones públicas y hogares ha ganado popularidad al permitir cocinar y/o recalentar alimentos en el menor tiempo y de la manera más económica. Entre sus usos se incluye el descongelar, secar y cocinar alimentos, mas la inactivación de microorganismos que pueda o no ejercer este tipo de tratamiento es tema de discusión mundial (1,2).

Diversos trabajos citan la reducción en el número de microorganismos al ser tratados con microondas, incluyendo pavo, carne, leche de soya, pollo, papa y alimentos congelados (3-5), pero no su destrucción total; otros estudios citan la sobrevivencia de microorganismos a este tipo de tratamiento, incluyendo bacterias tan importantes en Microbiología de Alimentos como *Salmonella* (6) *Clostridium perfringens* y *Bacillus cereus* (2,7).

*Escherichia coli* O157:H7 representa un patógeno emergente, y de distribución mundial. Fue por primera vez reconocido como patógeno de origen alimentario en 1982,

cuando fue asociado a dos brotes de colitis hemorrágica en los Estados Unidos (8). Además de este cuadro clínico, puede presentar otros dos tipos de manifestación, incluyendo púrpura trombocitopénica y síndrome urémico hemolítico (9-11).

Esta bacteria puede ser transmitida por alimentos o agua, directamente de persona a persona y ocasionalmente por exposición ocupacional (12). La mayoría de brotes alimentarios han sido asociados a alimentos derivados del ganado, especialmente carne molida y leche cruda (13), no obstante, frutas, vegetales y alimentos derivados de otras especies animales también pueden transmitir este patógeno.

La frecuencia de recuperación de esta bacteria a partir de alimentos es muy baja, así como bajo es el nivel de contaminación de alimentos asociados a brotes (10-6200 UFC/g) (14) y la dosis infecciosa descrita (tan baja como 2 células/25g).

También, están bien descritas en la literatura las características de resistencia y sobrevivencia de esta bacteria ante ambientes adversos. Diversos estudios indican la reducción en 1-2 logaritmos en el número de *E. coli* O157:H7 presente en alimentos fermentados o secados (15), refieren también la capacidad de multiplicarse a muy bajas temperaturas, aún congelación (16) y su resistencia a ambientes de baja actividad de agua (aw) (17) y pH (18-19).

Dado que la carne molida mal cocida o cruda ha sido descrita como el principal vehículo de transmisión de esta bacteria (20), y que en Costa Rica ha habido al menos siete casos clínicos relacionados con esta bacteria (21), así como que el cocinar en horno de microonda ofrece cortos períodos de calentamiento y menos tiempo de exposición al calor que el tratamiento convencional, se propone el presente estudio, cuyo objetivo es estudiar el efecto de diferentes tiempos y poderes de cocción del horno de microondas sobre la sobrevivencia de *E. coli* O157:H7 inoculada en tortas de carne de res.

## MATERIALES Y METODOS

### Ubicación

El proyecto se llevó a cabo en el Laboratorio de Microbiología de Alimentos y Aguas de la Facultad de Microbiología entre julio y diciembre del 2001.

### Alimento

Los ensayos se realizaron sobre muestras de carne molida adquiridas en supermercados ubicados en el área metropolitana de San José, Costa Rica. Todos los ejemplares fueron mantenidos entre 2 y 5°C entre el tiempo de compra y su análisis, el cual no excedió las 4 horas y tratados en forma aséptica con el fin de no aumentar su carga. En cada caso se corrió a la vez un blanco de muestra con el fin de evaluar la flora natural del producto y descartar la presencia de *E. coli* O157:H7

### Inóculo

Se utilizó una cepa de *Escherichia coli* O157:H7 de origen clínico para los análisis. Esta fue mantenida a -70°C en agar tripticase soya (Oxoid) y activada en caldo tripticase soya (pH 7,0) a 35°C por 24 horas. Esta última suspensión fue considerada como la población alta ( $10^7$ - $10^9$  UFC/mL) de *E. coli* O157:H7 utilizada para inocular los alimentos. Una suspensión de población baja ( $10^7$ - $10^7$  UFC/mL) fue preparada agregando 1 mL de la suspensión de población alta a 99 mL de caldo tripticase soya.

### Inoculación de la carne

Aproximadamente 1 kg de carne molida colocado dentro de una bolsa de polietileno estéril fue inoculado con 50 mL de la suspensión de población alta de *E. coli* O157:H7. Este fue homogenizado por 2 min en un masticador (Stomacher) e inmediatamente dividido en tortas de 50 g cada una, todas con igual diámetro y espesor. Las tortas fueron congeladas a -4°C por 72 horas y después fueron procesadas en horno de microondas, simulando el uso industrial, hotelero o doméstico del producto.

Una porción de 25 g de carne fue tomada antes de la inoculación con el fin de realizar un recuento inicial de *E. coli* O157:H7.

El mismo procedimiento fue realizado con otros 1000 g de carne molida, pero inoculados con 50 mL de la suspensión de población baja de *E. coli* O157:H7. Cada análisis fue realizado en tres ocasiones diferentes.

### Protocolo de cocimiento

Se utilizó un horno de microondas Whirlpool modelo MT 11515 GQ-O con diez niveles de energía para descongelar y cocinar las muestras. Se procedió a descongelarlas individualmente según su peso, después de lo cual fueron sometidas a 70% (76,7°C), 80% (82,8°C), 90% (87,8°C) y 100% (93,3°C) de poder durante 30, 60, 90 y 120 segundos cada una. Se utilizó una muestra control sin inocular (blanco de carne) y otra inoculada pero no tratada con microondas, como controles.

### Cuantificación de los microorganismos

Para la determinación microbiológica se siguió la metodología de Número Más Probable (NMP) según se describe en Vanderzant & Splittstoesser (22). Brevemente, luego del proceso de cocción, 25 g de cada muestra fueron resuspendidos en 225 mL de agua peptonada estéril (APE) 0,1% y de nuevo homogenizados en Stomacher por 2 minutos. A partir de esta suspensión se preparó diluciones decimales hasta  $10^{-7}$  en tubos con 9 ml APE 0,1%. Se enriqueció cada dilución, por triplicado en caldo *Escherichia coli* (EC) + novobiocina incubado por 24 h a 35°C. Se confirmó el crecimiento utilizando agar McConkey

sorbitol + 4-metil umbeliferil  $\beta$  D glucorónido (MUG) 0,2 g/L (Oxoid) incubado a 35°C por 24 h.

#### Evaluación de la sobrevivencia de las bacterias

Se evaluó la sobrevivencia de las bacterias relacionándola con el poder (temperatura de cocción) y tiempo de cocción.

### RESULTADOS

En la Tabla 1 se detalla el comportamiento de la población alta de *E. coli* O157:H7 al ser tratada con diferentes intensidades de poder en el horno de microondas. La carga inicial fue de  $10^7$  NMP/g, la cual se mantiene a los 30 s para los poderes 70%, 80% y 90%. En la intensidad de 100% hay un descenso de un logaritmo en el número de microorganismos en este lapso de tiempo. A los 60 s de tratamiento, en las intensidades de 90% y 100% ya no se detecta microorganismos viables. Para el 70% de poder se necesita más de 120 s para inactivar las bacterias presentes.

La población baja ( $10^5$  NMP/g) necesitó de 60 s a 90% de poder y 90 s a 80% de poder para ser no detectable. A 70% de poder se necesita más de 120 s para inactivar las bacterias presentes (Tabla 2).

TABLA 1  
Sobrevivencia de *E. coli* O157:H7 (NMP/g) a diferentes tiempos y niveles de cocimiento (Población alta)

Poder de cocimiento	Tiempo de exposición (s)				
	0	30	60	90	120
70%	$1,0 \times 10^7$	$1,0 \times 10^7$	$4,0 \times 10^6$	$1,0 \times 10^1$	$1,0 \times 10^1$
80%	$1,0 \times 10^7$	$1,0 \times 10^7$	$3,5 \times 10^5$	<3	<3
90%	$1,0 \times 10^7$	$1,0 \times 10^7$	<3	<3	<3
100%	$1,0 \times 10^7$	$4,4 \times 10^6$	<3	<3	<3

TABLA 2  
Sobrevivencia de *E. coli* O157:H7 (NMP/g) a diferentes tiempos y niveles de cocimiento (Población baja)

Poder de cocimiento	Tiempo de exposición (s)				
	0	30	60	90	120
70%	$1,0 \times 10^5$	$6,0 \times 10^3$	$9,1 \times 10^1$	$1,0 \times 10^1$	$1,0 \times 10^1$
80%	$1,0 \times 10^5$	$1,1 \times 10^3$	$2,5 \times 10^1$	<3	<3
90%	$1,0 \times 10^5$	$1,1 \times 10^1$	<3	<3	<3
100%	$1,0 \times 10^5$	$1,1 \times 10^1$	<3	<3	<3

### DISCUSION

Son muchas las investigaciones realizadas a nivel mundial sobre el efecto de hornos de microondas en la sobrevivencia de bacterias patógenas inoculadas en diferentes alimentos. Los resultados son contradictorios, mostrando variaciones

importantes según sea la composición del alimento, el microorganismo evaluado y hasta la fase de crecimiento en que éste se encuentre (3-7). Algunos autores como Fujikawa *et al.* citan que este tratamiento es equivalente al cocimiento convencional en lo que respecta a inactivación de microorganismos (23). Otros, como Rosenberg y Bogl citan en su estudio diferentes grados de eficiencia entre el cocimiento tradicional y el de microondas de hasta dos logaritmos en la tasa de muerte de bacterias Gram positivas y Gram negativas (24).

Según los resultados obtenidos, la tasa de destrucción de las bacterias analizadas fue significativa ( $p < 0,005$ ). El número de bacterias presentes en las tortas de carne disminuyó dramáticamente a medida que aumentaba el tiempo y la temperatura de exposición, tanto para población alta como para la baja. No obstante, se necesitó de largos períodos de exposición al tratamiento térmico para llegar a eliminar completamente la bacteria inoculada.

Estudios previos realizados con este mismo modelo de torta de carne tratada en horno de microondas determinaron, a través del indicador enzimático de inhibición de la fosfatasa ácida, que se necesita al menos 60 s de tratamiento (independiente del poder utilizado) para considerar al alimento enzimáticamente cocinado. Es decir, luego de 60 s de tratamiento térmico en microondas desaparece esta enzima, lo cual coincide con las características organolépticas de carne cocinada en todo su espesor (25). Para las muestras analizadas en el presente trabajo, en promedio se necesitó de un tiempo mayor de cocimiento al descrito para eliminar totalmente el microorganismo inoculado (población alta y baja), lo cual provoca que la torta de carne presente características organolépticas indeseables como son la resequeidad y dureza.

Los resultados obtenidos permiten evidenciar que la efectividad de este tipo de tratamiento es inversamente proporcional al número inicial de microorganismos, no obstante, las temperaturas internas alcanzadas en los alimentos no garantizan la esterilización de los mismos (26). La distribución de calor que presentan los hornos de microondas no es homogénea (27), por lo que un aumento en la temperatura no es del todo uniforme. Además, dada la presencia de proteínas y grasa en el alimento, existe mucha fluctuación en las temperaturas internas del alimento (28).

Estudios similares llevados a cabo con *E. coli* O157:H7 inoculada en carne cruda demuestran que se da una reducción importante en el número de microorganismos presentes al cocinar con microondas, lo cual permite extender el tiempo de preservación del alimento (29), mas el efecto de las microondas sobre esta bacteria varía según sea la dosis de irradiación utilizada, así como la temperatura interna alcanzada (30). Es importante destacar que dadas las características de patogenicidad de esta bacteria y su baja

dosis infectante (<50 UFC/g), su simple presencia en alimentos procesados es totalmente inaceptable (31).

Aún cuando los niveles de inoculación utilizados en este estudio son poco probables de ocurrir, se puede concluir que la carne contaminada con *E. coli* O157:H7 representa un riesgo para la salud pública aún cuando se mantenga a temperatura de congelación y luego se cocine en microondas. Al igual que con otros microorganismos patógenos, este tipo de tratamiento térmico no es efectivo para su eliminación a partir de alimentos contaminados. La implementación de Buenas Prácticas de Manufactura (GMP) así como de Análisis de Riesgos y Puntos Críticos de Control (HACCP) en la producción de alimentos y su preparación puede ayudar a controlar esta bacteria.

Por otra parte es imprescindible que el consumidor esté informado del riesgo a la salud asociado al consumo de carne que no esté bien cocinada o que solamente sea calentada antes de su consumo.

#### AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Laura Villalobos su valiosa ayuda. Este trabajo recibió apoyo financiero de la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica, proyecto 430-99-214.

#### REFERENCIAS

- Rosenberg U, W Bogl. Microwave thawing, drying and baking in the food industry. *Food Technol.* 1987;41: 85-91.
- Rosenberg U, W Bogl. Microwave pasteurization, sterilization, blanching and pest control in the food industry. *Food Technol.* 1987;41: 92-99.
- Aleixo D, B Swaminathan, K Jamerssen, D Pratt. Destruction of pathogenic bacteria in turkeys roasted in microwave ovens. *J Food Sci.* 1985;50: 873-880.
- Farber J, J Aoust, M Diotte, A Sewell, E Daley. Survival of *Listeria* spp. on raw whole chickens cooked in microwave ovens. *J Food Prot.* 1998;61: 1465-1469.
- Lin W, C Sawyer. Bacterial survival and thermal responses of beef loaf after microwave processing. *Int. Microw. Power Inst.* 1988;23:183-194.
- Dealler R, R Lacey. Microwave reheating of convenience meals. *British Food J.* 1990;92: 19-22.
- Buono M, F Niroomand, Y Fung, L Erickson. Destruction of indigenous *Bacillus* spores in soymilk by heat. *J Food Prot.* 1989;52: 825-826.
- Riley L, R Remis, S Hengerson, H McGee, J Wells, B Davis, R Herbert, E Olcott, L Johnson, N Hangrett, P Blake, M Coher. Hemorrhagic colitis associated with a rare *Escherichia coli* O157:H7. *Epidem. Infect.* 1995;115: 447-454.
- Doyle M, V Padhey. *Escherichia coli*. In MP Doyle (ed). *Foodborne Bacterial Pathogens*, Marcel Dekker, New York. 1989;225-281.
- Doyle M. *Escherichia coli* O157:H7 and its significance in foods. *Int. J Food Microb.* 1991;12: 289-302.
- Anonymous. Consensus conference statement. *Escherichia coli* O157:H7 infections. An emerging national health crisis. *Gastroenterology.* 1995;108: 1923-1934.
- Mead P, P Griffin. *Escherichia coli* O157:H7. *Lancet.* 1998;352: 1207-1212.
- Griffin P. *Escherichia coli* O157:H7 and other enterohemorrhagic *Escherichia coli*. In: Blaser MJ, Smith PD, Raudin JJ, Greenberg HB, Guerrant RL, eds. *Infections of the gastrointestinal tract.* New York: Raven Press, 1995;739-761.
- Todd E, R Szabo, P Peterkin, A Sharpe, L Parrington, D Bundle, M Gidney, M Porry. Rapid hydrophobic grid membrane filter enzyme labeled antibody, procedure for identification and enumeration of *Escherichia coli* O157 in foods. *Appl. Environ. Microbiol.* 1988;54:2536-2540.
- Heuvelink A, J Zwartkruis-Nahuis, R Beume, E de Boer. Occurrence and survival of Verocytotoxin producing *Escherichia coli* O157 in meats obtained from retail outlets in the Netherlands. *J. Food Prot.* 1999;62:1115-1122.
- Doyle M, J Schoeni. Isolation of *Escherichia coli* O157:H7 from retail fresh meats and poultry. *Appl Environ Microbiol* 1987;53:2394-2396.
- Abdul-Raouf U, L Beuchat, S Amman. Survival and growth of *Escherichia coli* O157:H7 in ground, roasted beef as affected by pH, acidulants and temperature. *Appl. Environ. Microbiol.* 1993;59:2364-2368.
- Zhao T, M Doyle, R Besser. Fate of enterohemorrhagic *Escherichia coli* O157:H7 in apple cider with and without preservative. *Appl. Environ. Microbiol.* 1993;59: 2326-2530.
- Miller T, W Kaspar. *Escherichia coli* O157:H7 acid tolerance and survival in apple cider. *J. Food Prot.* 1994;57: 460-464.
- Thayer D, G Boyd. Elimination of *Escherichia coli* O157:H7 in meats by gamma irradiation. *Appl. Environ. Microbiol.* 1993;59: 1030-1034.
- Herrera ML. Incidencia de casos de *Escherichia coli* O157:H7 en Costa Rica. Laboratorio de Bacteriología, Hospital Nacional de Niños, 56, 1998.
- Vanderzant & Splittstoesser. *Compendium of methods for the microbiological examination of food.* APHA, 1992.
- Fujikawa H, H Usuioda, Y Kudo. Kinetics of *Escherichia coli* destruction by microwave irradiation. *Appl Environ Microbiol.* 1992;58: 920-924.
- Rosenberg U, W Bogl. Der Einfluss der Microwellerhitzung auf den Keimgehalt von Lebensmitteln. *Fleischwirtschaft.* 1982;69: 1182-1187.
- Arias ML, M Jiménez, F Antillón. Efecto de microondas sobre *Staphylococcus aureus* y *Salmonella* spp., inoculadas en carne molida congelada. *Arch Lat Nut.* 47, 1997.
- Atmaca S, Z Akdag, S Dasdag, S Celik. Effect of microwaves on survival of some bacterial strains. *Acta Microbiol. Immunol. Hugn.* 1996;43: 371-378.
- Lackey C. Microwave cooking do's and don'ts, the notebook of food safety information. North Carolina, North Cooperative Extension Service, 1994.

28. Baldwin R, M Fields, W Poon, B Korshgen. Destruction of *Salmonellae* by microwave heating of fish with implications for fish products. J. Milk Food Technol. 1971;34: 467-470.
29. Woo I, I Rhee, P Heui-Dong. Differential damage in bacterial cells by microwave radiation on the basis of cell wall structure. Appl. Environ. Microbiol. 2000;66:2243-2247.
30. Thayer D, G Boyd. Elimination of *Escherichia coli* O157:H7 in meat by gamma irradiation. Appl Environ Microbiol. 1993;59: 1030-1034.
31. Anonymous. Modernas técnicas de control de la calidad de alimentos procesados. Procesador. 1997;16: 400-429.

Recibido: 04-03-2002

Aceptado: 23-12-2002

## Evaluación nutricional y almacenamiento acelerado a 37°C de mezclas de frejol y maíz fritos

Ana María Estévez, Berta Escobar, Isabel Zacarias y María de la Luz Hurtado

Facultad de Ciencias Agronómicas. U. de Chile. Santiago, Chile - Instituto de Nutrición y Tecnología de Alimentos (INTA) Universidad de Chile

**RESUMEN.** El valor nutritivo del maíz y de los frejoles está limitado por la deficiencia en algunos aminoácidos; por ello, la combinación de ambos podría ser muy ventajosa desde un punto de vista nutricional. Se realizó una investigación con los siguientes objetivos: mejorar el valor biológico de los granos de frejol y maíz, a través de la formulación de mezclas de granos fritos; y determinar su vida útil en almacenamiento acelerado. Para esto se elaboraron mezclas de granos fritos de tres cultivares de frejol (Pinto 114, Suave 85 y Tortola Inia) y maíz amarillo dentado en una relación 50:50% en peso, las que se sometieron a análisis de evaluación biológica de la proteína; las mezclas se almacenaron durante 15 días a 37°C (lo que equivale a 90 días a 18–20°C y 58–60% HR), analizándose cada 5 días peróxidos, humedad y actividad de agua. Todas las mezclas obtuvieron valores de NPR-Rel superiores a 80% destacándose Suave 85/maíz con 88,72%, lo que indica que se logró un mejoramiento en la calidad proteica. Los productos almacenados presentaron bajos valores de peróxidos (3,25–6,12 meq/kg de aceite) lo que permitiría una duración de 90 días en condiciones ambientales; la humedad y la actividad de agua fueron lo suficientemente bajas como para asegurar estabilidad microbiológica

**Palabras clave:** Razón proteica neta, mezclas frejol/maíz, almacenamiento acelerado, peróxidos

**SUMMARY.** Nutritional evaluation and accelerated storage at 37°C of fried bean and corn mixtures. Nutritive value of corn and beans is limited by the deficiency in some aminoacids; so, the combination of both of them might be very advantageous from a nutritional point of view. A research with the following purposes was done: to improve the biological value of corn and bean through the formulation of mixes of fried kernels; and, to know the shelf life of the mixes during an accelerated storage period. Fried kernels mixes, in a ratio of 50:50%, from three varieties of bean (Pinto 114, Suave 85 and Tortola Inia) and dent yellow corn were made; protein value of the mixes was evaluated. Mixes were store at 37°C during 15 days, determining every five days, their peroxides and moisture content and their water activity. All the mixes got values of NPR-Rel higher than 80%; the best one was Suave 85/corn with a value of 88.2% which indicates an improving of the protein quality. The stored products showed along the whole period, low values for peroxides (3.25- 6.12 meq/kg oil) which might allow a shelf life of 90 days at room temperature; also, moisture content and water activity were low assuring microbial stability.

**Key words:** Net protein ratio, bean/corn mixtures, accelerated storage, peroxides.

### INTRODUCCION

El maíz ha sido, desde hace muchos años, uno de los productos más importantes en la dieta latinoamericana; sin embargo, en Chile su uso en la alimentación humana es bajo, el cual se reparte en el uso al estado fresco, la obtención de almidón y la elaboración de extruidos. Por su parte, las leguminosas son una de las fuentes de proteína más económicas, pero en Chile el consumo de frejoles ha ido disminuyendo en los últimos años. La utilización de ambas especies en la dieta podría incrementarse si se desarrollan productos de fácil consumo y que sean sensorialmente atractivos (1, 2).

El valor nutritivo de las proteínas de leguminosas y cereales está limitado por la deficiencia en algunos aminoácidos; por ello, algunas combinaciones de cereales

con leguminosas pueden ser muy ventajosas desde un punto de vista nutricional (1).

El proceso de fritura profunda desarrolla en los alimentos, sabores y texturas agradables, disminuye el contenido de compuestos antinutricionales y a la vez, los deshidrata permitiendo una buena estabilidad microbiológica (2). Este proceso aumenta el contenido de lípidos, lo que convierte a los alimentos fritos en una buena fuente de calorías, pero les confiere inestabilidad durante el almacenamiento, porque los hace propensos al deterioro oxidativo e hidrolítico, generando productos que alteran sus características sensoriales (3,4).

Trabajos recientes han estudiado la elaboración de "snacks" de diversas mezclas de granos de frejoles y maíz fritos, demostrando que la mejor mezcla desde el punto de vista del aporte proteico y las características sensoriales fue una relación de 50:50% en peso. En la elaboración de los

granos se realizaron varios tratamientos de remojo, siendo el de NaOH 0,5% p/v y sal disódica de EDTA 0,03% p/v el que presentó las mejores características para maíz y sal disódica de EDTA para frejol (5, 6).

Por lo anteriormente expuesto, se realizó la presente investigación cuyos objetivos fueron los siguientes: determinar el valor biológico de tres "snacks" elaborados con mezclas de frejol y maíz fritos y determinar su vida útil en almacenamiento acelerado.

## MATERIAL Y METODOS

### Materia prima

Se trabajó con maíz amarillo dentado y tres cultivares mejorados de frejol: Pinto 114; Suave-85; y Tórtola-Inia.

### Procesamiento del maíz

Los granos se sometieron a ebullición en una solución de hidróxido de sodio al 0,5% por 4 min a 70°C, con una relación grano:solución de 1:3 con el propósito de mejorar la absorción de agua y ablandar el grano; se lavaron con abundante agua potable hasta desaparición de la reacción alcalina, se remojaron en solución de sal disódica de EDTA al 0,03% por 16 horas; los granos se drenaron y se sometieron a un sancochado por 5 minutos a sobrepresión a 1,57 atm con una relación grano:agua de 1:3. Los granos se pelaron y luego se frieron en aceite de girasol parcialmente hidrogenado, por 5 minutos a 190°C con una relación grano:aceite de 1:4; se dejó escurrir el exceso de aceite y se agregó 2% de sal yodada (3,5).

### Procesamiento de los frejoles

Los fréjoles se remojaron en una solución de sal disódica de EDTA al 0,03% durante 16 horas manteniendo la relación grano-solución en 1:3; el resto del proceso aplicado fue igual al utilizado en el maíz (6).

### Valoración biológica de las mezclas

Para determinar la calidad nutricional de las mezclas y sus características físicas y químicas, los granos fritos de maíz, y de cada cultivar de fréjol (Pinto 114; Suave-85; y Tórtola-Inia) se mezclaron en una proporción de 50:50% en peso de cada uno de acuerdo a lo propuesto por Hurtado et al (5). Las mezclas se molieron en un molino Wiley Mill modelo N° 2 Arthur H. Thomas con malla de un mm de paso y posteriormente fueron analizadas física y químicamente de acuerdo a los métodos de la AOAC (7) (humedad, sección 14.003; cenizas, sección 14.006; proteínas, sección 14.067 y extracto etéreo, sección 7.062)

Con cada una de las tres mezclas obtenidas se prepararon dietas ajustadas a un 10% de proteína, 10% de grasa, 1% de mezcla vitamínica, 4% de mezcla mineral y 5% de celulosa

en polvo de manera de cubrir las necesidades diarias de las ratas; además, se empleó una dieta de referencia a base de caseína y una dieta apteica (8). Con las dietas se alimentaron, ad-libitum, ratas de 21 días de edad de la cepa Wistar durante 15 días; cada 7 días, las ratas se pesaron controlando la ingesta de alimento con lo que se obtuvo la ingesta proteica y la ganancia de peso. Se calculó la Razón Proteica Neta (NPR) de acuerdo al método de Bender y Doell (9) y el NPR relativo (NPR-Rel) de acuerdo al método de Happich et al (10).

En cada mezcla se calculó el aporte proteico de cada componente, utilizando los valores de la Tabla 1.

TABLE 1  
Características físicas y químicas de mezclas  
de frejol/maíz (50/50%)  
(g/100g)

	Humedad	Cenizas	Proteínas <sup>a</sup>	E. Etéreo
Pinto 114/Maíz	6,5	1,85	11,4	11,7
Suave 85/Maíz	7,3	1,90	15,6	12,5
Tórtola Inia/Maíz	6,7	1,87	14,5	8,1

<sup>a</sup> N x 6,25 para leguminosas y N x 5,75 para maíz

### Almacenamiento de las mezclas

Los granos fritos de maíz, y de cada cultivar de fréjol (Pinto 114; Suave-85; y Tórtola-Inia) se mezclaron en una relación 50:50% en peso, se envasaron en bolsas de polipropileno transparente y se almacenaron durante 15 días a 37°C, (lo que equivale a 90 días a 18-20°C y 58-60% HR), protegidas de la luz. Cada cinco días se les realizaron las siguientes determinaciones analíticas: índice de Peróxidos por el método de Mehlenbacher (11); humedad por el método de la AOAC, sección 14.003 (7) y actividad de agua (Aw) en un determinador Lufft modelo 5803.

### Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar, con tres repeticiones. A los resultados se les realizó un análisis de varianza (ANDEVA) y si existían diferencias significativas, se aplicó el método de comparación múltiple de Tukey.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Características físicas y químicas de las mezclas

Se realizó un cálculo teórico basado en los contenidos de proteína de los granos fritos individualmente (9,5% para maíz; 19,9% para Pinto 114; 18,5% para Suave 85 y 22,5% para Tortola-Inia) para estimar la proporción de proteína de cada mezcla. En la Tabla 1, se puede observar que la mezcla Suave

85/maíz presentó el mayor contenido de proteína y lípidos y el más alto contenido de cenizas; para esta mezcla, el 66,1% proviene del frejol y el 33,9% del maíz; en el caso de la mezcla Pinto 114/maíz, el aporte proteico proveniente del frejol es de 67,7% y el del maíz es de 32,3%; en la mezcla Tórtola-Inia/maíz, el frejol aporta un 70,3% y el maíz, un 29,7%. Estos valores difieren en la proporción recomendada por Rockland y Radke (12), que indican que para lograr un buen balance proteico de mezclas leguminosa/cereales, el 50% debe provenir de cada uno de ellos.

#### Evaluación nutricional de las mezclas

Todas las mezclas estudiadas presentaron valores de NPR-Rel superiores a 82% respecto de la caseína (Tabla 2), en comparación con los valores informados por Zacarias et al (13) de un 52,2% de Pinto 114 y un 81,6% de Tórtola-Inia sometidos a cocción en forma independiente; esta notable mejoría de la calidad biológica de las proteínas de los productos se explica por la complementación aminoacídica que se produce al mezclar leguminosas con cereales.

TABLA 2  
Evaluación nutricional de mezclas de frejol/maíz (50/50%)

	Ganacia de peso (g)	Proteína ingerida (g)	NPR	NPR-Rel (%)
Pinto 114/Maíz	23,6±7,65	9,98±3,36	3,36±0,61	82,35
Suave 85/Maíz	22,9±9,49	9,20±2,47	3,62±0,77	88,72
Tórtola Inia/Maíz	24,6±13,39	9,35±4,83	3,49±0,46	85,54
Caseína	47,5±9,75	14,0±1,54	4,08±0,32	100,00

La mezcla Suave 85/maíz presentó el mayor valor de NPR y de NPR-Rel, lo que se puede explicar por su mayor aporte proteico y porque la proporción de las proteínas en esta mezcla proveniente de cada uno de los componentes de ella es más cercana a lo recomendado por Rockland y Radke (12); también podría influir un mejor balance aminoacídico de la proteína de los componentes de la mezcla. Los resultados obtenidos son muy similares a los presentados por Wondimu y Malleshi (14), quienes encontraron que una mezcla de 66,7% de proteína proveniente de cebada y 33,3% proveniente de garbanzo tenían un NPR-Rel de 88,60%. Otros autores, al trabajar con mezclas cereal/leguminosa, también encontraron un mejoramiento de la calidad biológica de la proteína con respecto al uso de leguminosas o cereales por separado; así, Amaya et al (15) informaron que mezclas de frejol/maíz en proporción 30/70 tenían un NPR-Rel de 95,04%; Almeida Domínguez et al(1) encontraron en dietas elaboradas con mezclas de garbanzo, soya y maíz, que al tener un 66,5% de proteína proveniente de leguminosa y 34,4% proveniente de cereal, el NPR-Rel fue 91,45%; y Obatolu et al (16) señalaron que en mezclas cereal/leguminosa, con 56% de la proteína

proveniente del maíz y 44% proveniente de leguminosa, obtuvieron un NPR-Rel de 92,45%.

#### Almacenamiento de las mezclas

Como se puede apreciar en la Tabla 3, todas las mezclas estudiadas presentaron un aumento significativo en el contenido de peróxidos, siendo la mezcla Tortola - Inia/maíz la que presentó valores más altos. De acuerdo a lo señalado por Anderson, et al (17), estos productos no presentan rancidez oxidativa perceptible. Los valores presentados por todas las mezclas durante el almacenamiento acelerado indican que su vida útil podría prolongarse hasta 3 meses (18).

TABLA 3  
Índice de peróxidos de mezclas frejol/maíz durante almacenamiento acelerado (meq/kg de aceite)

	Inicio	5 días	10 días	15 días
Pinto 114/Maíz	3,25c	3,68ab	3,55b	3,90a
Suave 85/Maíz	3,65ab	3,75a	3,75a	3,60b
Tórtola Inia/ Maíz	5,69c	5,85b	6,04a	6,12a

Letras distintas dentro de una misma fila indican diferencias significativas con error de 5%

En la Tabla 4, se muestra la actividad de agua de las mezclas; se puede ver en todas ellas, un pequeño aumento a partir del día 5 (de 0,59 a 0,70), valor que se mantuvo hasta el final del almacenamiento, no presentando diferencias entre las mezclas ni durante el tiempo de almacenamiento. Estos valores están según Beuchat (19) y Lin (20) dentro de los límites de seguridad para el crecimiento de hongos micotóxicos y de bacterias patógenas.

TABLA 4  
Actividad de agua de mezclas frejol/maíz durante almacenamiento acelerado

	Inicio	5 días	10 días	15 días
Pinto 114/Maíz	0,59b	0,70a	0,70a	0,70a
Suave 85/Maíz	0,59b	0,68a	0,68a	0,68a
Tórtola Inia/ Maíz	0,61b	0,68a	0,69a	0,69a

Letras distintas dentro de una misma fila indican diferencias significativas con error de 5%

La humedad de las mezclas, como se observa en la Tabla 5, presentó una tendencia similar a la actividad de agua, aumentando desde la segunda fecha de almacenamiento; la mezcla con frejol Pinto 114 tuvo los mayores valores llegando

a 11,2% al final del período. Los valores obtenidos son superiores a los encontrados por Escobar et al (21) en habas fritas; la diferencia puede deberse al sancochado previo de los frejoles que causa una mayor retención de agua debido a la gelatinización del almidón; y al menor tiempo de fritura utilizado (22)

TABLA 5  
Humedad de mezclas frejol/maíz durante  
almacenamiento acelerado (g/100g)

	Inicio	5 días	10 días	15 días
Pinto 114/Maíz	6,5b	10,4a	10,6a	11,2a
Suave 85/Maíz	7,3c	7,7c	8,6b	10,5a
Tórtola Inia/ Maíz	6,7b	6,2b	6,9b	8,9 <sup>a</sup>

Letras distintas dentro de una misma fila indican diferencias significativas con error de 5%

Según los resultados obtenidos se puede establecer que:  
-Todas las mezclas desarrolladas obtuvieron valores de NPR-Rel superiores al 80%, lo que indica que al complementar frejoles con maíz, se mejora notablemente la calidad de la proteína en relación a la de las materias primas por separado.  
-Los productos elaborados presentaron estabilidad durante el almacenamiento acelerado a 37°C, en cuanto a su contenido de humedad, actividad de agua e índice de peróxidos, permitiendo suponer que tendrían una vida útil de al menos 90 días, en condiciones ambientales.

## REFERENCIAS

- Almeida-Domínguez NG, Valencia ME and Higuera-Ciapara I. Formulation of Corn-Based Snacks with High Nutritive Value: Biological and Sensory Evaluation. *J. of Food Sci.* 1990; 55 (1): 228-231
- Abd El-Moniem GM, Honke J, and Bednarska A. Effect of frying various legumes under optimum conditions on amino acids, *in vitro* protein digestibility, phytate and oligosaccharides. *J. Sci Food Agric.* 2000; 80: 57-62.
- Linden G y Lorient D. *Bioquímica Agroindustrial, Revalorización alimentaria de la producción.* Zaragoza España Agrícola. ed. Acribia, SA. 1996. 428p.
- Estévez AM, Escobar B, Tepper A, y Castillo E. Almacenamiento y uso de antioxidantes en barras de cereales y maní. *Arch Latinoam Nutr.* 1998; 48(2): 160-164
- Hurtado ML, Escobar B, y Estévez AM. Mezclas legumbre/cereal por fritura profunda de maíz amarillo y de tres cultivares de frejol para consumo "snack". *Arch Latinoam Nutr.* 2001; 51 (3): 303-308.
- Hurtado ML, Escobar B, y Estévez AM. Elaboración y caracterización de frejoles fritos tipo «snack» cultivar Pinto 114, Suave 85 y Tórtola-Inia. *Arch Latinoam Nutr.* 2001; 51(2): 204-209.
- Association of Official Chemist. *Official Methods of Analysis of the AOAC*, 14<sup>th</sup> ed. Virginia, USA. 1984; p 1141
- Zacarias I, Bascur G, Guzmán E y Yañez E. Evaluación química y biológica de variedades tradicionales y mejoradas de frejoles (*Phaseolus vulgaris* L.). *Agricultura Técnica (Chile)* 1991; 51: 262-266.
- Bender AE. and Doell BH. Biological evaluation of proteins: a new aspect. *Brit. J. Nutr.* 1957; 11: 140-148
- Happich M L, Bodwell R E, Hackler LR, Phillips JG, Derse PH, Elliott JC, Hartnagel RE, Hopkings DT, Kapiska EL, Mitchell GV, Parson GF, Prescher EE, Robaidek ES and Womack M. Nrt protein ratio data: AACC-ASTM. Collaborative study. *A Assoc Official Anal Chem.* 1984; 67(2): 255-262
- Mehlenbacher VC. *Análisis de grasas y aceites.* Ed. Urmo, Bilbao España. 1970; p 637
- Rockland LB and Radke TM. Legume protein quality. *Food Technology* 1981; 35 (3): 79-82.
- Zacarias I, Aguayo M, Estévez A.M, Escobar B. y Castillo E. Valor nutritivo de mezclas de leguminosas-cereal. X Congreso Latinoamericano de Nutrición «Dr José María Bengoa». In: *Arch Latinoam Nutr.* 1994; 44 (3): 307. Venezuela.
- Wondimu A and Malleshi NG. Development of weaning foods based on malted, popped, and roller-dried barley and chickpea. *Food and Nutrition Bulletin*, 1996; 17 (2): 169-176
- Amaya H, Castro ME, Mendieta R, y Bressani R. Efecto de la fermentación natural sobre la calidad nutritiva y algunas características químicas de mezclas de maíz y frijol. *Alimentos* 1995; 20(1/2): 57-65.
- Obatolu VA, Cole AH and Maziya-Dixon BB. Nutritional quality of complementary food prepared from unmalted and malted maize fortified with cowpea using extrusion cooking. *J Sci Food Agric.* 2000; 80: 646-650
- Anderson RH, Moran HD, Huntley TE and Holaban JL Responses of cereals to antioxidants. *Food Tech.* 1963; 17(12): 115-120.
- Estévez AM, De Witt A y Vásquez M. «Comportamiento, en almacenamiento de productos extruidos elaborados con harina de cereales y lupino» XLIII Congreso Agronómico Anual Noviembre 1992 Santiago, Chile. Simiente:
- Beuchat LR Microbial stability as affected by water activity. *Cer Foods World.* 1981; 25(7): 345-349.
- Lin RC. Water activity: good manufacturing practice: 2815-2819. In: Hui, H.(Ed). *Encyclopedia of Food Science and Technology.* Ed Wiley- Interscience Publication, Washington D.C. 1992 Vol 4. 2972p.
- Escobar B y Estévez AM Elaboración y almacenamiento acelerado de un "snack" de haba portuguesa 1996 *Alimentos* 21 (3-4). 45-54.
- Wong D. *Química de los Alimentos. Mecanismo y Teoría.* Zaragoza España ed. Acribia SA. 1995, 476 p

Recibido:20-09-2001

Aceptado:30-08-2002

## Caracterización química y sensorial de biscochuelos enriquecidos con fibra dietética y micronutrientes para el anciano

*Emma Wittig de Penna, Paula Avendaño, Delia Soto, Andrea Bunger*

Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. Universidad de Chile- Santiago. Chile

**RESUMEN.** El presente estudio presenta el desarrollo de biscochuelos individuales enriquecidos con fibra dietética (mezcla de fibras de lupino y avena), vitaminas y minerales, dado que el consumo promedio diario en el adulto mayor alcanza sólo a 12 g. Cada unidad aporta 4,8 g de fibra dietética, y aproximadamente un 30% de la Ingesta Diaria Recomendada (IDR) de vitaminas (A, B1, B2, B6, B12, E, nicotinamida, ácido fólico) y 40% de la IDR de D3, un 16% la IDR de calcio, un 12% de la IDR de magnesio y un 3% de la IDR de zinc. En la formulación se adicionó povidex y sorbitol para mejorar las características de sabor y textura. La optimización se realizó aplicando la Metodología de Superficie de Respuesta, empleando un diseño experimental central compuesto rotacional 2<sup>2</sup>. Se elaboraron 13 diferentes formulaciones. Las variables independientes fueron la concentración de povidex (entre 1 y 40%) y la de sorbitol (entre 1 y 30%). La variable dependiente corresponde a la calidad sensorial (test de Karlsruhe). Los parámetros con mayor coeficiente de determinación fueron calidad total y textura (Statgraphics Plus 7.0), estableciéndose 11,5% de povidex y 4,4% de sorbitol. La calidad se controló mediante análisis físicos, químicos, microbiológicos y sensoriales, obteniendo un puntaje de 8,18 en calidad sensorial total. Los análisis restantes confirmaron su buena calidad y el aporte de fibra dietética, vitaminas y minerales. El estudio de aceptabilidad con 150 adultos alcanzó 100% en las categorías "me gusta" y "me gusta mucho" de la escala hedónica empleada. La vida útil se realizó en envases de polipropileno de 30 µm de espesor, correspondiendo a 13 días almacenado en condiciones ambientales (25° C y 55-60% HR).

**Palabras clave:** Productos dietéticos, alimentos funcionales, fibra dietética, adulto mayor.

**SUMMARY.** Chemical and sensory characterization of cakes enriched with dietary fiber and micronutrients for the elderly. This study presents the development of individual cakes enriched with dietary fiber (lupin and oat fiber), vitamins and minerals; as recent research has shown that the average daily dietary fibre intake of the elderly population in Chile is only 12 g. Each cake contains 4.8 g of dietary fibre and a 30% of the RDA of vitamins A, B1, B2, B6, B12, E, nicotinamide and folic acid, 40% of the RDA of vitamin D3, 15% of the RDA of calcium, 12% of the RDA of magnesium and 3% the RDA of zinc. Polydextrose and sorbitol were added to improve flavor and texture. Response Surface Methodology (RSM) was used for optimization, based on a two-variable composite design. Thirteen experimental runs were carried out, with polydextrose (1 to 40% based on flour content) and sorbitol (1 to 30% based on flour content) as independent variables. The response variable was sensory quality obtained by the Karlsruhe test. Sensory attributes of texture and overall quality showed a good fitting with high determination coefficients and were used for optimization. The optimized cake contained 11.5% polydextrose and 4.4% sorbitol (both based on flour content). Quality of the optimized product was controlled by means of physical, chemical, microbiological and sensory analyses. Overall sensory quality was 8,18 ("very good") and good quality and nutritive value were achieved. In an acceptance test carried out with 150 adults, 100% acceptability was obtained in the hedonic scale categories "like it" and "like it very much". A shelf life study performed with cakes packaged in polypropylene bags of 30 µm thickness indicated a shelf life of 13 days stored at room conditions (25°C and 55-60%RH.).

**Key words:** Dietary products, functional foods, dietary fiber, elderly.

### INTRODUCCION

La dieta tiene efectos a corto y largo plazo en la salud y es considerada como uno de los factores centrales en la prevención de enfermedades crónicas (1). En los últimos años ha habido cambios en los hábitos alimentarios de la población de Chile, las dietas tradicionales que eran ricas en cereales, leguminosas, frutas y verduras fueron reemplazadas por dietas en que predominan los alimentos de origen animal y alimentos procesados que traen como consecuencia no sólo

un aumento en el contenido de grasa, sino también una disminución importante en el consumo de fibra dietética (2).

La fibra dietética se define como los componentes resistentes a las enzimas digestivas del hombre y químicamente estarían representadas por la suma de todos los polisacáridos excepto almidón, más la lignina (3).

Es útil clasificar a los componentes de la fibra dietética de acuerdo a su solubilidad en agua, porque se asocia a determinados efectos fisiológicos. Los componentes insolubles están constituidos por celulosa, gran parte de las

hemicelulosas y lignina; en general producen mayor volumen fecal y aceleración del tiempo de tránsito intestinal. Los componentes solubles como pectinas, gomas, mucílagos, polisacáridos de algas, hemicelulosas y celulosa modificada, tienen efecto hipocolesterolémico ya que retardan la absorción de la glucosa (3).

La ingestión óptima de fibra recomendada (RDA) está entre 20 y 35 g por día, o de 10 y 13 g /1000 Kcal para el adulto normal. Para niños y ancianos es necesario considerar factores adicionales como sus requerimientos nutricionales individuales, actividad física, patologías etc (3,4).

En Chile se ha demostrado que la dieta de los ancianos tiene un bajo contenido de fibra, con cifras promedio de 12 g por día (4). El organismo humano logra adaptarse con el tiempo a un régimen alto en fibra y, una vez alcanzada esta adaptación, la biodisponibilidad de vitaminas y minerales no se vería afectada (5).

Debido a los beneficios del mayor consumo de fibra y en busca de mejorar el estado nutricional y por ende la calidad de vida del adulto mayor, se gestó la idea de desarrollar biscochuelos individuales enriquecidos con fibra dietética. Este producto por estar dirigido específicamente al adulto mayor debe cumplir ciertos requisitos dados por las características de este grupo de edad. El producto además de aportar fibra dietética está enriquecido con vitaminas y minerales para así compensar en un principio el efecto adverso de la fibra sobre la biodisponibilidad de micronutrientes.

## MATERIAL Y METODOS

### Caracterización de las materias primas

Se realizaron por triplicado las determinaciones físicas, químicas y microbiológicas a las siguientes materias primas: harina pastelera, harina integral de avena, harina de fibra de lupino, leche semi descremada y huevos. Los métodos empleados se presentan en la Tabla 1.

### Vitaminas y minerales

Las vitaminas tienen calidad certificada (Roche SA División Vitaminas, Chile). Se adicionaron en forma de premezcla, calculada para que cada unidad tenga un 30% de las vitaminas y un 15% de los minerales según los requerimientos diarios recomendados (RDA) para micro y macronutrientes de adultos mayores de 51 años y más de edad (10). La composición de la premezcla se presenta en la Tabla 2.

### Elaboración de las formulaciones

Luego de ensayar diferentes formulaciones de la literatura (11,12) se seleccionó la formulación base que se presenta en la Tabla 3, de acuerdo a las siguientes características: excelente calidad, textura suave y blanda, bajo costo y facilidad de elaboración. Esta formulación se usó de base

para elaborar el producto diseñado para el adulto mayor, introduciéndose modificaciones en su composición. Se estableció la incorporación de 5 g de fibra dietética por unidad de 60g, aportada por una mezcla de partes iguales de harina integral de avena (AVELUP, Chile) y harina de fibra de lupino (VITAFIBER<sup>™</sup>).

Al incorporar fibra a la formulación, se modificó la textura. Fue necesario emplear aditivos como polidextrosa y sorbitol, para mejorar la calidad del producto final (13).

TABLA 1

Métodos analíticos empleados en la caracterización de las materias primas y el análisis del biscochuelo optimizado

Determinación	Método empleado	Referencia bibliográfica
Análisis físico-químicos		
Humedad	AOAC, 1990	(20)
Lípidos	AOAC, 1990	(20)
Materia grasa	Método de Gerber, AOAC, 1990	(20)
Proteínas	AOAC, 1990	(20)
Extracto no nitrogenado	Por diferencia	(23)
Cenizas totales	AOAC, 1990	(20)
Granulometría	Lachman et al., 1986	(6)
Fibra dietética total	AOAC, 1990	(20)
Fibra dietética soluble	Asp	(7)
Fibra dietética insoluble	Asp	(7)
Análisis microbiológicos		
Recuento de enterobacterias	FDA, 1978	(24)
Recuento de hongos y levaduras	FDA, 1978	(24)
Investigación de presencia de <i>Salmonella</i>	INN, 1977	(9)
Recuento de microorganismos mesófilos viables	INN, 1976	(8)
Evaluación sensorial		
Calidad por parámetro y total	Método de Karlsruhe	(17) (18)
Aceptabilidad	Escala hedónica	(16)
Perfil de textura	Método de Szczesniak	(16)(26)
Olores y sabores extraños	Norma ASTM	(27)

### Optimización de la formulación

Con el fin de optimizar la calidad se ensayaron diferentes concentraciones de polidextrosa y sorbitol, usando la Metodología de Superficie de Respuesta (MSR) (14). Se eligió un diseño rotacional central compuesto ( $2^2 + \alpha$ ) para 2 variables con 2 niveles (15). Las variables independientes fueron polidextrosa ( $x_1$ , fluctuando entre 1 y 40%) y sorbitol ( $x_2$ , entre 1 y 30%) y las variables dependientes fueron las respuestas obtenidas por evaluación sensorial de los atributos (parámetros): color de corteza y de miga, forma, olor, sabor, textura y calidad total. Se trabajó con un panel de 10 jueces altamente entrenados (16) que demostraron veracidad y confiabilidad en sus juicios ( $p \leq 0,05$ ). Se empleó el test descriptivo por parámetros con escala estructurada de Karlsruhe de 9 puntos, en que 1= pésimo y 9= excelente (17,18). La calidad total se obtuvo de la sumatoria de los parámetros ponderados: color de corteza y color de miga

0,15 cada uno, forma y olor 0,10 cada uno, sabor 0,20 y textura 0,30. El análisis estadístico de los datos se realizó con el programa Statgraphics Plus 4.0 (19).

**TABLA 2**  
Premezclas de vitaminas y de minerales adicionados a la formulaciones de biscochuelos

Vitaminas/ minerales	IDR* (51 años y más)	Presentación comercial	mg presentación comercial
A	1,000	Vit A palmitato 250 cws	5,200
B1	1,200	Tiamina mononitrato	0,454
B2	1,400	Riboflavina USP	0,546
B6	2,000	Piridoxina clorhidrato	1,025
B9	0,200	Acido fólico	0,093
B12	0,002	Cianocobalamina 0,1 ws	0,840
D3	0,005	Vitamina D3 100 cws	0,803
E	10,000	Tocoferol 50% cws	7,800
PP	15,000	Nicotinamida	5,400
Excipiente		Fructosa	77,840
Calcio	800	CaHPO <sub>4</sub>	399,6
Magnesio	350	MgO	181,1
Zinc	15	ZnSO <sub>4</sub> · 7 H <sub>2</sub> O	9,8

\* mg por día IDR = NAS (10)

**TABLA 3**  
Composición de la formulación base del biscochuelo

Materias primas	Formulación (%)	Formulación (%) Base 100% harina
Manteca vegetal	13,2	55,9
Sacarosa	18,7	79,4
Ovoalbúmina	22,1	94,1
Yema de huevo	0,2	2,65
Harina pastelera	23,6	100,0
Leche fluída 15% materia grasa.	15,2	64,7
Agua	6,0	12,0
Polvos de hornear	0,7	2,8
Esencia de almendras	0,3	1,2

### Controles del producto optimizado

En la Tabla 1 se presentan los métodos empleados en los análisis que a continuación se detallan: **Análisis físicos** (peso promedio de los productos individuales, A<sub>w</sub> (higrómetro Novasina), humedad (a 105°C), **Análisis químicos** (métodos oficiales de AOAC (20) para proteínas por Kjeldahl, lípidos, cenizas, fibra dietética total (8), vitaminas A, E, D3, B1 y B2 por HPLC (); PP y B6 por métodos microbiológicos (21, 22). Ca, Mg y Zn por espectrofotometría de absorción atómica y valor energético calculado a partir de la composición química según Weende utilizando los coeficientes de Atwater (23). Los **análisis microbiológicos** se limitaron a la determinación de hongos (24) según planes de muestreo oficiales (25). La evaluación sensorial de los parámetros de calidad se realizó

con un panel altamente entrenado (16), empleando la Escala de Karlsruhe (17,18) a partir de la cual se diseñó la escala específica para biscochuelos con fibra de avena y lupino que se presenta en la Tabla 4. La calidad total se calculó según se señaló en el punto anterior.

### Aceptabilidad

Se realizó con dos grupos de consumidores, los que recibieron el producto y registraron individualmente su repuesta usando una escala hedónica estructurada de 5 puntos (16). La muestra de adultos fue de 150 personas: 50 adultos jóvenes (30-59 años) que vivían en sus propios domicilios y 100 adultos mayores (60 y más años de edad) residentes en Hogares de la Región Metropolitana. Estos hogares corresponden a centros de atención cerrada localizados en comunas de la zona oriente de Santiago: Las Condes y Ñuñoa.

### Perfil de textura

Se hizo con el fin de determinar la variación producida en los diferentes componentes de la textura al adicionar fibra dietética. La metodología propuesta por Szczesniak, evalúa la intensidad de los parámetros sensoriales en tres fases: inicial, masticatoria y residual (26). Se trabajó con un panel altamente entrenado (16). Los resultados se expresaron en porcentaje.

### Estudio de vida útil

Se elaboró una partida del producto optimizado suficiente para cubrir el programa de controles programado para 30 días. Los productos se envasaron individualmente en envases de polipropileno de 30 micrones de espesor y se almacenaron en condiciones ambientales (20-25° C y 55-60% HR).

Se realizaron los siguientes controles al tiempo cero y a los 5, 11, 14 y 19 días:

Controles físicos (pérdida de peso en el tiempo), controles microbiológicos (recuento de hongos según FDA) (24), evaluación sensorial (calidad sensorial y aparición de olores y/o sabores extraños, según ASTM (27)) y perfil de textura (16,26).

