

# ALAN

Volumen 46. N° 1. Marzo 1.996

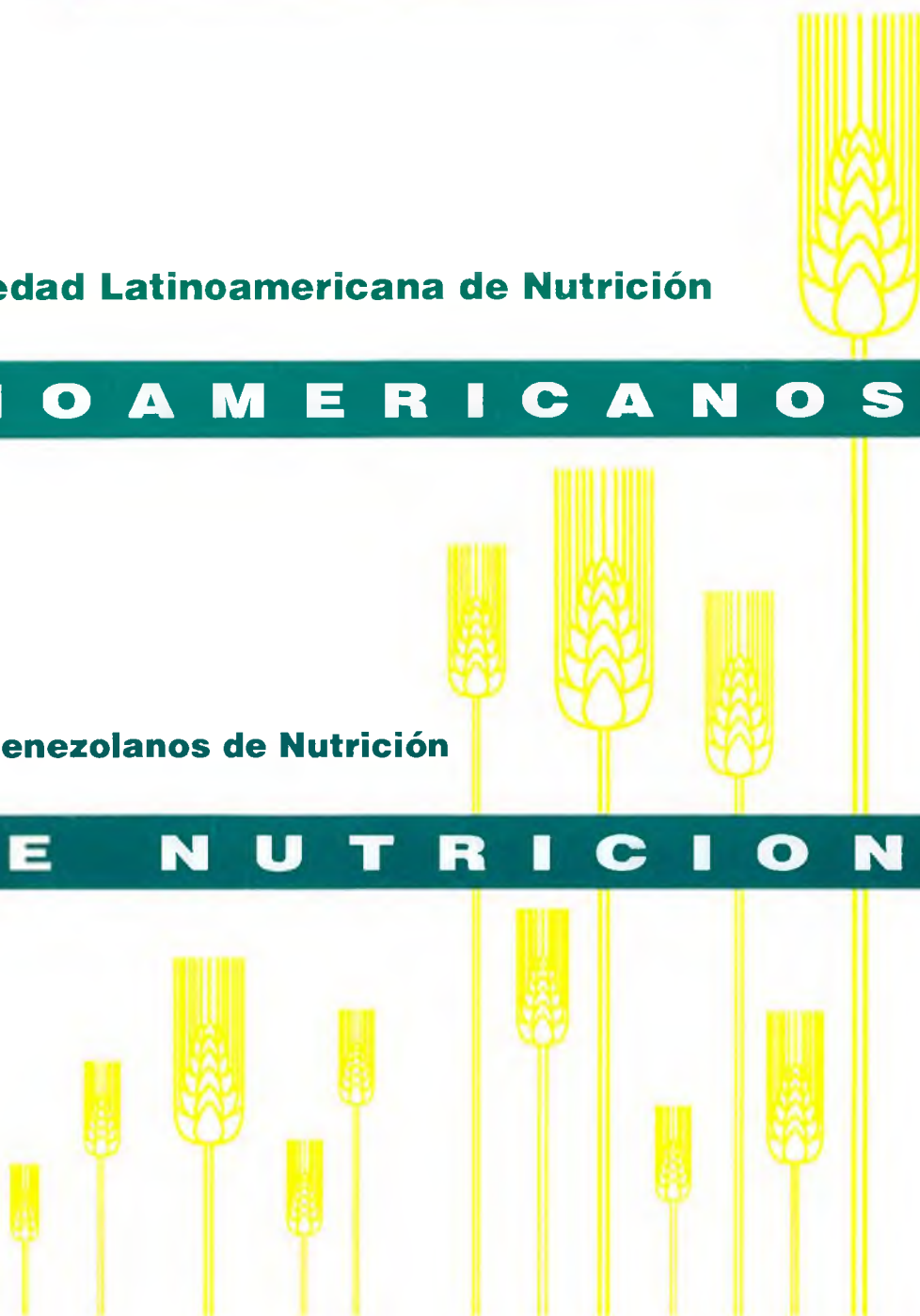
ARCHIVOS

Organo Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición

LATINOAMERICANOS

Continuación de Archivos Venezolanos de Nutrición

DE NUTRICION



*Archivos Latinoamericanos de Nutrición* (ALAN) es editado como órgano oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición (SLAN), para la divulgación de conocimientos en el campo de la alimentación y de la nutrición principalmente en el Hemisferio Americano. En sus páginas se 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.  
Avenida Francisco de Miranda  
Caracas 1060. Venezuela, S.A.  
Fax (58-2) 284.85.43