Se ajustó a un modelo matemático la cinética de deterioro de la textura que resultó ser el más vulnerable al almacenamiento en las condiciones señaladas.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Caracterización de las materias primas

En la Tabla 5 se presentan los resultados de los análisis físicoquímicos y microbiológicos realizados a las diferentes materias primas. Como puede observarse la harina de avena proporciona sólo un 14% de fibra dietética, en cambio la harina de lupino Vitafiber aporta un 84% de fibra dietética total, por lo que al usar una mezcla de ambas se puede alcanzar la dosificación programada. La granulometría de

**TABLA 4**  
Escala de Karlsruhe para evaluar calidad de biscochuelos con fibra de avena y lupino

Criterio	Calidad Grado 1: Características Típicas			Calidad Grado 2: Deterioro Tolerable			Calidad Grado 3: Deterioro Indeseable		
	Excelente 9	Muy Buena 8	Buena 7	Satisfactoria 6	Regular 5	Suficiente 4	Defectuosa 3	Mala 2	Muy Mala 1
<b>Color</b>	Extremadamente natural, típico. muy agradable. homogéneo	Muy natural, típico, agradable, algunas zonas de color levemente diferente, algo tostado, algo pálido.	Natural, típico, algo pálido u oscuro. Coloración desuniforme en la unidad o entre las unidades. No es desagradable.	Ligeramente alterado, pálido, quemado, tostado, levemente disparejo. Algo artificial.	Alterado, color muy claro, muy oscuro. muy amarillo, descolorido entre unidades o dentro de éstas. Artificial.	Algunas manchas de otro tono. No es desagradable. Muy tostado. Desequilibrado.	Muy desuniforme, atípico. con algunas zonas quemadas, desagradable.	Atípico, desuniforme, muy quemado, muy desagradable.	Color totalmente alterado. inaceptable.
<b>Forma</b>	Bien lograda, perfecta. bordes precisos. superficie uniforme. regular y lisa. Miga con tamaño de poro muy homogéneo. Muy atractiva.	Bordes levemente modificados, agradable, superficie regular. Miga con tamaño de poro homogéneo. Atractiva.	Bien conservada, no desmigajada ni agrietada. Aún agradable. Superficie lgeramente regular. Tamaño de poro levemente irregular.	Aun conservada, ligeramente modificada por algunas grietas suaves. Tamaño de poro algo irregular.	Algo alterada, algo hundida, asimétrica. bordes irregulares, grano desuniforme con huecos escasos.	Muy hundido y agrietado. Muchas unidades con bordes irregulares. Algunos huecos. No es desagradable.	Desagradable, hundida o agrietada, bordes muy irregulares. Bastantes huecos de diferente tamaño.	Muy alterada, despedazada. Se desmigaja visiblemente.	Completamente alterada.
<b>Olor</b>	Muy específico, armónico, agradable, equilibrado.	Típico, agradable, equilibrado, armónico, específico, natural.	Específico, bueno, algo suave, algo intenso, natural, equilibrado.	Muy levemente perjudicado, normal, por ej. Ligeramente plano, no redondeado, algo artificial, levemente desequilibrado.	Algo perjudicado, algo desequilibrado, algo plano.	Daño todavía aceptable. por ej. Perfumado, artificial, graso.	Claramente dañado, por ej. Perfumado, insípido, algo añejo, algo rancio.	Muy alterado, desagradable, todavía no repulsivo, rancio.	Extraño, desagradable francamente deteriorado.
<b>Sabor</b>	Específico, armónico, muy agradable, equilibrado, muy típico, muy natural.	Agradable, muy bueno, bastante típico, bastante natural.	Algo suave o intenso, bueno, típico, natural.	Levemente perjudicado, plano, algo artificial, amargo. Levemente bajo o sobre el sabor normal.	Aceptable, aromatizado. Artificial, graso, algo amargo. Dulzor bajo o sobre lo normal. No tan típico.	Aún aceptable, muy aromatizado. horneado, amargo o insípido, deficiente, muy dulce, Rancio, algo añejo, levemente desequilibrado.	Alterado, no típico, disminuido, rancio, amargo, crudo, añejo, dañado.	Completamente alterado, desagradable, muy amargo, rancio, aún no repulsivo.	Franca- mente deteriorado.. repulsivo
<b>Textura</b>	Excepcionalmente buena, muy típica. muy fresca, muy tierna, esponjosa, grasitud equilibrada, muy suave. Leves residuos.	Muy buena, típica, por ej. Esponjosa, firme, tierna, fresca, suave, grasitud buena. Deja algo de residuos.	Buena, típica. en general esponjosa, algo grasosa al tacto, suave. Deja residuos en regular cantidad.	Levemente alterada, algo seca, grasosa al tacto y algo al degustar. Poco suave. Deja muchos residuos.	Levemente alterada, algo ligosa, muy blanda, muy dura, algo apelmazada, grasosa al tacto y al degustar, algo áspera. Residuo desagradable.	Algo alterada, algo reblandecida, ligosa, algo pegajosa, seca, muy grasosa, áspera.	Claramente alterada, modificada (resistente, pegajosa, muy blanda, muy dura, apelmazada, reseca, intensamente grasosa).	Desagradable- mente modificada por ej. Intensamente dura o blanda, muy, apelmazada muy intensa- mente grasosa.	Franca- mente deteriorada. Desagradable- mente grasosa.

ambos ingredientes es la apropiada para productos de horneado y conferirles la textura apropiada.

**Elaboración de las formulaciones**

El proceso de elaboración empleado se resume en el diagrama de bloques en el que se incluyen las especificaciones de las variables para las diferentes etapas (Figura 1). Este proceso realizado en la Planta Piloto tiene un rendimiento del 84%.

**Optimización de la formulación**

Al aplicar el diseño experimental rotacional compuesto  $2^k + \alpha$  se programaron en total los 13 experimentos que se presentan en la Tabla 6. La ecuación que representa este modelo es:

$$Y = B_0 + B_1 x_1 + B_2 x_2 + B_{11} x_1^2 + B_{22} x_2^2 + B_{12} x_1 x_2$$

Siendo  $B_0$ ,  $B_1$ ,  $B_2$ ,  $B_{11}$ ,  $B_{22}$  y  $B_{12}$  los coeficientes de regresión respectivos.

Se determinaron los niveles de las variables independientes (Tabla 6) con un panel sensorial altamente entrenado. Se calcularon los coeficientes de determinación, seleccionándose los de textura y calidad total que alcanzaron valores superiores a 0,9. Las ecuaciones correspondientes fueron:

Calidad total =  $-0,53x_1 - 0,37x_2 - 0,24x_1^2 - 0,14x_2^2 + 0,125x_1x_2 + 7,72$   
 Textura =  $-0,58x_1 - 0,43x_2 - 0,48x_1^2 - 0,25x_2^2 + 0,05x_1x_2 + 7,72$

TABLA 5  
Caracterización de las materias primas

Determinaciones	Harina trigo	Harina avena	Harina fibra de lupino	Leche	Huevos	Sacarosa
Proteínas (%)	7,8*	9,9**	3,6***	3,2****	13,5	0,0
Humedad (%)	13,2	2,7	7,6	89,6	71,6	0,47
Cenizas totales (%)	0,5	1,9	2,1	0,75	0,9	0,03
Lípidos (%)	2,8	6,3	0,0	1,5	10,0	0,0
Fibra dietética total (%)	0,4	10,0	84,5	0,0	0,0	0,0
Extracto no nitrogenado %	75,3	69,2	1,6	-	4,0	99,5
Tamaño de partícula	143,7 µ	173 µ	188 µ	-	-	-
Recuento total (ufc/ml)	-	-	-	< 1	< 10	< 10
Enterobacterias	< 10/g	< 10/g	< 10	-	-	-
Salmonela	Ausencia	Ausencia	Ausencia	-	Ausencia	-
Hongos y levaduras	< 10 ufc/g	1 x 10 ufc/g	2 x 10 ufc/g	-	-	-

\* N x 5,7    \*\*N x 5,83    \*\*\* N x 6,31    \*\*\*\* N x 6,34

- = no se realizó

TABLA 6  
Variables dependientes e independientes del diseño utilizando el método de Karlsruhe

Variables independientes		Puntaje de las variables dependientes *						
X1	X2	Color corteza	Color miga	Forma	Olor	Sabor	Textura	Calidad total
Polidextrosa(%)	Sorbitol(%)	X ± DE	X ± DE	X ± DE	X ± DE	X ± DE	X ± DE	X ± DE
20,5	30,0	7,6 ± 1,04	7,4 ± 0,99	7,2 ± 1,06	7,5 ± 1,00	7,0 ± 1,01	6,5 ± 1,09	7,1 ± 0,88
34,3	2,5	7,5 ± 0,79	7,4 ± 1,05	7,7 ± 1,03	7,4 ± 0,76	6,4 ± 0,96	6,6 ± 1,24	7,0 ± 1,03
1,00	14,5	8,2 ± 1,02	8,1 ± 1,03	8,2 ± 0,73	8,0 ± 0,53	6,4 ± 1,05	7,7 ± 0,39	8,1 ± 1,10
20,5	14,5	7,5 ± 1,78	7,3 ± 1,05	7,7 ± 0,99	7,8 ± 0,93	7,5 ± 1,21	8,0 ± 0,45	7,6 ± 0,78
34,3	26,5	7,0 ± 1,58	7,1 ± 0,89	6,2 ± 1,18	6,8 ± 1,04	6,0 ± 0,84	6,1 ± 1,02	6,4 ± 1,06
20,5	14,5	7,8 ± 1,21	7,6 ± 0,56	7,6 ± 0,99	7,9 ± 0,94	8,0 ± 1,10	7,5 ± 0,55	7,7 ± 1,08
40,0	14,5	7,2 ± 0,95	7,2 ± 0,92	6,7 ± 1,21	6,9 ± 1,02	6,4 ± 1,20	6,0 ± 1,20	6,6 ± 1,03
20,5	14,5	7,8 ± 1,05	7,8 ± 0,79	7,6 ± 0,95	7,6 ± 1,09	7,7 ± 1,09	8,1 ± 0,67	7,8 ± 1,07
20,5	14,5	8,0 ± 1,01	7,8 ± 0,35	7,8 ± 1,10	7,9 ± 0,67	8,2 ± 1,04	7,6 ± 0,85	7,9 ± 0,98
20,5	14,5	8,2 ± 0,99	7,9 ± 0,99	8,0 ± 1,07	7,9 ± 0,83	7,0 ± 1,03	7,4 ± 0,56	7,6 ± 1,45
6,7	35,0	8,5 ± 0,78	8,3 ± 1,01	8,6 ± 0,99	8,5 ± 0,34	8,6 ± 0,98	7,8 ± 0,83	8,3 ± 0,57
20,5	1,00	7,9 ± 1,07	7,7 ± 1,08	8,1 ± 1,10	7,8 ± 0,68	8,3 ± 1,07	8,1 ± 0,78	8,0 ± 0,78
6,7	25,5	7,5 ± 1,04	7,3 ± 1,01	7,3 ± 1,00	7,4 ± 1,03	7,0 ± 0,76	7,1 ± 1,10	7,2 ± 1,10

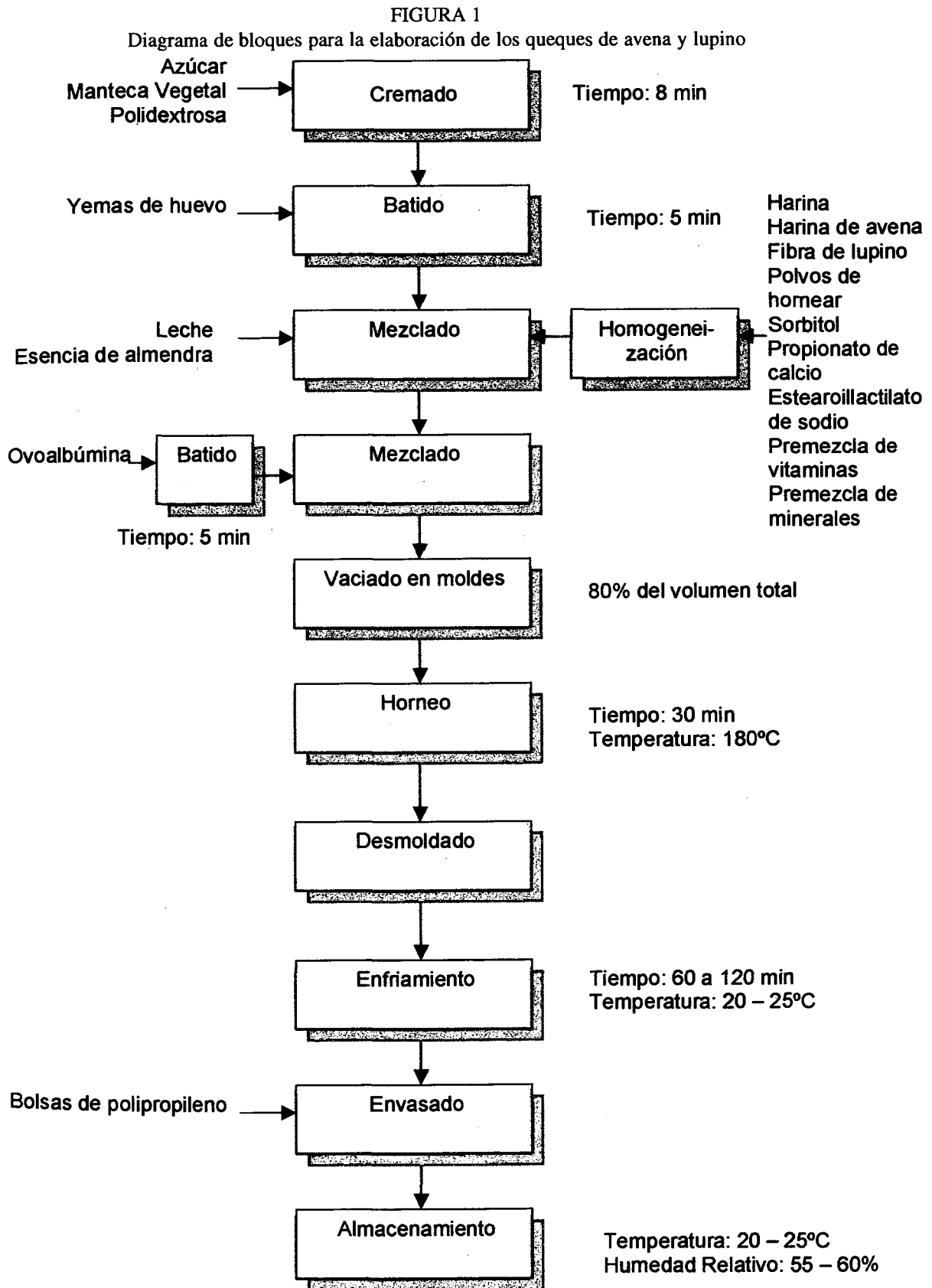
Escala 1= muy mala a 9 = excelente

Con las ecuaciones obtenidas se graficaron las superficies de respuesta correspondientes para textura y para calidad total (Gráficos 1 y 2, respectivamente) en que aparecen las variables codificadas que se transforman a variables naturales. Se observa que al reemplazar el punto máximo de textura (-0,65/-0,925) en la ecuación de calidad total, se obtiene un puntaje de 8,3 lo que corresponde a calidad "muy buena" a "excelente", o sea, un biscochuelo de características típicas, de Grado 1. Este punto corresponde a la formulación con 11,5% de polidextrosa y 4,4% de sorbitol (base 100% harina). La formulación optimizada se presenta en la Tabla 7.

#### Evaluación del producto optimizado

Los resultados de los análisis realizados al producto optimizado de 60 g cada uno, se presentan en la Tabla 8.

Los recomendaciones de energía para el adulto mayor varían entre 2250 para el hombre Y 2000 Kcal/día para la mujer (1) El biscochuelo aporta 200 Kcal lo que equivale a un 9,3% del requerimiento calórico para el hombre y un 10,5% del requerimiento para la mujer. Como se observa cada unidad entrega 4,8 g de fibra dietética, lo cual está muy cercano a los 5 g propuestos en los objetivos. Respecto a los



aportes de vitaminas estos fluctúan entre 27 y 33% (vitaminas E y B2, respectivamente). El aporte de D3 fue de 40% del IDR. Con respecto a minerales, cada unidad aporta 16% de calcio, 12% de magnesio y sólo 3% de zinc, por lo que se debería sobre dosificar este último, ya que es probable que las temperaturas empleadas en el proceso destruyan parcialmente la sal usada. Se recomienda mejorar la incorporación y homogeneización de ambas premezclas en la masa, con el fin de obtener una distribución uniforme, lo cual es más factible de obtener al elaborar industrialmente mayores volúmenes de producto.

GRAFICO 1  
Superficie de respuestas de textura

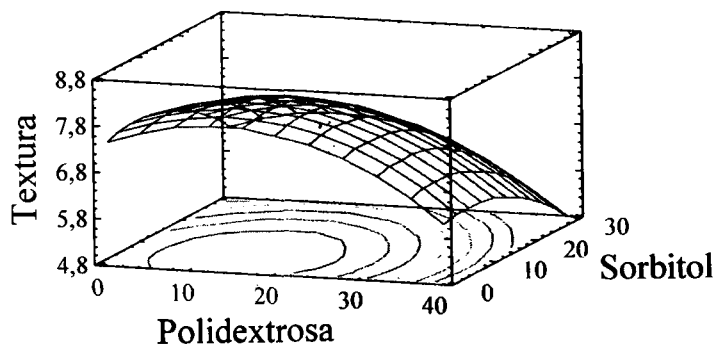
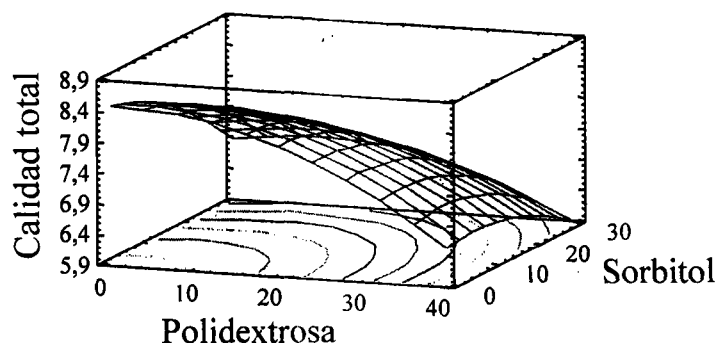


GRAFICO 2  
Superficie de respuestas de calidad total



Los recuentos de hongos están por debajo de la sensibilidad del método empleado y reflejan el efecto del tratamiento térmico durante el horneado y además, una adecuada manipulación en las etapas posteriores a éste, durante el enfriamiento y envasado.

El producto optimizado tiene una calidad sensorial grado 1, según la Escala de Karlsruhe, con características típicas para todos los atributos (Tabla 8) lo cual constituyó una de las metas del estudio. Esto significa que el consumidor recibirá un producto de tan buena calidad sensorial como el normal y con la ventaja de estar ingiriendo la fibra dietética, vitaminas y minerales que su organismo necesita.

TABLA 7  
Formulación optimizada de biscochuelo enriquecido con fibra dietética y micronutrientes

Materias primas	Formulación (%)	Formulación (%) Base 100% harina
Manteca vegetal Manvetal (COPRONA)	10,35	125,33
Sacarosa (IANSÁ)	16,75	202,83
Ovoalbúmina (CODIPRA)	22,03	266,67
Yema de huevo (CODIPRA)	6,20	75,00
Harina pastelera (LUCCHETTI)	8,26	100,00
Harina de avena (AVELUP)	7,57	91,67
Fibra de lupino Vitafiver <sup>MR</sup> (AVELUP)	7,57	91,67
Leche fluida 15% materia grasa (LONCOLECHE)	15,14	183,33
Polvos de horneado IMPERIAL)	0,66	8,0
Esencia de almendras (Haarmann & Reimer)	0,27	3,33
Estearoil lactilato de sodio (CRAMER)	0,10	1,16
Propionato de calcio (CRAMER)	0,14	1,67
Polidextrosa LITÉSSE (Pfeizer)	1,63	31,83
Sorbitol cristalizado (Merck)	1,38	16,67
Pre mezcla de vitaminas (ROCHE)	0,14	1,67
Pre mezcla de minerales (Merck)	0,81	9,83

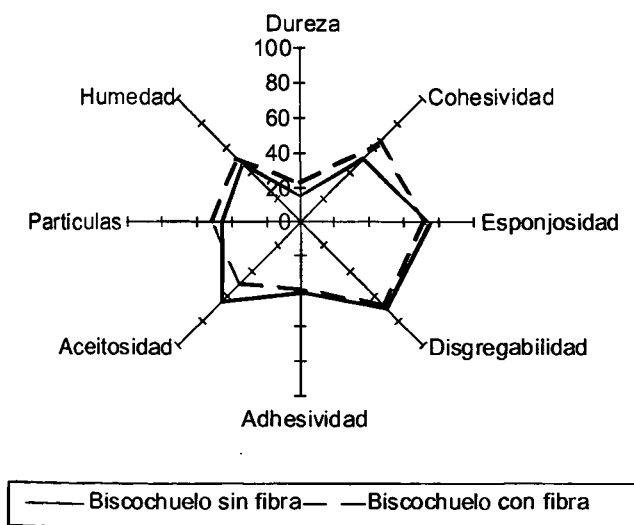
TABLA 8  
Análisis del biscochuelo optimizado

Tipo de análisis	Unidad de 60g
<b>Análisis físicos</b>	
Peso promedio (g/ unidad)	60 ± 1,37
Actividad de agua	0,91 ± 0,96
Humedad (%)	28,5 ± 0,05
<b>Análisis químicos (%)</b>	
Proteínas (N x 6,25)	7,0 ± 1,09
Lípidos	18,4 ± 1,32
Cenizas totales	1,8 ± 1,65
Extracto no nitrogenado (ENN)	30,4 ± 1,67
Fibra dietética total	4,81 ± 1,05
Fibra dietética soluble	0,89 ± 0,01
Fibra dietética insoluble	3,92 ± 0,74
Aporte energético (Kcal)	209 ± 1,89
<b>Vitaminas y Minerales (mg)</b>	
Vitamina A	0,38 ± 0,52
Tiamina	0,33 ± 0,03
Riboflavina	0,46 ± 0,02
Piridoxina	0,62 ± 0,01
Calciferol	0,002 ± 0,0
Tocoferol	2,74 ± 0,01
Nicotinamida	4,36 ± 0,06
Calcio	126 ± 1,02
Magnesio	42 ± 0,78
Zinc	0,354 ± 0,012
<b>Evaluación Sensorial</b>	
Color corteza	8,2 ± 1,02
Color miga	8,0 ± 1,07
Forma	8,0 ± 1,21
Olor	9,0 ± 0,98
Sabor	8,3 ± 0,67
Textura	8,3 ± 0,73
Calidad Total	8,18 ± 1,02

**Perfil de textura**

Los resultados de las evaluaciones de los perfiles de textura del producto sin fibra (formulación base) y del producto con fibra optimizado se presentan en el Gráfico 3. Se observa que el producto con fibra resultó algo más duro y cohesivo, menos aceitoso y dejó partículas adheridas en la cavidad bucal. La disgregabilidad, la adhesividad y la esponjosidad en cambio se mantuvieron muy similares, lo cual es muy importante si se considera que los consumidores potenciales del producto son adultos mayores que generalmente tienen problemas de prótesis dentales defectuosas o con mal ajuste, además de mayor sequedad en la cavidad bucal. La humedad es algo mayor en el producto con fibra, lo que indicaría que los ingredientes adicionados estarían cumpliendo su funcionalidad humectante y de incorporar aire al producto.

GRAFICO 3  
Perfil de textura de biscochuelos con y sin fibra



**Aceptabilidad**

En los Gráficos 4a) y 4b) se presentan los resultados de la aceptabilidad obtenida con adultos mayores y adultos jóvenes, respectivamente. Se observa que en ambos grupos tuvo muy buena aceptabilidad, no presentando indiferencia ni rechazo. Al aplicar la prueba de Student para establecer si son significativas las diferencias entre estos valores de aceptabilidad, no se obtuvo diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ).

**Estudio de vida útil**

En la Tabla 9 se presentan los resultados de los análisis realizados durante el almacenamiento del producto terminado. Las variaciones de peso fueron mínimas, lo que indicaría que tanto los ingredientes alternativos usados, como el envase elegido, cumplieron adecuadamente su función.

GRAFICO 4

Aceptabilidad del producto optimizado empleando escala hedónica (1-5)

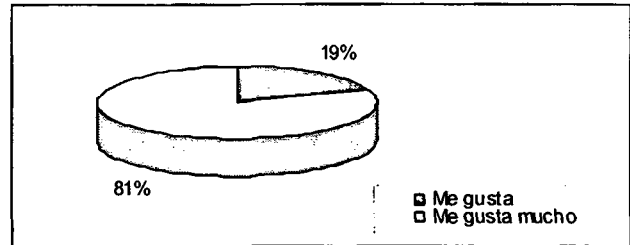


GRAFICO 4a: Aceptabilidad en adultos mayores

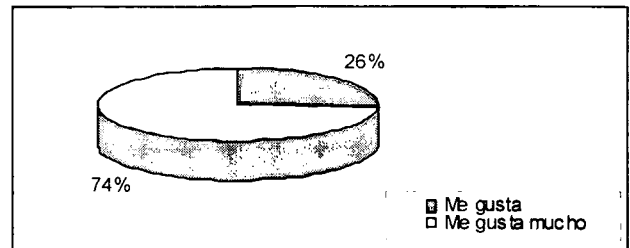


GRAFICO 4b: Aceptabilidad en adultos jóvenes

Los análisis microbiológicos indican que durante los 19 días el producto mantuvo su buena calidad sanitaria.

Los resultados sensoriales señalan que la calidad total se mantiene hasta el día 10 dentro de las características típicas, para continuar deteriorándose hasta llegar a una calidad satisfactoria a los 19 días, en que alcanza un deterioro tolerable (grado 2). La textura fue la característica limitante en este estudio ya que su calidad disminuyó más rápidamente que el resto de los parámetros alcanzando hasta el límite (5,5). Este valor límite ha sido propuesto en la escala de Karlsruhe para definir la calidad comercial, considerando que los productos no son consumidos inmediatamente de haber sido comprados.

La cinética de deterioro de la textura, en condiciones ambientales de almacenamiento (20-25° C y 55-60% HR) sigue un comportamiento de primer orden, representado por la ecuación:

$$\ln \text{textura} = 0,03 t + 2,1$$

En que t = tiempo ( días)

Al introducir el puntaje 5,5 en esta ecuación, que representa el límite propuesto para la calidad comercial, se obtuvo un tiempo de 13 días para la vida útil del producto en condiciones ambientales.

TABLA 9  
Análisis realizados durante el estudio de vida útil

Determinaciones	Tiempo cero	5 días	11 días	14 días	19 días
Variación acumulada del peso (%)	0,0	0,01	0,03	0,04	0,04
Recuento de hongos (ufc/g) *	< 10	< 10	< 10	2 x 10 <sup>1</sup>	2 x 10 <sup>1</sup>
Calidad sensorial total (escala 1-9)**	8,18 ± 1,02	7,58 ± 1,12	6,86 ± 1,05	6,49 ± 1,09	6,22
Color corteza	8,2 ± 0,92	7,8 ± 1,13	7,7 ± 1,08	7,4 ± 1,12	7,4
Color miga	8,0 ± 1,06	8,0 ± 0,90	7,7 ± 1,05	7,4 ± 1,22	7,3
Forma	8,0 ± 1,00	7,2 ± 1,09	6,7 ± 1,18	6,5 ± 1,33	6,4
Olor	8,0 ± 1,21	7,5 ± 1,03	6,7 ± 1,07	6,8 ± 1,32	6,6
Sabor	8,3 ± 1,01	7,9 ± 1,08	7,5 ± 1,25	6,9 ± 1,42	6,4
Textura	8,3 ± 1,02	7,2 ± 0,95	5,7 ± 0,90	5,2 ± 1,41	4,8
Intensidad olores/sabores extraños	1 ± 1,03	1 ± 1,00	1,2 ± 1,34	1,4 ± 1,26	1,8
Calidad global	8,3 ± 1,02	7,4 ± 1,06	6,7 ± 1,09	6,2 ± 1,54	5,9

\* Promedio de 5 muestras

\*\* Promedio ponderado

### CONCLUSIONES

Es factible optimizar formulaciones de biscochuelos enriquecidos con fibra dietética, vitaminas y minerales, para el adulto mayor, empleando la Metodología de Superficie de Respuesta. El producto obtenido posee una adecuada calidad microbiológica, sensorial y nutricional, al aportar fibra dietética, vitaminas y minerales,

El producto optimizado aporta 4,8-4,9 g de fibra dietética por unidad de 60 g, aproximadamente un 30% del IDR de vitaminas A, B1, B2, B6, B9, B12, E y PP, un 40% de vitamina D3 y un 15% del IDR de calcio, 12% del IDR de magnesio y un 3% del IDR de zinc para adultos mayores de 51 años y más de edad.

La aceptabilidad del producto en adultos jóvenes y mayores, resultó muy buena, ya que no hubo rechazos ni indiferencia hacia el producto en ambos grupos.

El estudio de vida útil del producto envasado en polipropileno y almacenado en condiciones ambientales (20-25°C y 55-60% HR) estableció una duración de 13 días.

El parámetro sensorial limitante de la vida útil fue la textura, El deterioro de la textura siguió una cinética de primer orden.

### REFERENCIAS

- Rozovski J. Nutrición en los ancianos. En: Anzola E., Galinsky D, Morales F., Salas A., Sánchez M., editores. La atención de los ancianos, un desafío para los años noventa. OPS/ OMS Publicación Científica 5. Washington D.C. 1994.
- Mejía L, O'Rourke D. La salud y la fibra dietética. En: Organo Informativo Kellogg's sobre La relación entre la nutrición y salud. 1993.
- Pak N. Fibra dietética. En: Ruz M., Araya H., Atalah E., Soto D., editores. Nutrición y Salud. Universidad de Chile. Fac. de Medicina. Departamento de Nutrición 1996;119-128.
- Soto D, Wittig de Penna E, Bunge A, Hernández N, Cariaga L, Gaete ME. Aceptabilidad y efectos de alimentos enriquecidos con fibra dietética en adultos mayores. Rev Chil Nutr. 1998; 25:3.
- Ink SL. Fiber-mineral and fiber-vitamin interactions. En: IFT Basic Symposium Series. Nutrient Interactions. Barcell y Erdman. Marcel Decker Inc. New York, 1988;234-264.
- Lachman LM, Lachman MA, Kamig JL. The theory and practice of industrial pharmacy. 3<sup>th</sup> Edition Lea & Febiger. Philadelphia. USA. 1986.
- Asp N, Johansson G, Hallmer H, Siljeström L. Rapid enzymatic assay of insoluble and soluble dietary fiber. J Agric Food Chem. 1983;31.
- INN. Instituto Nacional de Normalización. NCh 1176. Alimentos. Determinación de gérmenes aerobios mesófilos viables Método de recuento en placa. 1967.
- INN. Instituto Nacional de Normalización. NCh 1340. Alimentos. Determinación de *Salmonella*. 1977.
- NAS. Recommended Dietary Allowances. 10<sup>th</sup> Edition National Academy of Sciences. National Research Council. Washington D.C. USA. 1989.
- Matz SA. Bakery Technology and Engineering. The AVI Publishing Co. Westport. Connecticut USA. 1980.
- Sultan WJ. Practical baking. The AVI Publishing Co. Westport. Connecticut USA. 1960.
- Pfeizer SA. Nueva polidextrosa para la creación de alimentos "light". Información Técnica. Alimentos 1994;19:3, 46-48.
- Giovani M. Response Surface Methodology and Product Optimization. Food Technol. 1983;37:11, 41-45.
- Cochran WG, Cox GM. Diseños experimentales. Editorial F. Trillas S.A. México. 1965.
- Wittig de Penna E. Evaluación Sensorial, una metodología actual para tecnología de alimentos. Talleres Gráficos USACH. Santiago. Chile, 1981.
- Wittig de Penna E. Evaluación Sensorial, una metodología que mide calidad. II Evaluación de calidad mediante el test de valoración con escala de Karlsruhe. Alimentos 1981;6:1, 25-31.

18. Paulus K. Zacharias L., Robinbson L, Geidel H Kritische Betrachtungen zur Bewertenden Prüfung mit Skale als einem wesentlichen Verfahren der sensorischen Analyse. *Lebensm.Wissensch. u. Technol.* 1979 ;12, 52-61.
19. Statgraphics Plus 4.0 The National Graphics Corp. 1994-1999.
20. Association of Official Analytical Chemists. *Official Methods of Analysis of the AOAC.* 15<sup>th</sup> Ed. Washington D.C. The Association. 1990.
21. European Committee for Standardization (ECS) Determination of vitamin A by HPLC, CENT/TC275N 159. Determination of vitamin E by HPLC, CEN/ TC 275N162 .
22. European Committee for Standardization (ECS) Bestimmung von Vit D in Diätetischen Lebensmitteln, Bundesinstitut für Gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin N161.
23. Schmidt-Hebbel H. *Avances en ciencia y tecnología de alimentos.* Editorial Alfabetá. Santiago, Chile. 1981.
24. FDA. Food and Drug Administration. *Bacteriological Analytical Manual.* Division of Microbiology. 5<sup>th</sup> Edition Washington D.C. USA 1978.
25. Ministerio de Salud. *Reglamento Sanitario de los Alimentos.* Decreto 60. Santiago. Chile .1982.
26. Meilgaard M., Civille G., Carr B. *Sensory evaluation techniques.* CRC Press Inc. Florida USA. 1991.
27. ASTM E 687-79. American Society for Testing and Materials. *Standard Practice for sensory evaluation procedure to establish guidelines for open-dating food and beverage products.* Philadelphia. USA. 1979.

Recibido: 29-05-2001

Aceptado: 26-08-2002

## **Ebony (*Pithecellobium flexicaule* Benth) and proteins fractionation, solubilization, characterization and production of an isolate**

Mario R. González-Quijada, María Guadalupe Alanís-Guzman and Sergio. O. Serna- Saldívar

Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, Universidad de Oriente,  
Maturin, Estado Monagas, Venezuela

**SUMMARY.** Different combinations of pHs (2 to 12) and temperatures (25, 30 and 35°C) were tested to obtain a protein isolate from ebony (*Pithecellobium flexicaule*, Benth) seeds. Seed proteins contained 54.6% albumins, 32% globulins, 5.7% glutelins and 1.3% prolamins. The isoelectric points for albumins, globulins and glutelins were in the pH range of 2.3-2.7. The average molecular weight of albumins ranged from 92 to 100 kDa and for the four globulin subunits in the range of 28.4 to 57.3 kDa. For isolate production, proteins were sequentially extracted with distilled water and a 5% NaCl solution. The resulting supernatants were mixed. The best extraction was achieved at pH 11 and 25°C. 45.6% of the total seed protein was precipitated at pH 2.6 yielding an isolate with 90% protein (N x 6.25). The isolate contained high quantities of lysine, leucine, threonine and phenylalanine but were low in sulfur containing amino acids methionine and cysteine. The extraction process reduced tannins, phytates and trypsin inhibitor in 53, 70 and 70%, respectively. *In vivo* protein digestibility of the protein isolate was 85.4% and the corrected digestibility essential amino acid score was of 44% due to the lack of sulfur containing amino acids. In order to upgrade the protein quality of ebony isolate it is recommend to supplement with methionine or sulfur containing rich foods.

**Key words:** Ebony seed, protein extraction, protein isolate, amino acid composition, protein digestibility.

**RESUMEN. Fraccionamiento, solubilización y caracterización de un aislado proteico obtenido de semillas de ébano (*Pithecellobium flexicaule*, B.).** Diferentes combinaciones de pH's (2 to 12) y temperaturas (25, 30 y 35°C) se probaron para obtener un aislado proteico de semillas de ebano (*Pithecellobium flexicaule*, Benth). La composición de las semillas fue 54.6% albúminas, 32% globulinas, 5.7% glutelinas y 1.3% prolaminas, con los puntos isoeléctricos para las albúminas, globulinas y glutelinas en el rango de pH de 2.3-2.7. El peso molecular promedio de las albúminas fluctuó entre 92 y 100 kDa y para las cuatro subunidades de globulinas en el rango de 28.4 a 57.3 kDa. Para la producción del aislado, las proteínas se extrajeron con agua destilada y una solución al 5% de NaCl. Los sobrenadantes resultantes se mezclaron. La mejor extracción se obtuvo a pH 11 y 25°C. 45.6% del total de las proteínas precipitaron a pH 2.6 produciendo un aislado con 90% de proteína (N x 6.25). El aislado presentó alta cantidad de lisina, leucina, treonina y fenilalanina y baja cantidad de los amino ácidos azufrados metionina y cisteína. El proceso de extracción redujo el contenido de taninos, fitatos e inhibidor de tripsina en 53, 70 y 70%, respectivamente. La digestibilidad de la proteína del aislado *in vivo* fue de 85.4% y el valor corregido para la digestibilidad de los amino ácidos esenciales de 44% debido a la carencia de los amino ácidos azufrados. Se puede incrementar la calidad proteica del aislado suplementando con metionina o con alimentos ricos en aminoácidos azufrados.

**Palabras clave:** Semillas de ébano, extracción de proteínas, aislado proteico, composición de aminoácidos, digestibilidad proteica.

### **INTRODUCTION**

The fast demographic growth plus the low economic resources in developing countries creates the necessity to look for new protein sources that can substitute animal proteins, complement the nutritional value of cereal-based foods and prevent malnutrition. The ebony (*Pithecellobium flexicaule* Benth) is an arboreous legume widely distributed in Texas and northeastern Mexico. Its cooked or toasted seeds are consumed by the population of rural and marginal areas of these mexican regions. The seeds generally contain 35% protein and similar nutritional value and protein quality as

commercial legumes (1-2).

Legume seeds, mainly soybeans, are used as raw materials for production of protein concentrates and isolates. These products are playing an important role in human nutrition and as functional ingredients to improve processing properties of foods. Legume proteins are rich in globulins and albumins and generally have isoelectric points of 4.2 to 4.4 (3). These protein fractions are rich in lysine and other essential amino acids but generally low in sulfur containing amino acids; therefore, they complement protein quality of cereal-based foods. Several authors (4-,5) have researched the production of protein isolates with approximately 90% protein from wild

legumes such as lupins (*Lupinus albus* and *Lupinus mutabilis*) and Tepary beans (*Phaseolus acutifolius*). The protein isolation process eliminates polysaccharides, oligosaccharides and concentrates proteins based on solubility. These soluble proteins are precipitated by dropping the pH to their isoelectric point. The resulting isolates are utilized to upgrade protein concentration in foods and to impart different functionality to food systems such as water and oil absorption, foaming, emulsifying and gelation capacities (6).

The aim of this research was to characterize chemical composition, protein fractions and amino acid composition of ebony seeds and to determine the optimum pH and temperature conditions for the production of protein isolates.

## MATERIALS AND METHODS

### Ebony seeds

Mature and dried ebony seeds were collected from three different sites (General Escobedo, General Terán and Marin) located in the state of Nuevo León, México. The three sites have similar environmental and climatological conditions. A composite sample was utilized to perform extraction studies.

### Protein fractionation.

Proteins from defatted flour were sequentially fractionated with distilled water (albumins), 5% NaCl solution (globulins), 70% ethanol (prolamins) and 0.05N NaOH (glutelins) according to the procedure of Sauvaire et al. (7).

### Electrophoresis

Molecular weights of proteins present in each fraction were obtained after SDS-PAGE electrophoresis using the technique proposed by Laemmli (8). Before electrophoresis aliquots of protein fractions were diluted 1:1 in a buffer (pH 6.8, 3% tris, 20% B mercaptoethanol, 10% SDS, 0.02% bromophenol blue and 40% glycerol). 25-30  $\mu$ l were subjected to electrophoresis (Sigma Tech Ware) at 15°C. Protein bands were stained by overnight immersion in a 0.1% Coumassie blue R250 50% methanol and 10% acetic acid solution. Excess dye was removed by soaking for 8 hr in a 10% acetic acid solution. Molecular weight standards utilized were myosine (205 kDa), B galactosidase (116 kDa), phosphorilase b (97.4 kDa), bovine albumin (66 kDa), ovalbumin (45 kDa) and carbonic anhydrase (29 kDa).

### Isolate Production

The testa from raw ebony seeds was manually removed. The resulting cotyledons were ground in a Cofert mill (Model 518) into a flour that passed the 100 mesh sieve. The flour was defatted with n-hexane at 35-37°C for 6 h in a water

bath regulated to oscillate 80 cycles/min. The hexane was changed after 3 h. The resulting defatted flour was desolventized by drying at room temperature for 16 h and immediately stored in a refrigerator set at 4°C. Proteins were extracted at 25, 30 and 35°C at pH values between 2 and 12 according to the methodology of Bello and Okezie (9). Proteins were extracted sequentially first with distilled water and then 4 consecutive times with 5% NaCl solution. The supernatants of these extractions were composited. The pH was adjusted with 0.1N HCl or 0.1N NaOH. A mixture of 1:20 (w/v) flour:solvent was agitated at 150 rpm for 20 min at the preset temperature (Labline Incubator Shaker Orbit Model 3595) and then centrifuged (Beckman J2-21) at 25,000 x g for 20 min. The temperature of the centrifuge was regulated at the same predetermined extraction temperature. Supernatant protein concentration was determined in a UV spectrophotometer (Beckman DU 650) set at wavelengths of 280 and 260 nm. Protein isolates were obtained following the procedure described before. The optimum extraction was achieved at pH 11 and 25°C. Proteins were precipitated by adjusting the pH to 2.6 and centrifugation for 20 min at 25000 x g in a centrifuge set at 4°C. The supernatant was discarded and the resulting pellet lyophilized for 24 hr (Labconco Freezone 6). The dried isolate was stored in a desiccator under refrigeration.

Proximate compositions of raw flour, defatted flour and resulting protein isolates were determined according to standard AOAC (10) procedures.

### Amino acid composition

All amino acids, except tryptophan and sulfur containing, were determined after a 6N HCL hydrolysis as suggested by Moore and Stein (11) in a Pico Tag unit. Amino acids were separated in a Technicon (Model NC-2P) autoanalyzer equipped with ionic exchange columns. Sulfur containing amino acids were obtained after performic acid hydrolysis. For tryptophan analysis, samples were hydrolyzed with 5N NaOH and partially hydrolyzed potato starch that acted as a reducing agent. All amino acids were quantitated after ninhydrin reaction in a spectrophotometer set at 490 and 570 nm.

### Antinutritional compounds

Tannins were quantitated as catequin equivalents by the HCl-vanillin method proposed by Preece et al. (12) and Desphande and Cheryan (13). Phytic acid content was determined by the modified extraction procedure of Wheeler and Ferrel (14) in which 3% TCA is used to precipitate proteins and 1% FeCl<sub>3</sub> in 3% TCA used to precipitate phytates. The quantification of phosphorus-phytate was determined colorimetrically in a spectrophotometer (Beckman DU 650). Trypsin inhibitors were determined

according to the methodology of Kakade et al. (15).

### ***In vivo* protein digestibility**

*In vivo* protein digestibility of ebony protein isolate was determined according to the methodology proposed by the FAO/WHO (16). Sixteen Sprague Dawley male weanling rats were divided into two groups. Each group consisted of two blocks of 4 rats blocked by initial weight. One group was fed a protein isolate based diet and the other a protein free diet. The experimental diet was balanced to contain 10% protein, 10% ether extract, 5% crude fiber, 3.5% AIN mineral mixture 76 and 1% AIN 76 vitamin premix. The diet was adjusted to 100% with corn starch. Animals were housed individually in metabolic cages designed to minimize diet spillage. Feces were collected for 5 consecutive days and feed intake recorded. Fecal moisture and nitrogen were determined using AOAC (10) procedures.

### **Statistical Analysis**

In order to study the effect of pH and temperature on protein extraction a bifactorial ANOVA procedure was utilized. Means were compared using Tukey's test ( $\alpha = 0.05$ ). A non linear regression analysis that related pH in the range of 1 to 7 and precipitated protein of albumins, globulins and glutelins were performed to predict isoelectric points of each protein fraction.

## **RESULTS AND DISCUSSION**

Ebony seeds contained 36 and 25% protein and ether extract respectively. The hexane treatment of the raw flour decreased the oil content to a level below 2% and therefore concentrated protein and nitrogen free extract (Table 1).

**TABLE 1**  
Chemical composition of raw, hexane extracted and a protein isolate obtained from ebony seeds (g /100 g dry sample)<sup>a</sup>

	Raw flour	Hexane extracted flour	Protein isolate
Protein (N x 6.25)	36.1 ± 0.17	52.45 ± 0.71	89.98 ± 0.41
Ether extract	25.43 ± 0.34	1.67 ± 0.18	0.35 ± 0.01
Crude fiber	3.64 ± 0.14	3.82 ± 0.17	1.69 ± 0.04
Ash	3.95 ± 0.06	5.20 ± 0.22	1.23 ± 0.03
NFE <sup>b</sup>	30.17 ± 0.36	36.86 ± 0.88	6.75 ± 0.37
Moisture	3.39 ± 0.09	4.59 ± 0.18	4.46 ± 0.07

<sup>a</sup>Each value is the average of three observations ± standard deviation

<sup>b</sup>Nitrogen free extract, calculated by difference.

Albumins were the most abundant protein fraction in defatted ebony seeds followed by globulins (Table 2). Sathe and Salunkhe (3) mentioned that these fractions are the most prevalent in other legume seeds. Globulins are the main protein fraction in common beans (3), soybeans (17), lupinus (5) and leucaena (18) whereas albumins in adzuki beans (19) and fenugreek seed proteins (7). A large variation in albumin content within a particular legume seed has been reported (20,21). According to Bhatta (22) these discrepancies are due to the albumin extraction procedure and pH used during extraction. Some salt soluble globulins might have solubilized in the albumin fraction due to the neutral salt content of the ebony seed flour. Ebony seeds contained low quantities of glutelins and alcohol soluble prolamins. Sauvaire et al. (7) also found that legume seeds are low in prolamins.

**TABLE 2**  
Protein fractionation and isoelectric points of proteins from ebony seeds

Protein fraction	Experimental isoelectric point	% Total protein isoelectric	Calculated point
Albumins	2.7	54.62± 0.67	2.64
Globulins	2.3	32.22± 0.64	2.43
Glutelins	2.5	5.77± 0.59	2.62
Prolamins	ND	1.31± 0.19	ND
Residual Protein	ND	6.07± 0.05	ND

ND= Not determined

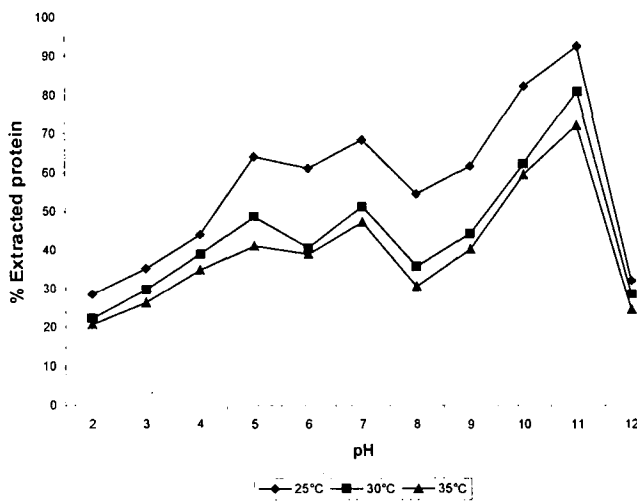
Temperature and pH significantly ( $P < 0.01$ ) affected protein extraction. At all pHs tested the extracted protein progressively decreased when the temperature increased; therefore, the best extraction occurred at 25°C (Figura 1). The increased protein solubility at lower temperature is related to protein denaturation. For each temperature, the best extraction occurred at pH increasing gradually from pH 8 to 11. This is due to the electric charge and protein denaturation that increased at higher pHs. Bello and Okezie (9) working with winged beans (*Psophocarpus tetragonolobus* L) reported a maximum protein extraction at pH 12 and 30°C. The lowest protein extraction occurred in the pH range of 2 to 3 where the isoelectric points of these proteins generally lie.

Isoelectric points of albumins, globulins and glutelins were in the acidic pH (Figura 2) as previously detailed by Sethi and Kulkarni (18). Albumins, the most concentrated protein fraction in ebony seeds, had isoelectric points in the pH range of 2 to 4 where 76 and 94% of the proteins precipitated. The best precipitation occurred at pH 2.7. Likewise, from 80 to 98% of globulins precipitated in a pH range of 2.1 to 2.3. For glutelins, the pH value where proteins

precipitated the most was 2.5. In conclusion, the three protein fractions precipitated the most in the pH range of 2.3 to 2.7. Similar isoelectric point values are reported by Sethi and Kulkarni (18) for *Leucaena*. A non linear regression analysis that related protein precipitation with pH predicted very closely experimental isoelectric points of each protein fraction. The difference between experimental and predicted values for all fractions studied was less than 0.15 pH units (Table 2).

FIGURE 1

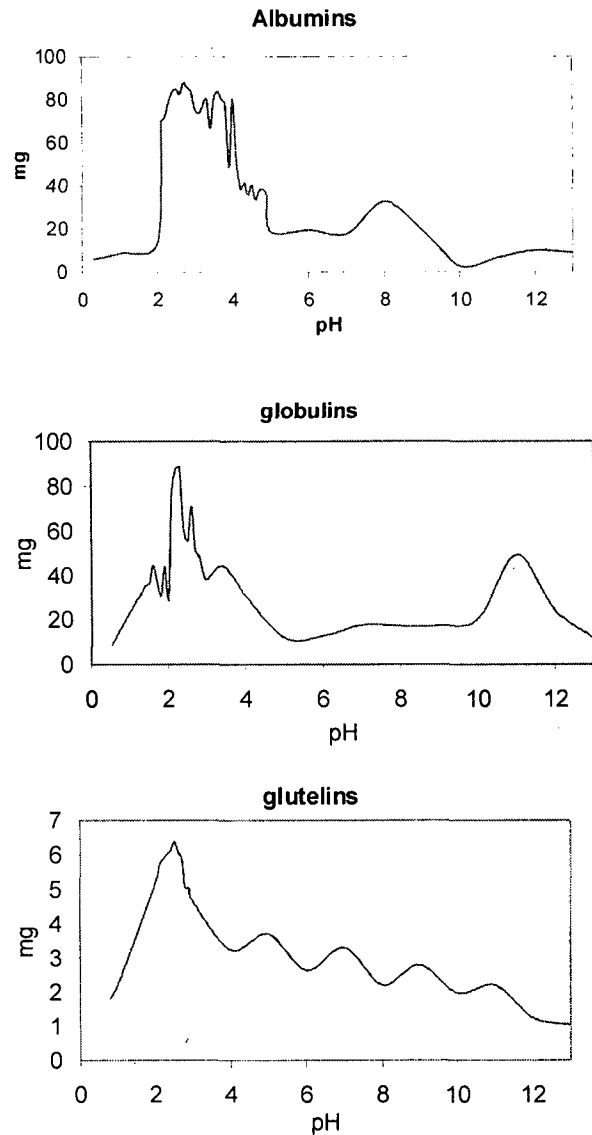
Effect of pH and temperature on the amount of extracted proteins from ebony seeds. Each value is the average of three replications.



SDS-PAGE electrophoresis of albumins indicated the presence of 5 subunits with molecular weight ranging from 51.4 to 100 kDa (Table 3). Four subunits with molecular weights ranging from 28.4 to 57.3 kDa were detected in globulins whereas only two subunits with molecular weights of 21.6 and 64.2 kDa in glutelins. In all fractions, lower molecular weight polypeptides with molecular weights ranging from 1.3 to 12.3 kDa were detected. These compounds may have resulted from the partial hydrolysis of larger subunits that occurred during lipid extraction. Chan and Phillips (23) working with cowpeas reported the existence of four albumin subunits, two with molecular weights of 99 and 91 kDa similar than the ones found in this study. Likewise, the same authors found similar globulins and glutelins bands as the ones found in this study.

FIGURE 2

Effect of pH on the amount of precipitated proteins from albumins, globulins and glutelins extracted from ebony seeds. Each value is the average of three replications



The protein content of the protein isolate reported in Table 1 was similar to counterparts obtained from soybeans (24), lupin seed (25), adzuki beans (19) and higher than isolates obtained from chickpeas (26), faba beans (27) and soybeans (28). The isolate yield (45.6%), calculated based on total protein content, was lower than the reported for soybeans (29), winged beans (30) and higher than adzuki beans (19). Protein precipitation was optimum at pH 2.6.