**ENTIDADES PATROCINANTES**

- **Fundación CAVENDES**  
Caracas, Venezuela
- **Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP)**  
Guatemala, Guatemala C.A.
- **KELLOGG'S América Latina**
- **Protein Technologies International**  
Caracas, Venezuela
- **CONICIT. Venezuela**
-  **PRODUCTOS ROCHE. América Latina**
- **Fundación POLAR**
- **Alimentos HEINZ**
- **INSTITUTO NACIONAL DE NUTRICION. Venezuela**
- **Alimentos LE BISCUIT C.A.**
- **PARMALAT de Venezuela**

# Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Organo Oficial de la  
Sociedad Latinoamericana de Nutrición

---

VOL 46

MARZO 1996

Nº 1

---

## Contenido

	Páginas
<b>EDITORIAL</b> .....	5
<b>ARTICULOS GENERALES</b>	
<b>Los probióticos y su futuro.</b> Violeta T. Pardio Sedas, Krzysztof N. Waliszewski Kubiak, Guadalupe Robledo López.....	6
<b>TRABAJOS DE INVESTIGACION</b>	
<b>Nutrición Humana</b>	
<b>Influencia de la actividad física en la mineralización ósea de escolares de ambos sexos.</b> Raquel Burrows Argote, Laura Leiva Balich, Ricardo Lillo Ganter, Hugo Pumarino Carte, Luis Maya Castillo, Santiago Muzzo Benavides.....	11
<b>Comportamiento de la lactancia en el primer mes de vida en la Ciudad de Córdoba, Argentina.</b> Lucía Batrouni, Jacobo Sabulsky, Silvina Reyna, Daniel Quiroga.....	16
<b>Patrón dietético e ingesta de nutrientes de niños pre-escolares de tres aldeas rurales del departamento de Santa Rosa, Guatemala.</b> Héctor Gamero, Marylena Arita, Jesús Bulux, Noel W. Solomons.....	22
<b>Factores aterogénicos de la dieta de la población costarricense, 1991.</b> Nuria Rodríguez Herrera, Ana Gladys Aráuz, Norma Meza Rojas, Marlene Roselló Araya.....	27
<b>Nutrición Experimental</b>	
<b>Colon cancer in rats and diet in the Sonoran desert region of Mexico</b> C. Jane Wyatt, Isabel Dorado, Mauro E. Valencia, E. Navarro.....	33