TABLE 3  
Molecular weights (kDa) determined by SDS-PAGE  
electrophoresis of albumins, globulins and glutelins  
extracted from ebony seeds

Albumins	Globulins	Glutelins
100.0	57.3	64.2
92.1	46.2	21.6
62.4	33.5	5.7
55.8	28.4	4.7
51.4	12.3	3.4
12.3	5.7	
5.7	4.7	
4.7	3.4	
3.4	1.3	
1.3		

In vivo protein digestibility of the ebony isolate was 85.4%. Swamylingappa and Srinivas (29) and Sathe et al. (25) reported higher and lower in vitro protein digestibilities for a soybean isolate (88.4%) and a lupinus concentrate (75%). Torun (31) reported that soybean isolates have protein digestibilities ranging from 84 to 87%. It is recognized that protein isolates are highly digestible due to their low fiber content and trypsin inhibitors (32). Table 4 shows the essential amino acid pattern of the ebony protein isolate. The most limiting amino acids were the sulfur containing methionine and cysteine followed by isoleucine. The protein isolate provided approximately 50% of the sulfur containing amino acids required by a growing child. The rest of the essential amino acids exceeded the quantities required by growing infants. Interestingly, the ebony protein isolate contained higher amounts of lysine, leucine, phenylalanine, tyrosine, threonine and histidine than counterparts from soybeans (17), chickpeas (26), and a commercial soybean isolate (33). Due to the high quantities of lysine and threonine the experimental isolate can be used to supplement and upgrade protein quality of cereal-based foods. The corrected essential amino acid score of the ebony isolate, obtained by multiplying chemical score by the protein digestibility, was 44%. In order to upgrade the protein quality of ebony isolate it is recommend to supplement with methionine or sulfur containing rich foods. Processing raw ebony seeds into protein isolates reduced tannins, phytates and trypsin inhibitors in 53, 70 and 70%, respectively. The reduction in phytates and tannins can be due to solubility and pH changes used to extract and precipitate proteins. Saeed and Cheryan (34) determined the solubility of phytates in a pH range of 2 to 12. The least solubility (less than 20%) was observed at pH 11, value utilized to extract proteins in this study. Chen and Morr (28) reported similar phytate content in soybean isolate as the one found in this study. Desphande and Cheryan (35) found that

saline solutions such as the utilized in this study reduced condensed tannin solubility. The inhibitor is classified as globulin and is reported to possess a low molecular weight (8-20 kDa) and an isoelectric point of 4.2 (36). The hexane extraction treatment and the small size of the molecule explain the loss of this antinutritional compound. Swamlingappa and Srinivas (29) reported the reduction of 138 to 52 TIU/mg protein when full fat soybean flour was defatted with hexane at 28°C. According to Henn and Netto (33) the trypsin inhibitor content in soybean isolate is greatly reduced when proteins are extracted with salt solutions and precipitated at acidic pHs. These authors reported that soybean isolates contained from 5 to 95 TIU/mg protein.

TABLE 4  
Comparison between the essential amino acid composition  
of a protein isolate from ebony with the requirement  
FAO/WHO for preschool children (mg/g protein)

Essential amino acid	Ebony protein isolate	FAO/WHO requirement <sup>a</sup>	% Requirement
Isoleucine	25.6	28	91
Leucine	81.6	66	>100
Lysine	75.2	58	>100
Methionine + cysteine	12.9	25	51
Phenylalanine + tyrosine	110.2	63	>100
Threonine	52.4	34	>100
Tryptophan	11.2	10	>100
Valine	35.2	35	100
Histidine	28.1	19	>100

<sup>a</sup> FAO/WHO (19).

TABLE 5  
Comparison of condensed tannins, phytates and trypsin  
inhibitor contents between defatted flour and protein  
isolate from ebony seeds

	Defatted flour	Protein isolate
Tannins (mg equiv. catechin/100g protein)	38.7 + 0.27	16.35 + 0.94
Phytates (mg phytic acid/g protein)	72.5 + 0.80	18.66 + 0.31
Trypsin inhibitor (TIU/mg protein)	616.7 + 0.60	139.44 + 0.51

<sup>a</sup> Expressed on dry matter basis. Each value is the average of three replications + standard deviation.

## REFERENCES

1. Alanís MG, González QMR, Mercado HR. Efecto de la cocción sobre la composición química y valor nutritivo de las semillas de *Phithecellobium flexicaule* (Benth). Arch Latinoamer Nutr. 1998; 48: 328-333.
2. Vires RA. Trees, shrubs, and woods vines of the southwest. University Texas Press. Austin, Texas, USA. p. 514. 1986.
3. Sathe SK, Salunkhe DK. Functional properties of great northern bean seed (*Phaseolus vulgaris*) proteins: emulsion, foaming, viscosity and gelation properties. J. Food Sci. 1981; 46: 71-75.
4. Idouraine A, Yensen SB, Weber CW. Tepary bean flour, albumin and globulin fractions functional properties compared with soy protein isolate. J Food Sci. 1991; 56: 1316-1318.
5. Santos C, Ferreira RB, Teixeira AR. Seed proteins of *Lupinus mutabilis*. J Agr Food Chem. 1997; 45: 3821-3825.
6. Kinsella JE. Functional properties of proteins in food: a survey. Crit Rev Food Sci Nutr. 1976; 7: 219.
7. Sauvaire YD, Baccou JD, Kobrehel K. Solubilization and characterization of fenugreek seed proteins. J Agr Food Chem. 1984; 32: 41-47.
8. Laemmli UK. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. Nature 1970; 227: 680-685.
9. Bello AB, Okezie BO. Effect of extraction conditions on the extractability of winged bean (*Psophocarpus tetragonolobus* (L) DC) proteins. J Food Sci. 1989; 54: 1989-1990.
10. AOAC. Official Methods of Analysis, 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C. USA, 1990.
11. Moore S, Stein WH. Chromatographic determination of amino acids by use of automatic recording equipment. Meth. Enzymol. 1963; 6: 819.
12. Preece ML, Van Scoyoc S, Butler LG. A critical evaluation of the vanillin reaction as an assay for tannin in Sorghum grain. J Agr Food Chem. 1978; 26(5): 1214-1218.
13. Desphande SS, Cheryan M. Evaluation of vanillin assay for tannin analysis of dry beans. J Food Sci. 1985; 50: 905-910.
14. Wheeler EL, Ferrel RN. A method for phytic acid determination in wheat and wheat fractions. Cereal Chem. 1971; 48: 312.
15. Kakade ML, Rackis JJ, McGhee JE, Puski G. Determination of trypsin inhibitor activity of soy products: A collaborative analysis of an improved procedure. Cereal Chem. 1974; 51: 376-382.
16. FAO/WHO Expert Consultation. Protein quality evaluation. Bethesda, MD. USA. 1989. 4-8, 27, 32-39.
17. Petrucelli, S, Añón. MC. Soy protein isolate components and their interactions. J Agr Food Chem. 1995; 43: 1762-1767.
18. Sethi P, Kulkarni PR. Fractionation of leucaena seed-kernel proteins based on their solubility characteristics. Food Chemistry 1993; 48; 173-177
19. Tjahjadi C, Lin S, Breene WM. Isolation and characterization of adzuki bean (*Vigna angularis* cv. Takara) proteins J Food Sci. 1988; 53: 1438-1443.
20. Boulter D. Protein quality from leguminous crops. Commission of the European Communities, Coordination of Agricultural Research, Luxembourg, EUR 5686 EN., pp 11-47, 1977.
21. Reichert RD, MacKenzie SL. Composition of peas (*Pisum sativum*) varying widely in protein content. J Agr Food Chem. 1982; 30: 312-317.
22. Bhatti RS. Albumin proteins of eight edible grain legume species: electrophoretic patterns and amino acid composition. J Agr Food Chem. 1982; 30: 620.
23. Chan CH, Phillips D. Amino acid composition and subunit constitution of protein fractions from cowpea (*Vigna unguiculata* L Walp) seeds. J Agr Food Chem. 1994; 42: 1857-1860.
24. Qi M, Hettiarachchy NS, Kalapathy U. Solubility and emulsifying properties of soy protein isolates modified by pancreatin. J Food Sci. 1997; 62: 1110-1115.
25. Sathe SK, Desphande SS, Salunkhe DK. Functional properties of lupin seed (*Lupinus mutabilis*) proteins and concentrates. J Food Sci. 1982; 47: 491-497.
26. Paredes-López O, Ordorica C, Olivares MR. Chickpea protein isolates: Physicochemical, functional and nutritional characterization. J Food Sci. 1991; 56: 726-729.
27. Sosulski FW, McCurdy AR. Functionality of flours, protein fractions and isolates from field peas and faba bean. J Food Sci. 1987; 52: 1010-1014.
28. Chen BHY, Morr CV. Solubility and foaming properties of phytate-reduced soy protein isolate. J Food Sci. 1985; 50: 1139-1142.
29. Swamylingappa B, Srinivas H. Preparation and properties of protein isolate from hexane-acetic acid treated commercial soybean meal. J Agr Food Chem. 1994; 42: 2907-2911.
30. Sathe SK, Desphande SS, Salunkhe, DK. Functional properties of winged bean (*Psophocarpus tetragonolobus* L. DC.) proteins. J Food Sci. 1982; 47: 503-509.
31. Torun B. Nutritional quality of soybean protein isolates: studies in children of preschool age. In: Wilcke HL, Hopkins DT, Waggle DH, editors. Soy Protein and Human Nutrition. New York: Academic Press, 1979: 101.
32. Anderson RL, Rackis JJ, Tallent WH. Biologically active substances in soy products. In: Wilcke HL, Hopkins DT, Waggle DH, editors. Soy Protein and Human Nutrition. New York: Academic Press, 1979: 209.
33. Henn, R.L.; Netto, F.M. Biochemical characterization and enzymatic hydrolysis of different commercial soybean protein isolates. J Agr Food Chem. 1998; 46: 3009-3015.
34. Saeed M, Cheryan M. Sunflower protein concentrates and isolates low in polyphenols and phytate. J Food Sci. 1988; 53: 1127-1131.
35. Desphande SS, Cheryan M. Determination of phenolic compounds of dry beans using vanillin, redox and precipitation assay. J. Food Sci. 1987; 52: 332-334.
36. Dipietro C.M, Liener IE. Soybean protease inhibitors in foods. J Food Sci. 1989; 54: 606-609.

Recibido: 15-11-2001

Aceptado: 07-11-2002

## Efecto de tratamientos térmicos sobre las características químicas de carne de jaiba mora (*Homalaspis plana*)

Vilma Quitral Robles, Lilian Abugoch J., Julia Vinagre L., Abel Guarda M.,  
M<sup>a</sup> Angélica Larraín B., Gabriela Santana R.

Departamento de Ciencia de los Alimentos y Tecnología Química.  
Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas - Universidad de Chile

**RESUMEN.** En el músculo de especies marinas existen compuestos nitrogenados no proteicos que se usan como índices de calidad, estos corresponden a contenido de bases volátiles totales (BVT), óxido de trimetilamina (OTMA) y trimetilamina (TMA). El pH también se usa como índice de calidad. En el presente estudio se determinaron estos valores en un producto marino al estado fresco y después de que fue sometido a tratamientos térmicos. El recurso escogido corresponde al crustáceo jaiba mora (*Homalaspis plana*) que se obtuvo desde las costas de la V región de Chile. Se extrajo carne de las pinzas y se mantuvo en hielo hasta su análisis y tratamientos térmicos. Se aplicó un diseño estadístico 3<sup>2</sup> en el que se consideraron dos variables y tres niveles, la variable tiempo tiene los niveles 15, 30 y 45 minutos y la variable temperatura tiene los niveles 80, 100 y 121°C, obteniéndose 9 combinaciones tiempo-temperatura. El pH, BVT y TMA de las muestras tratadas térmicamente aumentaron respecto a la carne fresca, mientras que el contenido de OTMA disminuyó.

**Palabras claves:** Crustáceo, jaiba, bases volátiles totales, trimetilamina, óxido de trimetilamina, pH, tratamiento térmico.

**SUMMARY.** Effect of thermal treatments on the chemical characteristics of mora crab meat (*Homalaspis plana*). Marine species muscles present non-proteic nitrogenated compounds, used as quality index. They are total volatile basis (NBVT), trimethylamine oxide (TMAO) and trimethylamine (TMA). pH is considered too as a quality index. The aim of this work was to evaluate these parameters in a fresh and canned marine product from the V region, corresponding to mora crab (*Homalaspis plana*). Fresh pincer meat from mora crab was extracted and kept in ice until their analysis and thermal process of the canned product. A 3<sup>2</sup> statistical design was applied, considering two variables with 3 levels: 15, 30 y 45 minutes time levels; 80°, 100° y 121°C temperature levels. Nine conditions of time-temperature were obtained. The thermal treatment caused an increase in pH and BVT. The TMA was increased since reduction of TMAO.

**Key words:** Shellfish, crab, volatile amines, trimethylamine, trimethylamine oxide, pH, thermal treatment.

### INTRODUCCION

En el músculo de especies marinas existen compuestos nitrogenados no proteicos que afectan la calidad. Uno de los compuestos que se destaca es el óxido de trimetilamina (OTMA) ya que interviene directamente en el proceso de osmorregulación que permite mantener dentro de ciertos límites el contenido de agua y la concentración de solutos en los recursos marinos, tiene además acción antioxidante cuyo mecanismo sería potenciar o regenerar tocoferoles. La trimetilamina (TMA) tiene gran importancia desde el punto de vista de la calidad, ya que es la principal responsable del olor fuerte de producto marino que ha perdido frescura. El contenido en nitrógeno básico volátil total (BVT) expresa cuantitativamente las bases volátiles de bajo peso molecular y aminas procedentes de la descarboxilación microbiana de aminoácidos y se ha considerado representativo del grado de alteración de productos marinos (1,2).

El contenido de TMA y BVT aumenta al producirse

deterioro por acción bacteriana o enzimática y éstos son usados como índices de calidad en productos marinos (3-7).

Los tratamientos térmicos que se aplican a productos marinos provocan ruptura del OTMA y de algunos aminoácidos, con lo que aumentan las BVT. La formación de compuestos volátiles está representada principalmente por la reducción del OTMA a TMA, la que se puede producir a través de procesos enzimáticos (8-12).

Las carnes tratadas por altas temperaturas presentan aumento de pH, lo que se relaciona con las aminas liberadas durante la aplicación de calor, estas aminas están presentes naturalmente en especies marinas y otorgan carácter básico a la carne cuando son liberadas (13-15).

El objetivo de esta investigación fue evaluar el pH y contenido de compuestos nitrogenados no proteicos en carne de jaiba mora (*Homalaspis plana*) fresca y su variación por efecto de altas temperaturas, comparando distintas temperaturas y/o tiempos de los tratamientos térmicos aplicados.

## MATERIALES Y METODOS

### Materia prima

El estudio se realizó con el recurso jaiba mora (*Homalaspis plana*) procedente de la V región de Chile. Se trabajó con la carne de las pinzas, la que se extrajo y se mantuvo en baño de hielo hasta realizar los análisis de carne fresca y envasar las muestras que se sometieron a tratamientos térmicos.

### Diseño experimental

Corresponde a un diseño estadístico  $3^2$ , y se obtiene un modelo cuadrático. Las variables estudiadas fueron la combinación de:

- tiempo: 15, 30 y 45 minutos
- temperatura: 80°, 100° y 121°C

de lo que se obtuvieron nueve tratamientos térmicos.

Los resultados fueron analizados estadísticamente con análisis de varianza multifactorial y test de Duncan con un nivel de significancia de 5% cuando existieron diferencias.

### Envasado y tratamientos térmicos

La carne de jaiba mora extraída de las pinzas se introdujo en envases de hojalata de tres piezas de 65x40 mm, se sellaron al vacío, luego se sometieron al tratamiento térmico correspondiente de acuerdo al diseño experimental. Para el caso de las muestras tratadas a 80° y 100°C se mantuvieron a esa temperatura en un baño termorregulado por el tiempo necesario; las muestras tratadas a 121°C se mantuvieron en autoclave a presión por el tiempo correspondiente para cada caso. Después del tratamiento térmico los envases se enfriaron en agua clorada y se almacenaron hasta su análisis.

### Métodos de análisis

#### pH

Se utilizó el método descrito en la NCh 1370 (16). Se extrajo una muestra de 7 g y se homogeneizó a 13.000 rpm con una cantidad equivalente en peso de agua destilada, previamente hervida y enfriada. Las mediciones se realizaron con potenciómetro a 20°C.

#### Bases volátiles totales

Se usó la técnica descrita por Gallardo y Montemayor (17) que consiste en destilación y valoración con amoníaco. Se homogeneizó 10 g de carne y se colocó en matraz de destilación adicionando 2 g de óxido de magnesio y gotas de antiespumante, se destiló durante 10 minutos recibiendo el destilado en 50 ml de ácido bórico al 4% p/v con indicador Tashiro y se valoró con HCl 0,01 N.

### Aminas volátiles

Se empleó la técnica descrita por Dyer (18) modificada por Contreras (15). Se obtuvo un extracto total de aminas volátiles a partir de 25 g de carne en que se adicionaron de 150 ml de TCA al 5%, luego se homogeneizó y centrifugó a 1.115 x g, con el sobrenadante obtenido se realizaron las determinaciones de OTMA y TMA.

### Trimetilamina (TMA)

A 1 ml de extracto de aminas volátiles en TCA, se le adicionó 1 ml de agua destilada, 2 ml de  $K_2CO_3$  al 50%, y 4 ml de hexano, se agitó durante 1 minuto y se dejaron separar las fases, en la fase de hexano se adicionó 3 ml de ácido pícrico al 0,02% en tolueno seco y se leyó en espectrofotómetro a 410 nm teniendo patrones de TMA.

### Oxido de trimetilamina (OTMA)

Se tomó 1 ml del extracto en TCA y 1 ml de  $TiCl_3$  al 1%, se mantuvo en baño a 80 – 85°C por 5 minutos y luego se enfrió. El  $TiCl_3$  reduce OTMA a TMA y éste se determinó por el método anterior.

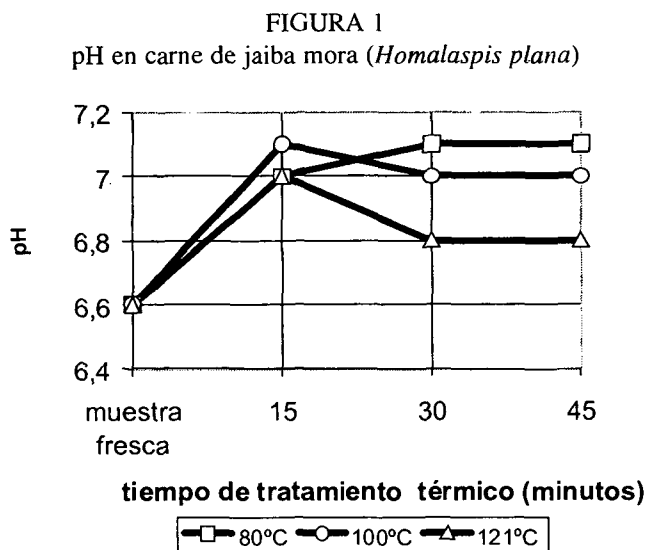
## RESULTADOS Y DISCUSION

El pH de la carne de jaiba fresca es de 6,6, lo que coincide con los resultados obtenidos por Barrios y cols. (19). Shamshad y cols. (20) indican que para el camarón *Panesus merguensis* el pH debe ser menor o igual a 7,5, para tener un producto aceptable y Fieger y Novak (21) sugieren que un valor de pH 7,7 o inferior a este valor es indicador de un camarón de primera calidad; aquellos con un intervalo de pH comprendido entre 7,7 a 7,9 son de calidad pobre aún aceptables y aquellos de pH 7,9 o mayor se deben considerar como descompuestos.

El tratamiento térmico produce aumento de pH en las muestras de carne de jaiba respecto a la carne fresca, en los primeros 15 minutos, como se observa en la Figura 1. Este aumento de pH puede ser provocado por bases volátiles liberadas durante el calentamiento (22). Los valores de pH obtenidos para los diferentes tratamientos térmicos variaron entre 6,8 a 7,1, y se ajustan al intervalo descrito para carne de jaiba cocida que varía entre 6,8 a 7,4 (22).

El análisis de varianza indicó que no existen diferencias significativas a nivel de 5% entre los tiempos de tratamientos aplicados así como también entre las temperaturas para los valores de pH obtenidos.

El aumento de pH observado en el músculo de jaiba mora tratada con altas temperaturas respecto a la carne fresca se le relaciona con las aminas liberadas durante la aplicación de calor, estas aminas están presentes naturalmente en las especies marinas y es lo que le confiere un carácter básico a la carne (13-15).



Las muestras tratadas a 80° y 100°C presentaron los valores de pH más altos (7,0 y 7,1) lo que concuerda con los resultados reportados por Dowdie y Biede (23), quienes trabajaron con carne de jaiba azul aplicando temperaturas de 70° y 100°C. Estos autores reportaron que al aumentar la temperatura de proceso en carne de jaiba aumentó el pH a valores próximos a 7,0 y este fenómeno fue explicado por el aumento de los grupos básicos que se encontraron en el tejido, al igual que en este estudio. En pescado fresco se han descrito valores de pH de 6,0 para atún y skipjack (24) y de 6,13 en anchoveta (5), mientras que en conservas de pescado se produce un aumento de pH por la acción del calor (25) entre 0,3 y 0,6 unidades.

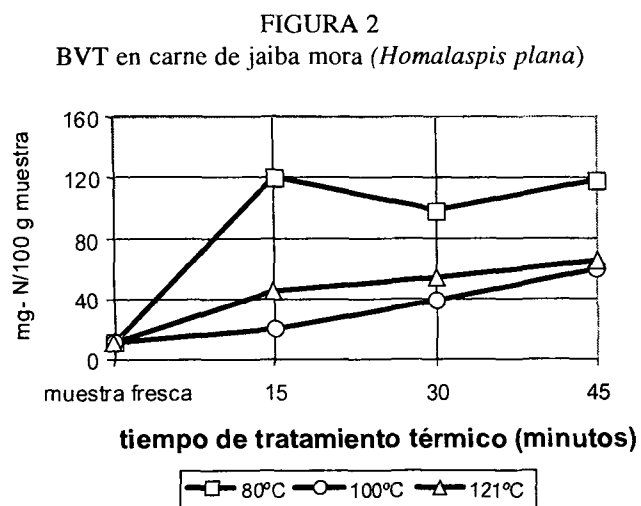
Se puede observar de esta propiedad que cuando existe un tratamiento de altas temperaturas se produce aumento de pH en el músculo debido a distintas reacciones químicas.

Las BVT son bases volátiles de bajo peso molecular y aminas procedentes de la descarboxilación microbiana de aminoácidos (2).

De acuerdo con el Reglamento Sanitario de los Alimentos de Chile (26) el contenido de BVT en crustáceos frescos, enfriados y congelados no debe sobrepasar los 60 mg/100 gramos como máximo. García (27) indica que crustáceos muy frescos presentan valores de BVT entre 10 y 20 mg-N/100 g, crustáceos al estado normal entre 20 y 30 mg-N/100 g, y con indicio de deterioro los valores ascienden a 30 y 40 mg-N/100 g, sobre 50 mg-N/100 g ya se encuentran en estado de deterioro. Otros estudios indican que para tener un producto de calidad aceptable el valor de BVT debe ser menor o igual a 28,5 mg-N/100 g (20). Estudios realizados en pescado fresco se indican valores de BVT de 20 a 30 mg-N/100g (5,24).

De acuerdo a estos reportes la muestra fresca se encontraba en buen estado ya que presentó una concentración de 11,5 mg-N/100 g muestra.

En la Figura 2 se observa que los valores de BVT aumentan en las muestras carne de jaiba tratada térmicamente y son mayores a 80°C lo cual indicaría que estos compuestos nitrogenados estaban aún disueltos en el sistema cárnico, no así en la carne tratada a temperaturas mayores como 100 y 121°C en que son menores los valores de BVT probablemente debido a que estos compuestos estaban volatilizados en el espacio de cabeza de la conserva y se perdieron al abrir el envase. Existen estudios realizados en conservas en que se analizaron los compuestos volátiles contenidos en el espacio de cabeza de los envases (28,29). Chung (30) identificó 177 compuestos volátiles de distintos tipos de carne de jaiba, donde se incluyen entre otros, aminas y compuestos azufrados.



Una temperatura de proceso de 80°C sólo inhibe parcialmente la flora microbiana, no siendo suficiente para la destrucción total de microorganismos, desarrollándose así una actividad bacteriana degradativa más acentuada sobre las proteínas con el consiguiente aumento de BVT (5, 20).

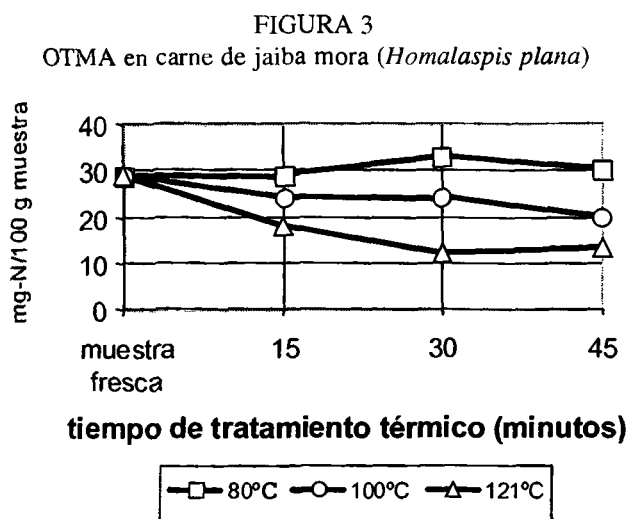
De acuerdo con Gallardo y cols. (14,31) el contenido de BVT aumenta con el tratamiento térmico y es mayor este aumento por el efecto de mayor tiempo de exposición al calor. Durante el calentamiento se altera la proporción y composición de los compuestos nitrogenados y más específicamente se producen variaciones en el contenido de aminas de bajo peso molecular. El nivel de las BVT aumenta como consecuencia de la degradación de algunos aminoácidos y de OTMA (11).

Los niveles de BVT en carne tratada térmicamente siempre son mayores que en carne cruda, aunque la materia prima sea muy fresca (14). Estudios realizados en conservas de mejillones, calamares y diferentes especies de pescados, indicaron un intervalo de valores de BVT de 42,6 – 57,27

mg-N/100 g músculo (11,31), estos valores no difieren de los obtenidos en este estudio en las muestras de carne de jaiba tratadas a 100° y 121°C.

El análisis de varianza indica que no existen diferencias significativas a nivel de 5% para los tres tiempos de tratamiento aplicados, en cambio si hay diferencias significativas entre las temperaturas aplicadas, de acuerdo al test de Duncan de comparaciones múltiples, esta diferencia estaría dada por el tratamiento a 80°C, en que los valores de BVT son muy altos. Se puede observar que con las tres temperaturas estudiadas hay un aumento en el contenido de BVT desde valores de 10 hasta 120 mg-N/100 g muestra, lo cual se ha reportado en la literatura para pescados, mejillones y calamares (11,31).

En la Figura 3 se presenta la variación de OTMA y se observa que disminuye al aumentar la temperatura de tratamiento (excepto a 80°C con 30 minutos en que se produce aumento), y la figura N° 4 presenta los valores de TMA y se observa que éstos aumentan con la mayor temperatura aplicada, existe una relación lineal ( $r^2 = 0.7166$ ) entre OTMA y TMA, ya que la OTMA se degrada a TMA (4,7,9,10,12,14).



Datos reportados por Yamagata y Low (32) citan que los crustáceos contienen considerable cantidad de OTMA. La carne fresca de jaiba mora presenta una concentración de 29 mg-N/100 g, mientras que en albacora cruda Gallardo y cols. (14) encontraron una concentración de 19 mg-N/100g. En el caso de los pescados de agua salada existe una clasificación de acuerdo al contenido de OTMA, es bajo para especies con contenido menor de 25 mg N-OTMA/100 g de carne de pescado, medio entre 25 y 100 mg N-OTMA/100 g, alto entre 100 y 300 mg N-OTMA/100 g y muy alto con más de 300 mg N-OTMA/100 g (15). En la Tabla 1 se indican valores de OTMA en distintos crustáceos frescos, observándose que

para jaiba mora el contenido es menor que en camarones y langostinos y mayor que en langostas. La Tabla 2 presenta valores de TMA, todos los valores son bajos y las muestras de jaiba mora estudiadas no presentan TMA, lo que corrobora su excelente estado de frescura ya que TMA es una valiosa herramienta para evaluar frescura y calidad de productos marinos (33,34).

TABLA 1  
Contenido de OTMA (mg/100g) en diferentes crustáceos

Especie	Niveles	Fuente
Camarón siete barbas	33,60 – 39,48	(15)
Camarón legítimo	38,27 – 46,30	(15)
Langostino	35,97	(15)
Langosta	25,38 – 26,26	(13)

TABLA 2  
Contenido de TMA (mg/100g) en crustáceos frescos y en el límite de la aceptación sensorial

Especie	Fresco	Límite
Camarón del Pacífico	0,24	1,6 – 1,72
Camarón en general		<5
Camarón siete barbas	2	2,3
Langosta ( <i>Panulirus lavaicuda</i> )	3,5	6,7
Langosta ( <i>Panulirus arhus</i> )	1,5	6,7

Fuente : (15)

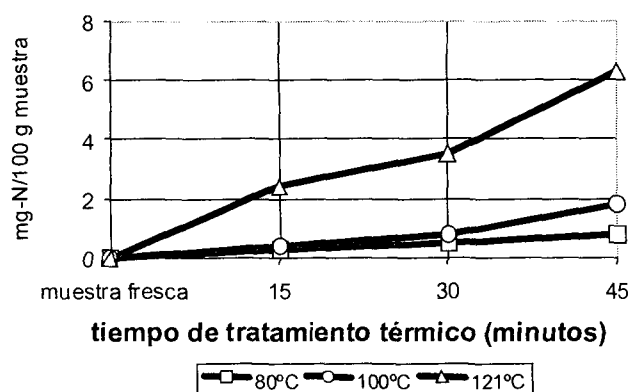
TABLA 3  
Variaciones de pH, BVT, OTMA y TMA en carne de jaiba mora (*Homalaspis plana*).

	pH	BVT (mg/100g)	OTMA (mg/100g)	TMA (mg/100g)
muestra fresca	6,6	11,5	29,0	0
Tratamiento térmico				
80° C x 15 min	7,0	119,8	29,0	0,3
80° C x 30 min	7,1	98,5	33,0	0,5
80° C x 45 min	7,1	117,8	30,0	0,8
100° C x 15 min	7,1	20,4	24,0	0,4
100° C x 30 min	7,0	38,2	24,0	0,8
100° C x 45 min	7,0	59,8	20,0	1,8
121° C x 15 min	7,0	45,0	18,0	2,4
121° C x 30 min	6,8	54,0	12,0	3,5
121° C x 45 min	6,8	64,8	13,0	6,3

El análisis de varianza indicó que no existe diferencia significativa a nivel de 5% para los distintos tiempos de

tratamientos térmicos aplicados, en tanto que para las temperaturas aplicadas se encontraron diferencias significativas, en el caso de OTMA las tres temperaturas difieren entre sí y para TMA el tratamiento a 121°C presentó diferencias significativas respecto a los tratamientos a 80°C y 100°C. Al observar la Figura 4 se observa que el comportamiento de las muestras tratadas a 80 y 100°C es similar, mientras que las muestras tratadas a 121°C presentan valores más altos, llegando a 6.3 mg N-TMA/100g. Diversos autores han propuesto valores límites para pescados frescos, se permiten valores entre el rango de 5 – 10 mg N-OTMA/100 g (7, 33), mientras que en Brasil el límite es de 4 mg N-OTMA/100 g (15), según Huss (35) los valores que se aceptan como de excelente calidad son inferiores a 1 mg N-OTMA/100 g. Estos valores son comparables con la muestra fresca, pero al aplicar tratamientos térmicos, los valores de BVT y TMA son muy superiores a las citadas cantidades (11).

FIGURA 4  
TMA en carne de jaiba mora (*Homalaspis plana*)



Los estudios realizados por Gallardo y cols. (14) en albacora enlatada coinciden en demostrar que OTMA disminuye en las muestras tratadas térmicamente respecto a la carne cruda, además la disminución es más drástica al aplicar la temperatura más alta (118°C), mientras que TMA aumenta por efecto del tratamiento térmico y coincide en que el máximo valor alcanzado es a 118°C.

Rodríguez y cols. (11) reportaron que en conservas de productos marinos, en que realizaron análisis en el mes 0 y la evolución a lo largo de los 10 meses de estudio, aseguran que el enlatado es la mejor forma de conservación para estos productos, ya que las BVT no varían durante el almacenamiento, si es que éstos han sido sometidos a condiciones de proceso adecuadas, ni sobreprocesadas ni subprocesadas.

## CONCLUSIONES

El pH de las muestras de jaiba mora tratadas térmicamente aumentó respecto a la carne fresca, lo que coincide con la liberación de bases volátiles por efecto del calor, las BVT incluyen TMA, la cual aumentó también en las muestras tratadas térmicamente por efecto del calor, a partir de OTMA.

BVT y TMA se usan como índices de frescura y los valores encontrados en la carne fresca de jaiba mora indican que se encontraba muy fresca.

Tratamiento térmicos de 80°C no son suficientes para mantener la calidad de jaiba mora enlatada, ya que las muestras sometidas a esta temperatura presentan un nivel de BVT muy alto.

Para industrialización de jaiba mora tratada térmicamente se sugiere profundizar el estudio de los tratamientos a 100 y 121°C ya que en estos los índices de calidad se presentaban adecuados.

Esta investigación fue financiada por el Proyecto FONDECYT 961163.

## REFERENCIAS

- Huidobro A y Tejada M. Compuestos nitrogenados no proteicos en el músculo de pescado. Origen y alteración durante el tratamiento frigorífico. Rev Agroquim Tecnol Aliment. 1990;30(2):151-160
- Huidobro A y Tejada M. Determinación analítica de los compuestos nitrogenados no proteicos en el músculo de pescado. Aplicación al Control de Calidad. Rev Agroquim Tecnol Aliment. 1990;30(3):293-301
- Ben-Gigirey B, Baptista de Sousa JM, Villa TG, Barros-Velazquez J. Chemical changes and visual appearance of Albacore tuna as related to frozen storage. J Food Sci. 1999;64(1):20-24.
- Hatton AD y Gibb SW. A technique for the determination of trimethylamine-N-oxide in natural waters and biological media. Anal Chem. 1999;71:4886-4891.
- Hernández-Herrero MM, Roig-Sagués AX, López-Sabater EI, Rodríguez-Jerez JJ y Mora-Ventura MT. Total volatile basic nitrogen and other physico-chemical and microbiological characteristics as related to ripening of salted anchovies. J Food Sci. 1999;64(2): 344-347.
- Ruiz-Capillas C y Horner WFA. Determination of TMA nitrogen and total volatile basic nitrogen in fresh fish by flow injection analysis. J Sci Food Agric. 1999;79: 1982-1986.
- Baixas-Nogueiras S, Bover-Cid S, Vidal-Carou MC y Veciana-Nogués MT. Volatile and nonvolatile amines in Mediterranean Hake as a Function of their storage temperature. J Food Sci. 2001;66(1): 83-88.
- Herbard Ch, Flick G y Martin R. Occurrence and significance of trimethylamine oxide and its derivatives in fish and shellfish. Chemistry & Biochemistry of Marine Food Products. AVI Publishing Company, Connecticut, U.S.A. 1982.

9. Magnusson H y Martinsdóttir E. Storage quality of fresh and frozen-thawed fish in ice. *J Food Sci.* 1995; 60(2): 273-278.
10. Sotelo CG, Gallardo JM, Piñeiro C y Perez-Martin R. Trimethylamine oxide and derived compounds changes during frozen storage of Hake (*Merluccius merluccius*). *Food Chem.* 1995; 53: 61-65
11. Rodríguez C, Masoud T y Huerta M<sup>o</sup> D. Variaciones cualitativas y cuantitativas de los parámetros utilizados para evaluar la calidad del pescado, cuando este se somete a proceso térmicos. *Alimentaria.* 1997; 12:121-123.
12. Simeonidou S, Govaris A y Valterais. Effect of frozen storage on the quality of whole fish and fillets of horse mackerel and mediterranean hake. *Z. Lebensm. Unter. Forsch.* 1997; 204: 405-410.
13. Martín RE, Flick GJ, Herbard CE y Ward DR. *Chemistry & Biochemistry of Marine Food Products.* The AVI Pub. Co. 243. 1982.
14. Gallardo JM, Perez-Martin R, Franco JM, Aubourg S y Sotelo CG. Changes in volatile bases and trimethylamin oxide during the canning of albacore (*Thunnus alalunga*). *Int J Food Sci and Technol.* 1990; 25: 78-81.
15. Contreras E. *Bioquímica de pescados e derivados.* Editora Funcp. Brasil. 1994.
16. NCh 1370/X – 1978. *Carne y productos cárneos. Métodos de ensayos. Parte X, determinación de pH.* INN, Santiago, Chile.
17. Gallardo J y Montemayor M. *Métodos generales de análisis utilizados en el examen del pescado y productos pesqueros con referencia a su alteración.* Inf Tecn Inst Inv Pesq. 1982; 65: 3-15
18. Dyer WJ. Amines in fish muscle, I. Colorimetric determination of trimethylamine as the picrate salt. *J Fish Res Bd Can.* 1945; 6: 351-358
19. Barrios FJ, Abugoch L y Guarda A. Composición química de las distintas secciones anatómicas y determinación de la variación de pH post mortem de la jaiba mora (*Homalaspis plana*). *Alimentos.* 1995; 20 (1.2): 15-23.
20. Shamshad SI, Kher UN, Riaz M, Zuberi R y Qadri RB. Shelf life of shrimp (*Penaeus merguensis*) stored at different temperatures. *J Food Sci.* 1990; 55(5): 1201-1205.
21. Fieger EA y Novak AF. Characteristics of frozen shellfish: Factors affecting quality changes during freezing and storage. Part 2 – Shrimp. En Tressler, Van Arsdd, Copety editors. *The Freezing Preservation of Foods.* Westport, AVI. 1968.
22. Motohiro T y Inoue N. pH of canned crab meat. *Food Technol.* 1970; 24: 71-73.
23. Dowdie OG y SL Biede. Influence of processing temperature on the distribution of tissue and water-soluble proteins in Blue Crabs (*Callinectes sapidus*) *J Food Sci.* 1983; 48: 804-812.
24. Célia CGS, Duarte JBP y Eires MLD. Storage temperature effect on histamine formation in big eye tuna and skipjack. *J Food Sci.* 1998; 63(4): 644-647.
25. Ojea GR. Cambios en la calidad de los alimentos marinos durante la esterilización por el calor. *Rev Ind Conservera .* 1999; 7 (26): 26-28.
26. Ministerio de Salud. *Reglamento Sanitario de los Alimentos.* 1998. Santiago, Chile.
27. García C. *Revisión de las tecnologías de procesamiento de crustáceos de importancia comercial.* Facultad de Recursos Naturales. Escuela de Alimentos. Universidad Católica de Valparaíso. Valparaíso, Chile. 1989.
28. Girard B y Nakai S. Grade Classification of canned pink salmon with static headspace volatile patterns. *J Food Sci.* 1994; 59(3): 507-512.
29. Girard B. y Durance T. Headspace volatiles of sockeye and pink salmon as affected by retort process. *Food Chem Toxicol.* 2000; 65(1): 34-39.
30. Chung HY. Volatile components in crabmeats of charybdis feriatus. *J Agric Food Chem.* 1999; 47: 2280-2287.
31. Gallardo JM, Pérez-Martin R, Franco JM y S Aubourg. Chemical composition and evolution of nitrogen compounds during the processing and storage of canned albacore (*Thunnus alalunga*) *Proc. M.O.C.C.A.* 1984; 1:51-58.
32. Yamagata M y Low LK. Banana shrimp, *Penaeus merguensis*, quality changes during iced and frozen storage. *J Food Sci.* 1995; 60(4): 721-726.
33. Pacheco-Aguilar R, Lugo-Sanchez M y Robles-Burgueño M. Postmortem biochemical and functional characteristic of Monterrey Sardine muscle stored at 0°C. *J. Food Sci.* 2000; 65(1):40-46.
34. Zdzislaw ES. *Recursos, composición nutritiva y conservas. Tecnología de productos del mar.* Editorial Acribia. España. 1994.
35. Huss H. *El pescado fresco: su calidad y cambios de calidad.* Olección FAO: Pesca N° 29. 1988.

Recibido: 25-09-2001

Aceptado: 18-03-2002

## Composición mineral del músculo *longissimus* crudo derivado de canales bovinas producidas y clasificadas en Venezuela

Nelson Huerta-Leidenz, Lilia Arenas de Moreno, Oneida Moron-Fuenmayor, Soján Uzcátegui-Bracho

Universidad del Zulia, Venezuela

**RESUMEN.** Se categorizaron por el sistema oficial venezolano en práctica, 145 canales bovinas derivadas de ganado de sacrificio, producido bajo condiciones tropicales en diferentes zonas del país. Muestras del lomo (músculo *longissimus dorsi*), desprovistas de grasa circundante, se procesaron para el análisis espectrofotométrico, a fin de conocer la variación del contenido de cenizas, macro y microminerales, de acuerdo a la categoría oficial en canal. El análisis de varianza no reveló efecto ( $P < 0.05$ ) de la categoría en canal sobre el contenido de ceniza o de minerales de las muestras musculares; apenas se notó una tendencia del contenido sódico ( $P > 0.10$ ) a elevarse, conforme iba disminuyendo la calidad de la canal, de la categoría AA a la categoría C. Se obtuvieron medias  $\pm$  desviación estándares generales para porcentaje de cenizas ( $1.06 \pm 0.16$ ) y contenido individual (mg/100g) de Ca ( $2.77 \pm 1.57$ ), Mg ( $21.62 \pm 3.11$ ), P ( $211.4 \pm 35.89$ ), Na ( $76.06 \pm 30.88$ ), K ( $243.81 \pm 63.93$ ), Fe ( $1.93 \pm 0.58$ ), Zn ( $4.13 \pm 0.82$ ), Cu ( $0.084 \pm 0.041$ ) y Mn ( $0.026 \pm 0.016$ ). Se concluye que en esta muestra de ganado tropical venezolano, la variación observada en composición mineral del músculo *longissimus* no puede ser atribuida a la categoría en canal.

**Palabras clave:** *Longissimus dorsi*, composición mineral, carne de res, categoría en canal.

**SUMMARY.** Mineral composition of raw *longissimus* muscle derived from beef carcasses produced and graded in Venezuela.

A total of 145 beef carcasses derived from cattle produced under tropical conditions in different regions of Venezuela were graded by the current grading system. Rib (*longissimus*) samples were excised, trimmed to zero fat cover and subjected to spectrophotometric analyses to examine the variation in ash, macro and micro-mineral contents, according to the beef carcass grade. The analysis of variance indicated that the Venezuelan carcass grade did not affect significantly the ash or individual mineral content of the raw *longissimus* muscle; only the Na content tended to decrease ( $P < 0.10$ ) as the beef carcass quality decreased from grade AA to grade C. Overall means  $\pm$  standard deviations are given for ash percentage ( $1.06 \pm 0.16$ ) and content (mg/100g) of Ca ( $2.77 \pm 1.57$ ), Mg ( $21.62 \pm 3.11$ ), P ( $211.4 \pm 35.88$ ), Na ( $76.06 \pm 30.88$ ), K ( $243.81 \pm 63.93$ ), Fe ( $1.93 \pm 0.58$ ), Zn ( $4.13 \pm 0.82$ ), Cu ( $0.084 \pm 0.041$ ) and Mn ( $0.026 \pm 0.016$ ). It was concluded that the variation in mineral composition of beef *longissimus* observed for this sample of tropical beef cattle, cannot be attributed to the Venezuelan carcass grade.

**Key words:** *Longissimus dorsi*, mineral composition, beef, carcass grade.

### INTRODUCCION

Los sistemas similares de producción y el tipo común de ganado hacen presumir que la carne bovina venezolana sea comparable en composición a la producida en los demás países ubicados en la franja tropical de América. La composición de nutrientes de la carne, incluyendo la de minerales, puede verse afectada por factores genéticos, anatómicos, fisiológicos y ambientales. Lo demuestra la abundante información extranjera en cuanto a la composición mineral de la carne de res (1-8). Sin embargo, pocos (7) se han dirigido a conocer la variación de la composición mineral de tejidos en vacunos típicos del trópico americano, esto es, ganado de influencia *Bos indicus* y producido con dietas a base de pastos. La información disponible en Latinoamérica sobre el contenido de minerales en carnes, además de escasa, se basa en reportes que ignoran condiciones intrínsecas del animal. Es bien sabido que ciertos rasgos del animal como

el sexo, la edad (madurez) o grado de engorde, pueden hacer variar la composición de nutrientes de la carne bovina (1, 2, 4, 5). Los sistemas de clasificación de la carne describen los grados o categorías de la carne en canal, tomando en cuenta diversas características propias del animal, fundamentalmente el sexo y la edad. El Manual de Agricultura 8-13 (8) del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), describe la composición mineral y de otros nutrientes de la carne bovina atendiendo a su grado en canal.

La guía venezolana más conocida para averiguar la composición de nutrientes de la carne es la Tabla de Composición de Alimentos del Instituto Nacional de Nutrición (INN), cuya versión más reciente data del año 1999 (9). Según Chávez J. F. (comunicación personal), el número de observaciones para calcular los valores promedios de minerales y otros nutrientes de la carne bovina en los reportes del INN (9,10) puede considerarse bajo; además, se hizo con un muestreo no sistemático, a partir de diferentes cortes

adquiridos en expendios detallistas de la ciudad de Caracas, sin poder obtener ningún tipo de información sobre la condición intrínseca del bovino de abasto o su categoría en canal. Por lo antes descrito, es necesario generar reportes más confiables y evaluar las posibles fuentes de variación que puedan afectar la composición mineral de la carne de res en nuestro continente. Como la categorización oficial venezolana de bovinos en canal toma en cuenta su condición sexual y la edad (11,12), este trabajo tuvo como principal objetivo examinar la variación atribuible a la categoría en canal, de la composición mineral del lomo magro (sin cubierta de grasa), y en segundo lugar, generar una información autóctona mas completa, para mejorar las tablas nacionales de composición de la carne de res, abarcando el contenido de cenizas, micro- y macro-minerales del músculo longissimus crudo, tomando una muestra representativa de ganado vacuno tropical producido en Venezuela.

### MATERIALES Y METODOS

La muestra estuvo representada por un total de 145 ejemplares bovinos sacrificados en un matadero industrial, ubicado en Barquisimeto, Estado Lara. Por su ubicación en la Región Centro-Occidental del país, las áreas tributarias y estrategias de compra, este matadero era ideal para el estudio, por recibir ganado de las principales zonas ganaderas del país. Los animales se escogieron al azar de lotes con

características de conformación satisfactoria para derivar carne de consumo directo; por lo tanto, se excluyeron animales muy flacos y/o de edades extremas, para uso industrial (carnes para procesamiento ulterior). El grupo seleccionado para este estudio estuvo constituido por 61 toros (machos no castrados), 64 novillos (machos castrados) y 20 hembras, clasificadas como novillas. Los tipos raciales considerados fueron: 16 mestizos lecheros, predominantemente Holstein, Pardo Suizo o animales Doble Propósito (sin predominancia genética definida), y 129 mestizos Cebú (predominio fenotípica de razas cebuinas). El sacrificio y la faena se hicieron con los procedimientos típicos y la inspección *post-mortem* de los animales siguió la norma COVENIN (13). Se efectuó una evaluación integral de la canal fría, con una serie de variables biométricas, perfiles de conformación y grados de acabado exterior e intramuscular de grasa, la madurez ósea, muscular y adiposa, según lo contempla el procedimiento oficial para clasificar las canales bovinas, vigente a la fecha del estudio (11, 12) y resumido en la Tabla 1. El número recopilado de observaciones por categorías fue de 25, 43, 71, y 6 canales para las categorías AA, A, B, y C, respectivamente. Tratándose de un estudio observacional, estas cifras concuerdan aproximadamente, con la proporción relativa que cada categoría alcanzaba (B>A>AA y C) en los reportes mensuales de la Unidad Técnica Nacional de la Carne (Manzanero, E., comunicación personal) durante la realización del estudio.

TABLA 1  
Clasificación y categorización de canales bovinas en Venezuela

Categoría <sup>a</sup>	Clase sexual <sup>b</sup>	Peso de la canal, kg	Madurez total no mayor de <sup>c</sup>	Muscularidad no mayor de <sup>d</sup>	Acabado no mayor de <sup>e</sup>
Tenera	BE	> 70	2	3	4
AA	NO-NA	> 220	4	2	4
A	NO-NA-TO	Macho: >210			
Hembra:> 180	4	3	4		
B	NO-NA-TO-VA	> 140	5	3	4
C	NO-NA-TO-VA	> 140	6	4	4
D	Todas	Sin limite	1 a 6	5	5

Fuente: Decreto Presidencial No. 181 (11,12).

a: Categoría en canal descrita de forma abreviada en letras, según la nomenclatura oficial, AA = Óptima; A = Excelente; B = Selecta; C = Superior; D = Estándar.

b: Abreviatura no oficial para la condición sexual del bovino, donde BE= becerros; NO= novillos; NA= novilla; TO= toro; VA= vaca.

c: Escala descriptiva de madurez fisiológica donde los índices del 1 al 4 abarcan al primer grado o madurez más temprana; 5= corresponde al segundo grado de madurez; 6= corresponde al tercer grado de madurez; 7 y 8= corresponden al grado mas tardío de madurez; el valor final de la madurez fisiológica se obtiene al ponderar la madurez ósea, la madurez muscular y la madurez adiposa.

d: Descriptivos del perfil o silueta muscular de nalga y pierna donde 1= super convexo; 2= convexo; 3= recto; 4= cóncavo; 5= francamente cóncavo.

e: Descriptivos del acabado o engrasamiento total de una canal, donde 1= muy abundante; 2= abundante; 3= medio; 4= ligero y 5= ausente.

A las 48 horas postmortem, se procedió al desposte de cada media canal y a retirar los bistés del lomo, conocido en Venezuela como "solomo de cuerito delgado" (músculo longissimus dorsi), según la nomenclatura oficial de cortes venezolanos dada por la norma COVENIN (14). Las secciones de lomo deshuesado pesaban aproximadamente 2 kg al ser obtenidas del corte entre el 11° y 12° espacio intercostal. Dos bistés de 2.5 cm de grosor, se cortaron de la pieza principal para ser destinados al análisis de minerales. Los bistés se empacaron individualmente al vacío, identificándolos por número de animal, y fueron congelados a  $-30^{\circ}\text{C}$  por 72 h., aproximadamente. Después de congelados, se enviaron en una cava con hielo seco, a un almacén frigorífico comercial en la ciudad de Maracaibo, a  $-20^{\circ}\text{C}$ . Allí se mantuvieron hasta su traslado al Laboratorio del Instituto de Investigaciones Agronómicas de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia (IIA-LUZ).

#### Determinación de minerales

##### Preparación de las muestras

A su llegada al laboratorio, las muestras en estado congelado se descongelaron parcialmente en un refrigerador mantenido a  $4^{\circ}\text{C}$ , por un periodo de 18 a 24h., para no permitir la pérdida de fluidos. La descongelación parcial de las muestras aseguró que la cantidad de fluidos en las bolsas fuera mínima. Inmediatamente, se efectuaron las operaciones de limpieza de grasa visible (tejido adiposo circundante subcutáneo e intermuscular) y disección del músculo longissimus. La carne, desprovista de su grasa circundante, se molió en un procesador de alimentos (Picatodo Marca Black & Decker®). Cuando hubo exudado presente en la bolsa después de la descongelación, éste se añadió durante la homogeneización. Después de la homogeneización de las muestras, se pesaron las porciones correspondientes para la determinación de cenizas. La determinación del contenido de minerales para cada animal se efectuó por triplicado y cada réplica estuvo constituida por 10 g de muestra cruda descongelada a  $4^{\circ}\text{C}$ . La muestra se colocó en un crisol de porcelana, el cual se llevó a un horno a  $105^{\circ}\text{C}$  por 24 h, y posteriormente a un horno incinerador a  $550^{\circ}\text{C}$  durante 5 h. Las muestras secas y calcinadas se disolvieron en 10ml de ácido clorhídrico al 20% (v/v), y se calentaron a  $80^{\circ}\text{C}$  en una plancha de calentamiento durante 30 min, casi hasta la sequedad. Luego se diluyeron, se filtraron y aforaron a 50ml con agua destilada. Posteriores diluciones de las muestras se realizaron dependiendo del mineral a analizar, determinando su concentración en un espectrofotómetro, a la longitud de onda característica del elemento. Se prepararon soluciones patrones de diferentes concentraciones para cada mineral, a

partir de una solución estándar (Fisher®) de 1000 ppm, con el fin de construir una curva de calibración.

Los elementos calcio (Ca), magnesio (Mg), hierro (Fe), cobre (Cu) y manganeso (Mn), se determinaron por espectrofotometría de absorción atómica (15), mientras que sodio (Na) y potasio (K), se determinaron por emisión atómica (15), en un aparato marca Perkin Elmer®, modelo 372. El fósforo (P) se determinó por espectrofotometría UV visible (16), en un aparato marca Shimadzu® 2101-PC. El contenido mineral de la carne se expresó en mg/100 g de tejido muscular magro fresco.