<b>Variaciones en el contenido de calcio, fosfato, magnesio y sodio en huesos de ratas ovariectomizadas.</b> Miguel Angel de Bortoli, José Miguel Ascar, Patricia Arce, Luis Villegas.....	38
<b>Macroalgas marinas comestibles de Chile como fuente de fibra dietética: Efecto en la digestibilidad aparente de proteínas, fibra y energía y peso de deposiciones en ratas.</b> Nelly Pak, Héctor Araya.....	42
<b>Ciencias de Alimentos</b>	
<b>Experiencias en el entrenamiento de un panel de degustación de carne vacuna a nivel de un matadero frigorífico industrial venezolano.</b> Nelson Huerta-Leidenz, Nancy Jerez-Timaure, Oneida Morón-Fuenmayor, Edmundo Rincón Urdaneta, Rosa Caro.....	47
<b>Evaluación de la pérdida de color de una fórmula dietética en función de la temperatura, tiempo de almacenamiento y envase.</b> Alexia Torres, Marisa Guerra.....	54
<b>Calidad física, química y microbiológica de los jugos concentrados de naranja fabricados en Venezuela.</b> Rita María Cava R., Pilar Hernández S.....	59
<b>Nutrición Animal</b>	
<b>Influencia del ciclo luz-oscuridad en el crecimiento de ratas macho con diferente estado de nutrición.</b> Cecilia Sommer Finkelman, José Monroy-Ruíz, Patricia Candelaria Silva, Patricia de Gortari Gallardo.....	63
<b>Brewery waste as a substitute for soy protein in soy-brewer's yeast mixtures to feed broiler chickens.</b> Diamela Carías and Nancy Millán .....	67
<b>Effect of the type of dietary fat on cholesterolemia in rabbits fed brewer's yeast.</b> Nancy Millán and Jorge De Abreu.....	71
<b>LatinFoods. Composición de Alimentos</b>	
<b>Composición en ácidos grasos y aporte de colesterol de conservas de jurel, sardina, salmón y atún al natural.</b> Nalda Romero P., Paz Robert C., Lilia Masson S., Cecilia Luck U., Loreto Buschmann A.....	75
<b>NOTAS</b> .....	78
<b>INFORMACION PARA LOS AUTORES</b> .....	81

# Archivos Latinoamericanos de Nutrición

## Official Publication of the Latin American Society of Nutrition

---

VOL 46

MARCH 1996

Nº 1

---

### Contents

	Pages
<b>EDITORIAL</b> .....	5
<b>GENERAL ARTICLES</b>	
<b>Probiotics and their future.</b> Violeta T. Pardo Sedas, Krzysztof N. Waliszewski Kubiak, Guadalupe Robledo López.....	6
<b>RESEARCH PAPERS</b>	
<b>Human Nutrition</b>	
<b>Influence of physical activity upon bone mineralization of school age children of both sexes.</b> Raquel Burrows Argote, Laura Leiva Balich, Ricardo Lillo Ganter, Hugo Pumarino Carte, Luis Maya Castillo, Santiago Muzzo Benavides.....	11
<b>Breast-feeding during the first month of life. Cordoba city, Argentina..</b> Lucía Batrouni, Jacobo Sabulsky, Silvina Reyna, Daniel Quiroga.....	16
<b>Dietary pattern and nutrients intake of preschool children of three rural hamlets in the Province of Santa Rosa, Guatemala.</b> Héctor Gamero, Marylena Arita, Jesús Bulux, Noel W. Solomons.....	22
<b>Atherogenic risk factors in the diet of Costa Rican Population, 1991.</b> Nuria Rodríguez Herrera, Ana Gladys Aráuz, Norma Meza Rojas, Marlene Roselló Araya.....	27
<b>Experimental Nutrition</b>	
<b>Colon cancer in rats and diet in the Sonoran desert region of Mexico</b> C. Jane Wyatt, Isabel Dorado, Mauro E. Valencia, E. Navarro.....	33
<b>Variations in the contents of calcium, phosphate, magnesium and sodium in bones of ovariectomized rats.</b> Miguel Angel de Bortoli, José Miguel Ascar, Patricia Arce, Luis Villegas.....	38

<b>Chilean edible sea marcoalgae as sources of dietary fiber: effect on apparent digestibility of protein, fiber, energy and fecal weight in rats.</b> Nelly Pak, Héctor Araya.....	42
<b>Food Science</b>	
<b>Experiences during training of a descriptive taste panel at a packing house of Venezuela.</b> Nelson Huerta-Leidenz, Nancy Jerez-Timaure, Oneida Morón-Fuenmayor, Edmundo Rincón Urdaneta, Rosa Caro.....	47
<b>Color loss evaluation of a dietetic formulae as a function of temperature, storage time and packaging.</b> Alexia Torres, Marisa Guerra.....	54
<b>Physical, chemical and microbiological quality of concentrated orange juices made in Venezuela.</b> Rita María Cava R., Pilar Hernández S.....	59
<b>Animal Nutrition</b>	
<b>Effect of the light-dark cycle over the male rats growth under different nutrition conditions.</b> Cecilia Sommer Finkelman, José Monroy-Ruíz, Patricia Candelaria Silva, Patricia de Gortari Gallardo.....	63
<b>Brewery waste as a substitute for soy protein in soy-brewer's yeast mixtures to feed broiler chickens.</b> Diamela Carfás and Nancy Millán .....	67
<b>Effect of the type of dietary fat on cholesterolemia in rabbits fed brewer's yeast.</b> Nancy Millán and Jorge De Abreu.....	71
<b>LatinFoods. Food Composition</b>	
<b>Composition in fatty acid and contribution of cholesterol of jurel, sardine, salmon and tuna in natural fish canned.</b> Nalda Romero P., Paz Robert C., Lilia Masson S., Cecilia Luck U., A. Loreto Buschmann.....	75
<b>NOTES.....</b>	78
<b>INFORMATION TO AUTHORS.....</b>	81

# Editorial

## La revisión de los manuscritos de ALAN

Con la publicación de este Número ALAN entra en su quinto año consecutivo de edición en Caracas. Correspondiente a los Volúmenes 42, 43, 44 y 45 y sin contar los Suplementos, se han distribuido en forma ininterrumpida 16 números, y si consideramos un promedio de 14 artículos por número, tendremos un total de unos 200 trabajos publicados. Durante 1994 se recibieron 72 trabajos (un promedio de 6 mensuales) y sin entrar en detalle sobre cuales ya se han publicado, están listos o se han rechazado, es evidente que este flujo continuo de recepción de manuscritos conlleva una sostenida labor de coordinación entre la Oficina Editorial, el Autor y el Revisor. A esta última figura nos referimos en estas líneas.

Ya en el Editorial del Número 4, Volumen 41, 1991, el Dr. Ricardo Bressani aborda este importante aspecto y destaca el papel que desempeña el Revisor: «Primero éste debe aceptar que la revisión constituye una alta responsabilidad para él, para la revista y para el autor. Segundo, el revisor debe considerar que en realidad es un privilegio recibir artículos para propósitos de revisión, pues está más que implícito que al solicitársele el dictamen de un trabajo, se asume que el Revisor tiene dominio completo sobre el tema y, por consiguiente, puede disertar sobre el mismo. Tercero, la revisión constituye un proceso de aprendizaje preferencial de los hallazgos de otro investigador, de la metodología empleada, de los diseños utilizados para responder a las interrogantes planteadas y, finalmente, el punto cuarto. Aquí, el Revisor de un artículo debe considerarse como un individuo que recibe información privilegiada, confidencial hasta el momento en que sale a la luz en la revista, y se convierte en información de dominio público».

El contar con el apoyo de un grupo selecto de Revisores es pues vital para mantener el nivel de la revista. Así y en vista de lo expuesto, ALAN consideró acertado requerir la colaboración de institutos de reconocida excelencia en el Hemisferio Occidental dentro del campo de cobertura de la revista, como centros de revisión de manuscritos. Dentro de este marco de referencia y desde marzo de 1994, el Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos, INTA, de la Universidad de Chile es uno de estos centros de revisión para la gran mayoría de manuscritos recibidos, por supuesto no provenientes de Chile. Luego de un año de contar con este apoyo editorial de primera línea ALAN se complace en reconocer y agradecer a la Dra. Eva Hertrampf, Coordinadora local de ALAN en el INTA, su eficiente y sostenida labor en la recepción y distribución de manuscritos. De igual manera ALAN reconoce, valora y agradece a los científicos de esa institución su tiempo dedicado a la revisión de manuscritos entre Marzo y Diciembre de 1995: **INTA:** Isidora de Andraca, Oscar Brunser, Daniel Bunout, Carlos Castillo-Durán, Saturnino de Pablo, Guillermo Figueroa, Felipe García, Argelia Garrido, Sandra Hirsch, Juliana Kain, Judith King, Santiago Muzzo, Carlos Muñoz, Susana Nieto, Sonia Olivares, Patricio Peirano, Tomás Walter, Isabel Zacarías. **Facultad de Medicina, Universidad de Chile:** Miguel Fodor y Eric Díaz. **Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile:** Ana María Estévez, Carmen Sáenz y Berta Escobar. **Facultad de Medicina Veterinaria:** Héctor Manterola.