##### Análisis estadístico

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con desbalance en el número de animales por celda. Se realizó un análisis de la varianza utilizando el procedimiento PROC-GLM del Statistical Analysis System (17) para determinar los efectos de la variable independiente (categoría en canal) sobre el contenido de los minerales en estudio. Cuando el análisis de la varianza detectara efecto significativo de la categoría en canal ( $P < 0.05$ ), se efectuarían las pruebas de separación de medias mínimo cuadráticas, por el procedimiento LSMEANS (17). En la ausencia de variación significativa se estimaron las medias generales para medir la tendencia central de los datos, así como la desviación típica y los valores máximos y mínimos como medidas de dispersión de los valores para cada componente mineral.

## RESULTADOS Y DISCUSION

La Tabla 2 muestra la media general sin ajustar por mínimos cuadrados, la desviación estándar, y el rango (valores mínimos y máximos) para el contenido de cenizas y diferentes minerales.

El contenido promedio individual de minerales de un reporte anterior (18) de nuestro laboratorio se inserta en el rango de valores de esta muestra (más numerosa) de vacunos venezolanos. Es importante destacar que el espectro de componentes minerales considerado en el presente estudio, idéntico al de USDA (8), es más amplio que el reportado por el INN (9). Al considerar la carne de res, los profesionales de la salud, investigadores y los encargados de diseñar tablas de composición de alimentos (9), le han dado mayor importancia a las concentraciones de Ca, P y Fe, sin notar la contribución de este alimento muscular a la dieta, con otros macro-minerales importantes como son Na, K y aquellos micro-minerales (Cu, Zn y Mn) considerados como esenciales, una crítica también señalada por López et al. (19).

TABLA 2  
Medias generales y estadísticos de dispersión para el contenido de ceniza y elementos minerales del músculo *longissimus dorsi* crudo de bovinos

	Medias <sup>a</sup>	DE	Rango	INN <sup>b</sup>
Ceniza, %	1.06	0.16	0.62-1.43	1.1
<b>Macrominerales, mg/100 g</b>				
Ca	2.77	1.57	1.00-8.27	29
Mg	21.62	3.11	14.34-29.27	-
P	211.40	35.89	100.13-396.96	107
Na	76.06	30.88	12.28-119.00	57
K	243.81	63.93	119.78-487.51	364
<b>Microminerales, mg/100g</b>				
Fe	1.93	0.58	0.44-4.65	5.4
Zn	4.13	0.82	2.75-7.41	-
Cu	0.084	0.041	0.01-0.26	-
Mn	0.026	0.016	0.008-0.09	-

<sup>a</sup> Medias generales obtenidas para la muestra de 145 bovinos.

<sup>b</sup> Valores reportados por el Instituto Nacional de Nutrición (INN de Venezuela) en el año 1982 para Na y K (10) y para el resto de los componentes en 1999 (9).

DE = desviación estándar;

Rango = valores mínimos y máximos.

Exceptuando el reporte de Ammerman et al. (6), no se consiguieron otros trabajos relacionados con la composición mineral del tejido muscular de vacunos producidos en la subregión norteña de la América tropical. Ammerman et al. (6), trabajó en Panamá con músculos que no corresponden a la región lumbar y tampoco especificó la cantidad de grasa que dejó en los mismos; por lo tanto, su reporte es incomparable al nuestro. Un estudio más reciente, utilizando novillos criollo, cribo y "de exportación" de Argentina (20) reportó la composición mineral del bife ancho, corte que incluye al músculo *longissimus* de la región dorsal, una sección comprendida entre la 6ª a la 9ª vértebra torácica, más craneal que la del presente estudio. El estudio argentino (20) informa valores promedio (mg/100g músculo crudo y magro) relativamente más altos para Fe (3.18-2.02) y similares en P (169-213) y Ca (2.0-11.2), si se comparan con los valores correspondientes a esta muestra de vacunos venezolanos (Tabla 2). Con relación al Ca, cabe mencionar que el valor del INN (9) resulta muy elevado con respecto a diferentes reportes (8, 20), inclusive el presente, lo cual amerita una revisión de la tabla de composición de alimentos venezolana.

La Tabla 3 describe las concentraciones de los elementos minerales (medias cuadráticas con su error estándar) según el análisis de varianza. La categoría en canal no afectó

significativamente ( $P > 0.05$ ) el contenido de cenizas o de elementos minerales del músculo estudiado. Sin embargo, el análisis de varianza mostró que el contenido de Na tiende ( $P < 0.10$ ) a elevarse conforme la calidad de la canal va disminuyendo, de la categoría Óptima ("AA") a la categoría Superior ("C"). Pareciera que esta tendencia del contenido sódico a variar con la categoría, esté asociada inversamente con el grado de acabado (engrasamiento total) de la canal, siendo por lo general mayor (observaciones propias), el engrasamiento de las canales de categoría Óptima ("AA") y progresivamente menor el de canales de categorías subsiguientes ("A", "B" y "C").

El único reporte de minerales en carne de res con un espectro de elementos minerales similar al nuestro y que además informa sobre la categoría o grado oficial de la canal, es el Manual USDA 8-13 (8). Este (8) solo incluye los grados de carne de consumo directo (USDA Prime, Choice y Select) y considera los principales cortes comerciales, a varios niveles de cubierta de grasa.

Se ha intentado previamente comparar las carnes venezolanas con las estadounidenses (21, 22) pero se advierte que la justeza y validez de tales comparaciones puede ser cuestionada y a continuación se discuten las razones.

En primer lugar, habría que reconocer los grandes contrastes en tipo de ganado y sistemas de producción entre países del trópico americano y de Norteamérica. Huerta-Leidenz (21) ha estimado que la canal bovina venezolana típica de la mayor calidad posible, determinada por el nivel de engrasamiento muscular, se asemejaría acaso, a la del tercer grado de calidad estadounidense (grado "USDA Select"). Sin embargo, el manual USDA (8) no dispone de un corte equivalente al utilizado en el presente estudio, sin grasa circundante. Basado en este hecho, se puede seguir la recomendación (22) de escoger el corte denominado "rib, small end", codificado con el número 13135, entre las múltiples opciones que presenta el manual estadounidense (8). Los valores de minerales del corte 13135 sin cubierta de grasa, se calculan ponderando la cuota que en el mercado estadounidense toman en conjunto, las carnes de grados Prime, Choice y Select (8).

Con las limitaciones descritas, podría contrastarse, sin inferencias válidas, la composición mineral del solomo venezolano con el corte equivalente del USDA (8), tomando en cuenta la categoría en canal. En tal caso, las mejores carnes de lomo de Venezuela (Excelente y Óptimas, Tabla 3) exhiben concentraciones comparables (mg/100g) a las de lomos estadounidenses 13135, tomando de la fuente (8) los respectivos valores de Mg ( $22.0 \pm 0.270$ ), Zn ( $4.66 \pm 0.077$ ), Cu ( $0.067 \pm 0.002$ ), Mn (0.014) y Fe ( $2.18 \pm 0.046$ ). La carne de lomo 13135 (8), a su vez, tendería a exhibir, respectivamente, contenidos mayores de Ca ( $10.0 \pm 0.912$ ) y K ( $373.0 \pm 8.242$ ), que la contraparte venezolana de categorías

Excelente y Óptima (Tabla 3). Lomos de categorías tope venezolanas (Excelente y Óptimas) tienden a concentrar mayores cantidades de fósforo que los lomos 13135 (8) estadounidenses ( $196 \pm 3.293$ ). Finalmente, mientras el contenido sódico de la mejor carne de lomo venezolana (Óptima) es similar al del lomo 13135 (8) estadounidense ( $63 \pm 1.607$ ), la segunda categoría en calidad venezolana (Excelente) tiende a contener más sodio que las dos primeras.

TABLE 3  
Medias cuadráticas  $\pm$  error estándar para contenido de ceniza y elementos minerales del músculo *longissimus* según la categoría en canal del bovino

Categoría en canal <sup>a</sup>	Optima (AA) (n=25)	Excelente (A) (n=43)	Selecta (B) (n=71)	Superior (C) (n=6)
Ceniza, %	1.06 $\pm$ 0.04	1.07 $\pm$ 0.03	1.05 $\pm$ 0.02	1.10 $\pm$ 0.07
<b>Macrominerales, mg/100g</b>				
Ca	3.09 $\pm$ 0.32	3.01 $\pm$ 0.24	2.59 $\pm$ 0.18	1.96 $\pm$ 0.64
Mg	22.43 $\pm$ 0.63	21.77 $\pm$ 0.47	21.45 $\pm$ 0.36	19.36 $\pm$ 1.26
P	215.41 $\pm$ 7.38	207.33 $\pm$ 5.51	212.53 $\pm$ 4.26	210.78 $\pm$ 14.76
Na <sup>b</sup>	63.78 $\pm$ 6.23	75.65 $\pm$ 4.65	78.96 $\pm$ 3.60	93.34 $\pm$ 12.46
K	266.29 $\pm$ 12.95	248.72 $\pm$ 9.68	233.33 $\pm$ 7.48	244.61 $\pm$ 25.90
<b>Microminerales, mg/100g</b>				
Fe	1.90 $\pm$ 0.12	1.87 $\pm$ 0.09	1.97 $\pm$ 0.07	2.10 $\pm$ 0.24
Zn	4.20 $\pm$ 0.17	4.36 $\pm$ 0.12	3.98 $\pm$ 0.01	3.94 $\pm$ 0.33
Cu	0.095 $\pm$ 0.008	0.087 $\pm$ 0.006	0.077 $\pm$ 0.005	0.106 $\pm$ 0.016
Mn	0.026 $\pm$ 0.003	0.027 $\pm$ 0.002	0.026 $\pm$ 0.002	0.027 $\pm$ 0.006

a: determinada según el Decreto Presidencial No. 181 (11.12). A excepción del Na, las diferencias que se observan en medias mínimo cuadráticas de diferentes categorías para contenido de ceniza y otros elementos minerales, no alcanzaron significación estadística ( $P > 0.05$ ).

b: La variación en contenido de Na fue detectada al nivel  $P = 0.09$

## CONCLUSIONES

En esta muestra de ganado tropical venezolano, la categoría en canal, determinada por el sistema oficial vigente a la fecha del estudio, no representa una fuente importante de variación de la composición mineral del músculo *longissimus* crudo. Los estadísticos reportados en el presente estudio para describir la composición mineral de la carne bovina magra del lomo, se constituyen en valores referenciales a ser tomados en cuenta para corregir y/o ampliar el espectro de elementos minerales reportados en tablas latinoamericanas de composición de alimentos, en particular, la venezolana.

## AGRADECIMIENTO

Al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad del Zulia (CONDES-LUZ) por el financiamiento del presente estudio. Al personal del Matadero Industrial Centro-Occidental C.A., y del Laboratorio del Instituto Investigaciones Agronómicas de la Facultad de

Agronomía de LUZ, por la colaboración prestada.

## REFERENCIAS

1. Rice EE. The nutritional content and value of meat and meat product. En: Price J F, Schweigert BS, editors. The science of meat and meat products. 2nd ed. San Francisco: W. H. Freeman and company; 1971. p. 287-328.
2. Doornenbal H and Murray AC. Effects of age, breed, sex and muscle on certain mineral concentration in cattle. *J Food Sci.* 1981; 47:55-58.
3. Medeiros LC, Field RA, Medeiros DM and Russell WC. Effect of altitude and management system on the iron content of beef. *J Food Sci.* 1988; 53:37-39.
4. Simm DW and Wellington GH. Potassium concentration in bovine muscle as influenced by carcass location, breed, sex, energy, intake, age and shrunk body weight. *J Anim Sci.* 1976; 42(1):84-91.
5. Kotula AW and Lusby WR. Mineral composition of muscles of 1-to 6-year old steers. *J Anim Sci.* 1982. 54 (3):544-548.
6. Ammerman CB, Loaiza JM, Blue JF. and Martin FG. Mineral composition of tissues from beef cattle under grazing

- conditions in Panama. *J. Anim Sci.* 1974; 38(1):158-162.
7. Seideman SC, Cross HR, and Crouse, D. Carcass characteristics, sensory properties and mineral content of meat from bulls and steers. *J. Food Quality.* 1989; 11:497-507.
  8. United States Department of Agriculture (USDA). Composition of Foods: Beef Products. Raw- Processed-Prepared. Agriculture Handbook N° 8-13. Human Nutrition Information Service. Washington D.C. (1990).
  9. Instituto Nacional de Nutrición (INN). Tabla de composición de alimentos para uso práctico. Publicación No. 52. Serie de Cuadernos Azules. Venezuela. (1999).
  10. Ministerio de Sanidad y Asistencia Social. Tabla de contenido promedio de sodio y potasio de algunos alimentos comunes. Instituto Nacional de Nutrición. Dirección Técnica. División de Investigaciones en alimentos. Caracas. (Abril, 1982).
  11. Decreto Presidencial No. 181. Gaceta Oficial de la República de Venezuela No. 35.486. Caracas, Venezuela. (1994a).
  12. Decreto Presidencial No. 181. Gaceta Oficial de la República de Venezuela No. 4737 (extraordinario). Caracas, Venezuela. (1994b).
  13. Ministerio de Fomento. Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). No. 2072-83. Ganado Bovino. Inspección post-mortem. Caracas, Venezuela. FONDONORMA. (1983).
  14. Ministerio de Fomento. Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). No. 792-82. Carne de Bovino. Definiciones e identificación de las piezas de una canal. C.D.U. 637.51-636-2:0014. Caracas, Venezuela. (1982).
  15. Perkin-Elmer. Analytical Methods for Atomic absorption spectro-photometry-Norwalk. Connecticut, U.S.A. Supplement. June. 1994.
  16. A.O.A.C. Official Methods of Analysis of AOAC International. 16<sup>th</sup> Ed. Cunniff, P., Ed.; Washington D.C. 1997. 3<sup>rd</sup> Revision. Method 969.31.
  17. S.A.S. User's guide: Statistics. Statistical Analysis System Institute Inc. Cary, N.C. 1985.
  18. Arenas de Moreno L. Vidal A. Huerta-Sánchez D. Navas Y. Uzcátegui-Bracho S. Huerta-Leidenz N. Análisis comparativo proximal y de minerales entre carnes de iguana, pollo y res. *Arch Latinoamer Nutr.* 2000; 50 (4):409-415.
  19. López P. Castañeda M, López G, Muñoz E. Rosado JL. Contenido de hierro, zinc y cobre en los alimentos de mayor consumo en México. *Arch Latinoamer Nutr.* 1999; 49(3):287-294.
  20. Farfán N, Juárez D, Rossi A, Samman N. Composición química de carne de ganado bovino criollo. *Arch Latinoamer Nutr.* 2000; 50(4):400-404.
  21. Huerta-Leidenz N. Perspectivas de la carne de res y sus lípidos en 1990. Un modelo descriptivo de producción, uso, componentes e ingestión en Venezuela. *Rev Fac Agron (LUZ).* 1993; 10 (Supl.:1):9-28.
  22. Huerta-Leidenz N. Valor nutritivo de la carne venezolana vs. norteamericana. En: Nutricion y Calidad de Vida. Memorias de las IV Jornadas Científicas XXX Aniversario Escuela de Nutrición y Dietética y V Congreso Científico Nacional de Nutrición y Dietética; 1998 Jun 28-Jul 02; Maracaibo, Venezuela p 47-55.

Recibido: 18-10-2001

Aceptado: 22-11-2002

## NOTAS

**Pan American Health and Education Foundation. Premio Dr. Fred L. Soper 2003.**

La Fundación Panamericana para la Salud y Educación tiene el agrado de anunciar el concurso al Premio 2003 Dr. Fred L. Soper para trabajos de excelente calidad en la bibliografía de salud que revistan importancia en el campo de la salud interamericana. Este premio se concede en conmemoración de la labor del Dr. Soper, Director de la Organización

Panamericana de la Salud de 1947 a 1959, quien durante cincuenta años realizó destacadas contribuciones a la salud en las Américas. El premio consiste en un diploma al mérito y un premio en efectivo de EUA\$ 2.500.

Los artículos presentados a concurso deberán recibirse a más tardar el 30 de Junio del 2003.

Información detallada sobre el premio puede encontrarse en:  
Web: [www.paho.org/Spanish/PAHEF/soper.htm](http://www.paho.org/Spanish/PAHEF/soper.htm)

## NOTAS NECROLOGICAS

### **Fermín Vélez Boza 1916 – 2003**

En Febrero de 2003 falleció el Dr. Fermín Vélez Boza, uno de los viejos del Instituto Nacional de Nutrición de Venezuela. Y lo digo así no por su edad, sino con profundo cariño por haberle conocido como amigo, como profesional y como una de las figuras señeras y de brillante trayectoria que contribuyeron a darle nombre y prestigio al INN, tanto en el país como en el Hemisferio Americano. Vélez Boza nació en la Guaira en Noviembre de 1916, se graduó de Doctor en Ciencias Médicas en la Universidad Central de Venezuela en 1941 y realizó estudios de post grado en la Universidad de Vanderbilt, Tennessee entre 1946 y 1947, ingresando en el campo de la nutrición en Venezuela como médico Nutrólogo en el Instituto ProAlimentación Popular en Agosto de 1947. A partir de 1950 desempeñó los siguientes cargos en el para entonces recién creado Instituto Nacional de Nutrición: Jefe de la Sección de Nutrología, del Servicio de Dietología y del Servicio de Control de Colectividades de la División de Nutrición. Cuando le conocí en 1960 se desempeñaba como Jefe del Departamento de Epidemiología y Socio-Antropología y luego del Departamento de Estudio Nutricionales. Fue jubilado en Septiembre de 1971 como Médico Jefe de Salud Pública II. Fue un investigador y escritor fecundo con numerosos trabajos divulgados en Archivos Venezolanos de Nutrición. Dentro de la serie de publicaciones técnicas del INN conocida como Cuadernos Azules, Vélez Boza

tiene diversas contribuciones, tal vez las más notable: "Prevalencia del Bocio Endémico y Cretinismo en Venezuela de 1954 a 1967. Su prevención por la yodación de la sal", editado en 1968. Dignas de citar son también la "Bibliografía Venezolana de Alimentación y Nutrición" publicada inicialmente en 1950 y actualizada en 1961 y "El folklore en la Alimentación Venezolana", 1966, ampliada y editada por segunda vez en 1967.

En 1968 publica las "Obras completas del Dr. José Gregorio Hernández". Compilación y notas del Dr. Fermín Vélez Boza, en homenaje al sabio, obra dedicada a los Profesores y estudiantes de las Universidades de Venezuela.

No por haberse jubilado, abandona su vocación de escritor. En 1976 se publica en ediciones del Ministerio de Sanidad y Asistencia Social. "José María Benitez. Biografía. Obras y Documentos", en 1984 "El folklore en la alimentación de Venezuela y España" y en 1990, en ocasión del 41avo Aniversario del INN, se reimprime "La Alimentación y la Nutrición en Venezuela". En el mismo año, 1990, se edita su magnífico libro, del cual es coautora su esposa Graciela Valery de Vélez, "Plantas alimenticias de Venezuela. Autóctonas e introducidas". Esta obra gana el Premio Nacional de Nutrición, otorgado por el INN en Noviembre de 1991

Fermín Vélez Boza formó parte del cuerpo de profesionales y técnicos del INN de Venezuela durante casi tres décadas. Su memoria queda como un hombre afable, sencillo, de una increíble capacidad de trabajo y tesonero en su esfuerzo. Su obra permanece entre nosotros, en la Biblioteca y en los corredores del viejo Instituto.

**José Félix Chávez Pérez**

# INFORMACION PARA LOS AUTORES

En 1950 el Instituto Nacional de Nutrición de Venezuela edita su revista Archivos Venezolanos de Nutrición la cual en 1965 es donada a la recién creada Sociedad Latinoamericana de Nutrición, SLAN, para convertirse en su órgano oficial de divulgación Archivos Latinoamericanos de Nutrición, ALAN.

ALAN acoge en sus páginas trabajos de revisión, editoriales, conferencias y simposia y trabajos científicos originales sobre temas relacionados con alimentación y nutrición, entre ellos, ciencia y tecnología de alimentos, nutrición humana y animal, bioquímica nutricional aplicada, nutrición clínica y comunitaria, educación en nutrición y microbiología de alimentos.

Todos los artículos que se publican pasan por un proceso de arbitraje externo. El Comité Editorial no se hace responsable de los conceptos emitidos en los artículos aceptados para ser publicados y se reserva el derecho de no publicar los originales que no se ajusten a los lineamientos de la revista. No se devolverán originales ni se mantendrá correspondencia sobre aquellos que no sean publicados. ALAN se reserva los derechos de reproducción de los artículos seleccionados.

ALAN se acoge a las normas de los requisitos uniformes del Comité Internacional de Directores de Revistas Médicas (CIDRM), también conocido como el Grupo de Vancouver, en su quinta edición (1997) de los requisitos uniformes para preparar los manuscritos enviados a revistas biomédicas (1). A continuación se reproduce esta publicación y se añaden algunas recomendaciones específicas, para ALAN.

## Requisitos para la presentación de manuscritos a una revista

### Resumen de los requisitos técnicos

- Todas las partes del manuscrito estarán a doble espacio.
- Cada sección o componente comenzará en página nueva.
- Revise la secuencia: página del título, resumen y palabras clave, texto agradecimientos, referencias, cuadros (cada uno en página aparte), pies e epígrafes de las ilustraciones.
- Las ilustraciones se presentaran en forma de impresiones fotográficas sin tomar, y no deberán exceder de 203 x 254 mm.
- Incluya la autorización para reproducir material publicado con anterioridad o para usar ilustraciones en las que se pueda identificar a los sujetos humanos.
- Adjunte la transferencia de los derechos de autor y otros formularios.
- Presente el número exigido de copias impresas del artículo (ALAN exige original y 3 copias).
- Guarde copias de todo lo que envíe.

### Preparación del manuscrito

El texto de los artículos de observación y experimentales se divide generalmente, aunque no por fuerza, en secciones que llevan estos encabezamientos: introducción, métodos, resultados y discusión. En los artículos largos puede ser necesario agregar subtítulos dentro de estas secciones, sobre todo en las de resultados y discusión, a fin de hacer más claro el contenido. Es probable que otro tipo de artículos -como los informes de casos, las revisiones y los editoriales- exijan otra estructura. Para mayor orientación, los autores deberán consultar la revista en la que pretenden publicar.

Mecanografíese el manuscrito en papel bond blanco de 216 x 280 mm o de la medida estándar ISO A4 (212 x 297 mm), con márgenes de por lo menos 25mm (ALAN prefiere la medida de 216 x 280 mm). Escríbase o imprímase solamente sobre una cara del papel. Utilícese doble espacio a lo largo de todo el manuscrito, incluido la página del título, el resumen, el texto los agradecimientos, las referencias, cada uno de los cuadros y los pies o epígrafes de las ilustraciones. Numérense las páginas en forma consecutiva, empezando por las del título. Sobre el ángulo superior o inferior derecho de cada página anótese el número que le corresponde.

### Página del título

La primera página contendrá: 1) el título del artículo, que será conciso pero informativo; 2) nombre de pila preferido y apellidos de cada autor, acompañados de sus grados académicos más importantes y su afiliación institucional; 3) nombre del departamento o departamentos y la institución o instituciones a los que se debe atribuir el trabajo; 4) declaraciones de descargo de responsabilidad, si las hay; 5) nombre y dirección del autor que se ocupará de la correspondencia relativa al manuscrito; 6) nombre y dirección del autor a quien se dirigirán las solicitudes de separatas, o nota informativa de que los autores no las proporcionarán; 7) procedencia del apoyo recibido en forma de subvenciones, equipo, medicamentos o todo ello; y 8) título abreviado (titulillo) que no pase de 40 pulsaciones (contando caracteres y espacios), el cual se colocará, debidamente identificado como tal, en la última línea de la página inicial.

### Autoría

Todas las personas designadas como autores habrán de cumplir con ciertos requisitos para tener derecho a la autoría. Cada autor

---

(1) Requisitos uniformes para preparar los manuscritos enviados a revistas biomédicas. Rev Panam Salud Pública. Pan-Am J Pub Health. 1998;3(3):188-1998.

debe haber participado en el trabajo en grado suficiente para asumir responsabilidad pública por su contenido. Para concederle a alguien el crédito de autor, hay que basarse únicamente en su contribución esencial por lo que se refiere a los siguientes aspectos: 1) la concepción y el diseño o bien el análisis y la interpretación de los datos; 2) la redacción del artículo o la revisión crítica de una parte importante de su contenido intelectual; y 3) la aprobación final de la versión que será publicada. Las tres condiciones tendrán que cumplirse siempre. La participación que consiste meramente en conseguir financiamiento o recoger datos no justifica el crédito de autor. Tampoco basta con ejercer la supervisión general del grupo de investigación. Toda parte del artículo que sea decisiva con respecto a las conclusiones principales deberá ser responsabilidad de por lo menos uno de los autores. Los directores de revistas podrán solicitar a los autores que describan la contribución de cada uno; esa información puede ser publicada.

Cada vez es más común que los ensayos multicéntricos se atribuyan a un autor corporativo. Todos los miembros del grupo que sean designados como autores, ya sea en la línea destinada al nombre de los autores a continuación del título o en una nota a pie de página, deberán cumplir plenamente con los requisitos de autoría recién señalados. Los miembros del grupo que no cumplan con dichos criterios serán mencionados, con su autorización, en la sección de agradecimientos o en un apéndice (véase "Agradecimientos").

El orden en que figuran los autores debe reflejar una decisión conjunta de estos. Como los autores se suelen enumerar de distintas maneras, el significado del orden en que aparecen no puede deducirse con exactitud a menos que ellos mismos lo enuncien explícitamente. Para tal efecto, tal vez deseen agregar, en una nota a pie de página, la explicación sobre el orden de enumeración. Al decidir acerca de dicho orden, los autores tendrán presente que muchas revistas imponen un límite al número de autores que figuran en el índice de materias y que, cuando hay más de 25 autores, la Biblioteca Nacional de Medicina de los Estados Unidos incluye en MEDLINE tan solo los nombres de los 24 primeros más el del último.

### Resumen y palabras clave

La segunda página incluirá un resumen que no sobrepasará las 250 palabras de extensión. En él indicaran los propósitos del estudio o investigación; los procedimientos básicos (selección de los sujetos o los animales de laboratorio incluidos en el estudio; métodos de observación y análisis); los hallazgos más importantes (proporciónense datos específicos y, de ser posibles, su significación estadística), y las conclusiones principales. Hágase hincapié en los aspectos nuevos e importantes del estudio o las observaciones.