De igual manera, ALAN informa con satisfacción que a partir de este año, dos instituciones de similar prestigio y renombre se han incorporado como centros de revisión: el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, INCAP y el Instituto de la Nutrición «Salvador Zubirán» para aquellos manuscritos no provenientes de Guatemala ni de México respectivamente. Debe quedar claro por supuesto, que la oficina Editorial puede enviar y de hecho lo ha venido haciendo, manuscritos a otros Revisores en otras instituciones del Hemisferio Occidental y del mundo, dependiendo del tema tratado y la localización del Revisor. Oportunamente y en sucesivas entregas ALAN expresará su reconocimiento a todos los científicos que de esta forma aporten su invaluable colaboración.

*Dr. José Félix Chávez Pérez*  
Editor Asociado

## Los probióticos y su futuro

Violeta T. Pardo Seda<sup>1</sup>, Krzysztof N. Waliszewski Kubiak<sup>2</sup> y Guadalupe Robledo López<sup>2</sup>

**RESUMEN.** Se realizó una revisión bibliográfica de los últimos conocimientos científicos sobre los probióticos, su composición microbiológica, características generales, función y métodos de acción, así como los factores que afectan su actividad. Se discute también sobre los principales productores de probióticos y su futuro en la alimentación humana y animal.

**SUMMARY.** Probiotics and their future. This review examines recent scientific information about probiotics, their microbiological composition, general characteristics, function and methods of action as well as factor which determine their activity. The principal producers of probiotics and their future in human and animal nutrition are also discussed.

### INTRODUCCION

Aunque los productos fermentados lácticos han sido conocidos por muchas décadas, no fue hasta 1908 cuando el famoso científico ruso Metchnikoff enfatizó los beneficios que proporcionaba el consumo de yogurt a los campesinos búlgaros, relacionándolo con la longevidad de las personas y su salud (1). Sin embargo, este conocimiento no fue aplicado realmente por mucho tiempo, hasta que en 1965, Lilly y Stillwell utilizaron por primera vez el término probiótico, enfocándolo a los productos de fermentación láctica, donde el producto de ésta se consideraba como un estimulante para otras bacterias (2). La palabra probiótico surgió precisamente por su significado real, ya que se deriva de dos vocablos, del latín «pro» que significa por o en favor de y del griego «bios», que quiere decir vida, de allí que se les haya llamado probióticos.

A través del tiempo la definición de Lilly y Stillwell fue modificada por Parker, que definió al término probióticos como los microorganismos y compuestos que participan en el balance y desarrollo microbiano intestinal. Después de algunos años esta definición resultó obsoleta, ya que era demasiado amplia para lo que originalmente significaba y como consecuencia podían ser incluidos no sólo los microorganismos, sus metabolitos y nutrientes, sino también los antibióticos (3).

Finalmente, Fuller definió los probióticos como los microorganismos vivos, principalmente bacterias y levaduras, que son agregados como suplemento en la dieta y que afectan en forma benéfica al desarrollo de la flora microbiana en el intestino. En este caso, se hace énfasis sobre las células vivas, como componentes indispensables de los probióticos (4).