A continuación del resumen agréguese, debidamente rotuladas, de 3 a 10 palabras o frases cortas clave que ayuden a los indizadores a clasificar el artículo, las cuales se publicarán junto con el resumen. Utilícense para este propósito los términos de la lista "Medical Subject Headings" (MeSH) [Encabezamientos de temas médicos] del Index Medicus; en el caso de términos de reciente aparición que todavía no figuren en dicha lista, podrán usarse las expresiones corrientes. ALAN exige que todo trabajo deberá acompañarse de un Resumen en inglés con sus palabras clave, "key words", si el trabajo original fuese en español, portugués o francés. Si el trabajo original es en inglés, el Resumen debe presentarse en español,

igualmente con sus palabras clave.

### Introducción

Expresa el propósito del artículo y resume el fundamento lógico del estudio u observación. Menciones las referencias estrictamente pertinentes y no incluya datos ni conclusiones del trabajo que está dando a conocer.

### Métodos

Describa claramente la forma como se seleccionaron los sujetos observados o que participaron en los experimentos (pacientes o animales de laboratorio, incluidos los testigos). Identifique la edad, el sexo y otras características importantes de los sujetos. La definición y la pertinencia de la raza o el grupo étnico son ambiguos. Los autores deberán ser particularmente cuidadosos con respecto a usar estas categorías.

Identifique los métodos, los aparatos (nombre y dirección del fabricante entre paréntesis) y los procedimientos con detalles suficientes para que otros investigadores puedan reproducir los resultados. Proporcione referencias de los métodos acreditados, incluidos los de índole estadística (véase más adelante); dé referencias y explique brevemente los métodos ya publicados pero que no son bien conocidos; describa los métodos nuevos o que han sido sustancialmente modificados, manifestando las razones por las cuales se usaron y evaluando sus limitaciones. Identifique exactamente todos los medicamentos y productos químicos utilizados, sin olvidar nombres genéricos, dosis y vías de administración.

Los informes de ensayos clínicos aleatorizados deberán presentar información sobre todos los elementos importantes del estudio, como son el protocolo (población de estudio, intervenciones o exposiciones, resultados y el fundamento lógico del análisis estadístico), asignación de intervenciones (métodos de aleatorización, ocultamiento de la asignación a los grupos de tratamiento) y método de enmascaramiento (método ciego).

Los autores que presenten manuscritos de revisión incluirán una sección en la que se describan los métodos utilizados para localizar, seleccionar, extraer y sintetizar los datos. Estos métodos se mencionarán también en forma sinóptica en el resumen.

**Ética.** Cuando informe sobre experimentos en seres humanos, señale si los procedimientos seguidos estuvieron de acuerdo con las normas éticas del comité (institucional o regional) que supervisa la experimentación en seres humanos o con la Declaración de Helsinki de 1975, modificada en 1983. No utilice el nombre de los pacientes, sus iniciales ni los códigos hospitalarios, especialmente en el material ilustrativo. Cuando dé a conocer experimentos con animales, mencione si se cumplieron las normas de la institución, las de un consejo nacional de investigación o cualquier ley nacional acerca del cuidado y el uso de animales de laboratorio.

**Estadística.** Describa los métodos estadísticos con detalles suficientes para que el lector versado en el tema y que tenga acceso a los datos originales pueda verificar los resultados presentados. Siempre que sea posible, cuantifique los resultados y preséntelos con indicadores apropiados de error o incertidumbre de la medición

(por ej., intervalos de confianza). No dependa exclusivamente de las pruebas de comprobación de hipótesis estadísticas, tales como el uso de los valores P, que no transmiten información cuantitativa importante. Analice la elegibilidad de los sujetos de experimentación. Proporcione los detalles del proceso de aleatorización. Describa los medios utilizados para enmascarar las observaciones (método ciego), indicando los resultados que dieron. Informe sobre las complicaciones del tratamiento. Especifique el número de observaciones. Mencione las pérdidas de sujetos de observación (por ej., las personas que abandonan un ensayo clínico). Siempre que sea posible, las referencias sobre el diseño del estudio y los métodos estadísticos utilizados serán de trabajos vigentes (indicando el número de las páginas), y no de los artículos originales donde se describieron por vez primera. Especifique cualquier programa de computación de uso general que se haya empleado. Las descripciones generales de los métodos utilizados deben aparecer en la sección de métodos. Cuando resuma los datos en la sección de resultados, especifique los métodos estadísticos que se emplearon para analizarlos. Limite el número de cuadros y figuras al mínimo necesario para explicar el tema central del artículo y para evaluar los datos en que se apoya. Use gráficas en vez de cuadros subdivididos en muchas partes; no duplique los datos en las gráficas y los cuadros. Evite el uso no técnico de términos de la estadística, tales como «al azar» (que entraña el empleo de un método de aleatorización), «normal», «significativo», «correlaciones» y «muestra». Defina los términos, las abreviaturas y la mayor parte de los símbolos estadísticos.

### Resultados

En el texto, los cuadros y las ilustraciones, presente los resultados siguiendo una secuencia lógica. No repita en el texto todos los datos de los cuadros ni de las ilustraciones; destaque o resuma tan solo las observaciones importantes.

### Discusión

Haga hincapié en los aspectos nuevos e importantes del estudio y en las conclusiones que se derivan de ellos. No repita con pormenores los datos u otra información ya presentados en las secciones de introducción y de resultados. Explique en la sección de discusión el significado de los hallazgos y sus limitaciones, incluidas sus implicaciones para la investigación futura. Relacione las observaciones con otros estudios pertinentes.

Establezca el nexo entre las conclusiones y los objetivos del estudio, pero absténgase de hacer afirmaciones generales y extraer conclusiones que no estén completamente respaldadas por los datos. En particular, los autores evitarán hacer afirmaciones sobre los beneficios y los costos económicos, a menos que su manuscrito incluya datos y análisis económicos. No reclame ningún tipo de precedencia ni mencione trabajos que no estén terminados. Proponga nuevas hipótesis cuando haya justificación para ello, pero identificándolas claramente como tales. Cuando sea apropiado, puede incluir recomendaciones.

### Agradecimientos

En un lugar adecuado del artículo (como nota al pie de la primera

página o como apéndice del texto; véanse los requisitos de la revista) uno o varios enunciados especificarán lo siguiente: 1) las colaboraciones que deben ser reconocidas pero que no justifican la autoría, tales como el apoyo general del jefe del departamento; 2) el reconocimiento por la ayuda técnica recibida; 3) el agradecimiento por el apoyo financiero y material, especificando la índole del mismo; y 4) las relaciones que puedan suscitar un conflicto de intereses (véase «Conflicto de intereses»).

Las personas que colaboraron intelectualmente en el artículo pero cuya participación no justifica la autoría pueden ser citadas por su nombre, añadiendo su función o tipo de colaboración; por ejemplo, «asesoramiento científico», «examen crítico de la propuesta para el estudio», «recolección de los datos» o «participación en el ensayo clínico». Estas personas tendrán que conceder su permiso para ser nombradas. Los autores se responsabilizarán de obtener la autorización por escrito de las personas mencionadas por su nombre en los agradecimientos, pues los lectores pueden inferir que estas respaldan los datos y las conclusiones.

El reconocimiento por la ayuda técnica recibida figurará en un párrafo separado de los testimonios de gratitud por otras contribuciones.

### Referencias

Numere las referencias consecutivamente siguiendo el orden en que se mencionan por primera vez en el texto. En este, en los cuadros y en los pies o epígrafos de las ilustraciones, las referencias se identificarán mediante números arábigos entre paréntesis. Las referencias citadas solamente en cuadros o ilustraciones se numerarán siguiendo una secuencia que se establecerá por la primera mención que se haga en el texto de ese cuadro o esa figura en particular.

Emplee el estilo de los ejemplos que aparecen más adelante, los cuales están basados en el formato que la Biblioteca Nacional de Medicina de los Estados Unidos usa en el *Index Medicus*. Abrevie los títulos de las revistas de conformidad con el estilo utilizado en dicha publicación. Consulte la *List of Journals Indexed in Index Medicus* [Lista de revistas indizadas en *Index Medicus*], que se publica anualmente como parte del número de enero y como separata. La lista se puede obtener asimismo en el sitio que la biblioteca mantiene en la World Wide Web (<http://www.nlm.nih.gov>).

Absténgase de utilizar los resúmenes como referencias. Las referencias a artículos que han sido aceptados pero que todavía no se publican se designarán como «en prensa» o «de próxima aparición»; los autores obtendrán por escrito el permiso para citar dichos artículos y también la verificación de que han sido aceptados para publicación. La información proveniente de manuscritos presentados para publicación pero aún no aceptados se citará en el texto como «observaciones inéditas», con el permiso correspondiente de la fuente.

No cite una «comunicación personal» a menos que aporte información esencial que no pueda obtenerse de una fuente pública: en ese caso, el nombre de la persona y la fecha de la comunicación aparecerán entre paréntesis en el texto. En el caso de artículos científicos, los autores deberán obtener el permiso de la fuente y su confirmación de la exactitud de la comunicación personal, ambos

por escrito. Los autores verificarán las referencias cotejándolas contra los documentos originales.

El estilo de los requisitos uniformes (estilo de Vancouver) se basa en gran medida en una norma de estilo ANSI adaptada por la Biblioteca Nacional de Medicina (NLM) para sus bases de datos. En los ejemplos que siguen se han agregado notas cuando el estilo de Vancouver difiere del estilo que actualmente utiliza la NLM.

#### Artículos de revista

##### 1. Artículo de revista ordinario

Enumere los primeros seis autores y añada la expresión «et al.» (Nota: La NLM incluye ahora hasta 25 autores: si hay más de 25, enumera los primeros 24, continuación el último autor y luego agrega «et al.»)

Vega KJ, Pina I, Krevsky B. Heart transplantation is associated with an increased risk for pancreatobiliary disease. *Ann Intern Med* 1996 Jun 1;124(11):980-3.

Optativamente, si se utiliza la paginación continua a lo largo de un volumen (como hacen muchas revistas médicas), se pueden omitir el mes y el número.

(Nota: Para respetar la uniformidad, en todos los ejemplos que se presentan en los requisitos uniformes se aplica esta opción. La NLM, sin embargo, no usa dicha opción.)

Vega KJ, Pina I, Krevsky B. Heart transplantation is associated with an increased risk for pancreatobiliary disease. *Ann Intern Med* 1996;124:980-3.

##### Más de seis autores:

Parkin DM, Clayton D, Black RJ, Masuyer E, Friedl HP, Ivanov E, et al. Childhood leukaemia in Europe after Chernobyl: 5 year follow-up. *Br J Cancer* 1996;73:1006-12.

##### 2. Organización como autor

The Cardiac Society of Australia and New Zealand. Clinical exercise stress testing. Safety and performance guidelines. *Med J Aust* 1996;164:282-4.

##### 3. No se indica el nombre del autor

Cancer in South Africa [editorial]. *S Afr Med J* 1994;84:15.

##### 4. Artículo en idioma extranjero (2)

(Nota: La NLM traduce el título al inglés, lo encierra entre corchetes y le agrega la abreviatura correspondiente al idioma original.)

Ryder TE, Haukeland EA, Solhaug JH. Bilateral infrapatellar senneruptur hos tidligere frisk kvinne. *Tidsskr Nor Laegeforen* 1996; 116:41-2.

##### 5. Suplemento de un volumen

Shen HM, Zhang QF. Risk assessment of nickel carcinogenicity and occupational lung cancer. *Environ Health Perspect* 1994;102 Suppl 1:275-82.

##### 6. Suplemento de un número

Payne DK, Sullivan MD, Massie MJ. Women's psychological reactions to breast cancer. *Semin Oncol* 1996;23(1 Suppl 2): 89-97.

##### 7. Parte de un volumen

Ozben T, Nacitarhan S, Tuncer N. Plasma and urine sialic acid in non-insulin dependent diabetes mellitus. *Ann Clin Biochem* 1995;32(Pt 3):303-6.

##### 8. Parte de un número

Poole GH, Mills SM. One hundred consecutive cases of flap lacerations of the leg in ageing patients. *N Z Med J* 1994;107(986 Pt 1):377-8.

##### 9. Número sin volumen

Turan I, Wredmark T, Fellander-Tsai L. Arthroscopic ankle arthrodesis in rheumatoid arthritis. *Clin Orthop* 1995;(320): 110-4.

##### 10. Sin número ni volumen

Browell DA, Lennard TW. Immunologic status of the cancer patient and the effects of blood transfusion on antitumor responses. *Curr Opin Gen Surg* 1993:325-33.

##### 11. Paginación en números romanos

Fisher GA, Sikic BI. Drug resistance in clinical oncology and hematology. Introduction. *Hematol Oncol Clin North Am* 1995 Apr;9(2):xi-xii.

##### 12. Indicación del tipo de artículo, según corresponda

Enzensberger W, Fischer PA. Metronome in Parkinson's disease [carta]. *Lancet* 1996;347:1337.  
Clement J, De Bock R. Hematological complications of hantavirus nephropathy (HVN) [resumen]. *Kidney Int* 1992;42:1285.

##### 13. Artículo que contiene una retractación

Garey CE, Schwarzman AL, Rise ML, Seyfried TN. Ceruloplasmin

---

(2) Evidentemente "extranjero" se entiende aquí en relación con el idioma inglés, pues los ejemplos de referencia bibliográfica se han trasladado directamente del original, sin adaptarlos (N. Del t.).

gene defect associated with epilepsy in EL mice [retractación de Garey CE, Schwarzman AL, Rise ML, Seyfried TN. En: Nat Genet 1994;6:426-31]. Nat Genet 1995;11: 104.

*14. Artículo retirado por retractación*

Liou GI, Wang M, Matragoon S. Precocious IRBP gene expression during mouse development [retirado por retractación en Invest Ophthalmol Vis Sci 1994;35:3127]. Invest Ophthalmol Vis Sci 1994;35:1083-8.

*15. Artículo sobre el que se ha publicado una fe de erratas*

Hamlin JA, Kahn AM. Herniography in symptomatic patients following inguinal hernia repair [se publica una fe de erratas en West J Med 1995;162:278]. West j Med 1995; 162:28-31.

**Libros y otras monografías**

(Nota: Con anterioridad, el estilo de Vancouver indicaba, incorrectamente, que entre la editorial y la fecha debía ir una coma en vez de punto y coma, como debe ser.)

*16. Individuos como autores*

Ringsven MK, Bond D. Gerontology and leadership. skills for nurses. 2nd ed. Albany (NY): Delmar Publishers; 1996.

*17. Directores ("editores"), compiladores como autores*

Norinan IJ, Redfern SJ, editors. Mental health care for elderly people. New York: Churchill Livingstone; 1996.

*18. Organización como autor y editorial*

Institute of Medicine (US). Looking at the future of the Medicaid program. Washington: The Institute; 1992.

*19. Capítulo de libro*

(Nota: Con anterioridad, el estilo de Vancouver prescribía el uso de dos puntos en vez de la letra p antes de las páginas.)

Phillips SJ, Whisnant JP. Hypertension and stroke. En: Laragh JH, Brenner BM, editors. Hypertension: pathophysiology, diagnosis, and management. 2nd ed. New York: Raven Press; 1995. p. 465-78.

*20. Actas de conferencias*

Kimura j, Shibasaki H, editors. Recent advances in clinical neurophysiology, Proceedings of the 10th International Congress of EMG and Clinical Neurophysiology; 1995 Oct 15-19; Kyoto, Japan. Amsterdam: Elsevier; 1996.

*21. Artículo presentado en una conferencia*

Bengtsson S, Tolheim BG. Enforcement of data protection, privacy

and security in medical informatics. En: Lun KC, Degoulet P, Piemme TE, Rienhoff O, editors. MEDINFO 92. Proceedings of the 7th World Congress on Medical Informatics; 1992 Sep 6-10; Geneva, Switzerland. Amsterdam: North-Holland; 1992. p. 1561-5.

*22. Informe científico o técnico*

Publicado por la institución financiadora o patrocinadora: Smith P, Golladay K. Payment for durable medical equipment billed during skilled nursing facility stays. Final report. Dallas (TX): Dept. of Health and Human Services (US), Office of Evaluation and Inspections; 1994 Oct. Report No.: HHSIGOE169200860.

Publicado por la institución ejecutora:

Field MjJ, Tranquada RE, Feasley JC, editors. Health services research: work force and educational issues. Washington: National Academy Press; 1995. Contract No.: AHCPR282942008. Sponsored by the Agency for Health Care Policy and Research.

*23. Tesis doctoral*

Kaplan SJ. Post-hospital home health care: the elderly's access and utilization [tesis doctoral]. St. Louis (MO): Washington Univ.; 1995.

*24. Patente*

Larsen CE, Trip R, Johnson CR, inventors; Novoste Corporation, titular. Methods for procedures related to the electrophysiology of the heart. US patent 5,529,067. 1995 jun 25.

**Otros trabajos publicados**

*25. Artículo de periódico*

Lee C. Hospitalizations tied to ozone pollution: study estimates 50,000 admissions annually. The Washington Post 1996 Jun 21; Sect. A:3 (col. 5).

*26. Material audiovisual*

HIV+/AIDS: the facts and the future [videocassette]. St. Louis (MO): Mosby-Year Book; 1995.

*27. Documentos legales*

Ley pública:

Preventive Health Amendments of 1993, Pub. L. No. 103-183, 107 Stat. 2226 (Dec. 14, 1993).

Proyecto de ley sin sancionar:

Medical Records Confidentiality Act of 1995, S. 1360, 104th Cong., 1 st Sess. (1995).

Código de normas federales:

Informed Consent, 42 C.F.R. Sect. 441.257 (1995).

**Audiencia:**

**Increased Drug Abuse: the Impact on the Nation's Emergency Rooms: Hearings Before the Subcomm. on Human Resources and Intergovernmental Relations of the House Comm. on Government Operations, 103rd Cong., 1st Sess. (May 26, 1993).**

**28. Mapa**

North Carolina. Tuberculosis rates per 100,000 population, 1990 [mapa demográfico]. Raleigh: North Carolina Dept. of Environment, Health, and Natural Resources, Div. of Epidemiology; 1991.

**29. Libro de la Biblia**

The Holy Bible. King James version. Grand Rapids (MI): Zondervan Publishing House; 1995. Ruth 3:1-18.

**30. Diccionarios y obras de consulta semejantes**

Stedman's medical dictionary, 26th ed. Baltimore: Williams & Wilkins; 1995. Apraxia; p.119-20.

**31. Obras clásicas**

The Winter's Tale: act 5, scene 1, lines 13-16. The complete works of William Shakespeare. London: Rex; 1973.

**Trabajos inéditos****32. En prensa**

(Nota: La NLM prefiere referirse a estos trabajos como «en preparación» [forthcoming] porque no todos se publicarán impresos.)

Leshner AI. Molecular mechanisms of cocaine addiction. N Engl J Med. En prensa 1996.

**Material en soporte electrónico****33. Artículo de revista en formato electrónico**

Morse SS. Factors in the emergence of infectious diseases. Emerg Infect Dis [publicación periódica en línea] 1995 jan-mar [citada 1996 jun 5];1(1):24 [pantallas]. Se consigue en: URL: <http://www.cdc.gov/ncidod/EID/eid.htm>

**34. Monografía en formato electrónico**

CDI. clinical dermatology illustrated [monografía en CD-ROM]. Reeves JRT, Maibach H. CMEA Multimedia Group, producers. 2nd ed. Version 2.0. San Diego: CMEA; 1995.

**35. Fichero de computadora**

Hemodynamics 111: the ups and downs of hemodynamics [programa de computadora]. Version 2.2. Orlando (FL): Computerized Educational Systems; 1993.

**Cuadros**

Mecanografía o imprima cada cuadro a doble espacio y en hoja aparte. No presente los cuadros en forma de impresiones fotográficas. Numérelos consecutivamente siguiendo el orden en que se citan por primera vez en el texto, y asigne un título breve a cada uno. Cada columna llevará un encabezamiento corto o abreviado. Las explicaciones irán como notas al pie y no en el encabezamiento. En las notas al pie se explicarán todas las abreviaturas no usuales empleadas en cada cuadro. Como llamadas para las notas al pie, utilícese los símbolos siguientes en la secuencia que se indica: \*, †, ‡, †, †, \*\*, ††, ††.

Identifique las medidas estadísticas de variación, tales como la desviación estándar y el error estándar de la media.

No trace líneas horizontales ni verticales en el interior de los cuadros. Cerciórese de que cada cuadro aparezca citado en el texto.

Si incluye datos publicados o inéditos provenientes de otra fuente, obtenga la autorización necesaria para reproducirlos y conceda el reconocimiento cabal que corresponde. Incluir un número excesivo de cuadros en relación con la extensión del texto puede ocasionar dificultades al confeccionar las páginas. Examine varios números recientes de la revista a la que planea presentar el artículo y calcule cuántos cuadros pueden incluirse por cada millar de palabras de texto. Al aceptar un artículo, el director podrá recomendar que los cuadros suplementarios que contienen datos de respaldo importantes, pero que son muy extensos para publicarlos, queden depositados en un servicio de archivo, como el Servicio Nacional de Publicaciones Auxiliares en los Estados Unidos, o que sean proporcionados por los autores a quien lo solicite. En tal caso, se agregará en el texto la nota informativa necesaria. Dichos cuadros se presentarán junto con el artículo para su consideración.

**Ilustraciones (figuras)**

Envíe los juegos completos de figuras en el número requerido por la revista. Las figuras estarán dibujadas y fotografiadas en forma profesional; no se aceptarán los letreros trazados a mano o con máquina de escribir. En lugar de los dibujos, radiografías y otros materiales de ilustración originales, envíe impresiones fotográficas en blanco y negro, bien contrastadas, en papel satinado y que midan 127 x 173 mm, sin exceder de 203 x 254 mm. Las letras, números y símbolos serán claros y uniformes en todas las ilustraciones; tendrán, además, un tamaño suficiente para que sigan siendo legibles incluso después de la reducción necesaria para publicarlos. Los títulos y las explicaciones detalladas se incluirán en los pies o epígrafes, no sobre las propias ilustraciones.

Al reverso de cada figura pegue una etiqueta de papel que lleve anotados el número de la figura, el nombre del autor y cuál es la parte superior de la misma. No escriba directamente sobre el dorso de las figuras ni las sujete con broches para papel, pues quedan marcadas. Las figuras no se doblarán ni se montarán sobre cartón.

Las fotomicrografías incluirán en sí mismas un indicador de la escala. Los símbolos, flechas y letras usados en estas deberán contrastar claramente con el fondo.

Si se usan fotografías de personas, estas no deberán ser identificables; de lo contrario, habrá que anexar un permiso por escrito para poder utilizarlas.

Las figuras se numerarán en forma consecutiva de acuerdo con su primera mención en el texto. Si la figura ya fue publicada, se reconocerá la fuente original y se presentará la autorización por escrito que el titular de los derechos de autor concede para reproducirla. Este permiso es necesario, independientemente de quién sea el autor o la editorial; la única salvedad son los documentos considerados como de dominio público.

#### **Pies o epígrafes de las ilustraciones**

Los pies o epígrafes de las ilustraciones se mecanografiarán o imprimirán a doble espacio, comenzando en hoja aparte e identificándolos con los números arábigos correspondientes. Cuando se utilicen símbolos, flechas, números o letras para referirse a ciertas partes de las ilustraciones, será preciso identificar y aclarar el significado de cada uno en el pie o epígrafe. En las fotomicrografías habrá que explicar la escala y especificar el método de tinción.

#### **Unidades de medida**

Las medidas de longitud, talla, *peso* y volumen se expresarán en unidades del sistema métrico decimal (metro, kilogramo, litro, etc.) O sus múltiplos y submúltiplos.

Las temperaturas se consignarán en grados Celsius. Los valores de presión arterial se indicarán en milímetros de mercurio.

Todos los valores hemáticos y de química clínica se presentarán en unidades del sistema métrico decimal y de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). La redacción de la revista podrá solicitar que, antes de publicar el artículo, los autores agreguen unidades alternativas o distintas de las del SI.

#### **Abreviaturas y símbolos**

Utilice únicamente abreviaturas corrientes. Evite las abreviaturas en el título y el resumen. Cuando se emplee por primera vez una abreviatura en el texto, irá precedida del término completo, salvo si se trata de una unidad de medida común.

#### **Envío del manuscrito a la revista**

Envíe por correo el número requerido de copias del manuscrito en un sobre de papel resistente; si es necesario, proteja las copias y las figuras metiéndolas entre dos hojas de cartón para evitar que las fotografías se doblen. Meta las fotografías y transparencias en su propio sobre de papel resistente.

Los manuscritos irán acompañados de una carta de envío firmada por todos los coautores.

La Sociedad Latinoamericana de Nutrición  
invita a participar en el

# 3<sup>er</sup> Premio Latinoamericano Kellogg's<sup>®</sup> de Investigación en Alimentación y Nutrición Humana



## *Categorías y Premios:*

PROFESIONAL

US \$ 6,000.00

Placa para el primer autor  
y diplomas para

los coautores.

ESTUDIANTE

US \$ 3,000.00

Placa para el primer autor  
y diplomas para

los coautores.

*El premio se entregará durante el XIII Congreso Latinoamericano de Nutrición a celebrarse del 9 al 13 de Noviembre del 2003 en el Centro de Convenciones Acapulco en Acapulco, México.*

El jurado está integrado por:

**Dr. Adolfo Chávez**, Inst. Nal. de Ciencias Médicas y Nutrición "Salvador Zubirán", México.

**Dr. Helio Vannucchi**, Universidad de Sao Paulo, Brasil.

**Dr. Alejandro O'Donnell**, Centro de Estudios Sobre Nutrición Infantil, Argentina.

**Dr. Ricardo Uauy**, Instituto de Nutrición y Tecnología de Alimentos, Chile.

**Dr. Fernando Viteri**, Universidad de California, Berkeley, EUA.



*Para consultar las bases del premio:*

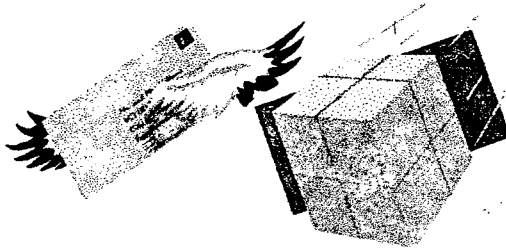
[www.kelloggs-latino.com](http://www.kelloggs-latino.com)

[www.slan.org.mx](http://www.slan.org.mx)

**Kellogg's<sup>®</sup>**

**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 mercancías 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) 632.97.17 - 632.74.86