### Composición microbiológica de probióticos

A la fecha los productos probióticos que se encuentran en el mercado pueden ser de un solo tipo de bacteria, principalmente las bacterias productoras de ácido láctico de la cual la especie

*Lactobacillus acidophilus* es la más utilizada (4). También pueden encontrarse probióticos compuestos de dos o más bacterias, pero siempre llevando como componente principal una bacteria productora de ácido láctico, donde las bacterias más frecuentes son diferentes especies de *Lactobacillus*, principalmente *L. acidophilus*, *L. bulgaricus* y *L. lactis*, así como también otras bacterias no lácticas como *Bacillus subtilis* y *Streptococcus faecium* (5). La combinación más empleada es la de *Lactobacillus acidophilus* y *Streptococcus faecium* (6).

En el caso de *Bacillus subtilis* es muy difícil de explicar como puede activarse esta bacteria en el intestino, siendo un aerobio estricto y que no es precisamente un microorganismo intestinal. Fuller encontró que las especies que se utilizan con más frecuencia en probióticos son el *Lactobacillus bulgaricus*, *acidophilus* y *plantarum*, *Streptococcus thermophilus*, *Enterococcus faecium* y *faecalis* y diferentes especies de *Bifidobacterium* (4). Sin embargo, Hoier considera que las bacterias que probablemente pueden llegar a sobrevivir en estómago e intestino son solamente el *Lactobacillus acidophilus* y alguna especie de *Bifidobacterium*, tales como *Bifidobacterium*, *bifidum*, *longus* e *infantis* (7).

En los últimos años han salido al mercado productos que contienen *Bifidobacterias* combinadas con bacterias lácticas como *Lactobacillus acidophilus*. Se calcula que existen en el mercado alrededor de 80 productos con *Bifidobacterias* generalmente destinados para consumo humano (8). Esta nueva generación de productos de leche fermentada contiene una selección de especies microbianas aisladas del intestino humano las cuales tienen la habilidad de establecerse en la flora intestinal. En estos productos fermentados se utilizan principalmente el *Lactobacillus acidophilus* y *Bifidobacterium*, pero como consecuencia del largo período de fermentación de la leche, se obtiene un sabor picante debido a la producción de ácido acético, por lo que comúnmente se combinan con otras bacterias que produzcan ácido láctico. Las combinaciones más frecuentes son las siguientes (7):

- *Lactobacillus acidophilus* y/o *Bifidobacteria* combinado con bacterias de yogurt (*Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus lactis*).
- *Lactobacillus acidophilus* y/o *Bifidobacteria* combinado con *Streptococcus thermophilus*.

También se ha reportado que otro de los lactobacilos intestinales de aplicación futura es el *Lactobacillus casei*, utilizado como principal precursor de una bebida japonesa llamada Yakult. En Finlandia

1 Laboratorio de Control de Agua y Alimentos. Dirección General de Salud Ambiental. Secretaría de Salud.

2 Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica. Instituto Tecnológico de Veracruz. México.

se ofrece en el mercado un producto conocido como Cultura que puede ser considerado como un sistema modelo, donde se emplean las cepas de *Lactobacillus acidophilus* y *Bifidobacterium*, desarrolladas en la leche en forma simbótica.

Con dos excepciones, *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*, todas las bacterias mencionadas son intestinales; estas bacterias se utilizan en la producción de yogurt y no pertenecen a la microflora intestinal nativa, por lo que su habilidad para sobrevivir en estómago e intestinos ha sido muy cuestionada (9). Por lo tanto, el yogurt puede ser considerado como un probiótico; sin embargo, sus efectos no dependen de la presencia de bacterias vivas.

Hutcheson postula que las bacterias de los probióticos deben tener las siguientes características (10):

1. Ser habitantes normales del intestino
2. Tener tiempo corto de reproducción.
3. Producir compuestos antimicrobianos (ácidos orgánicos, antibióticos, etc).
4. Ser estables durante el proceso de comercialización y distribución para que puedan ser vivos en el intestino.

Otro de los organismos utilizados para la producción de probióticos, son las levaduras esencialmente las del género *Saccharomyces* (11). Se ha hecho la observación que de las especies que componen el género, sólo *Saccharomyces cerevisiae* y *uvarum* son utilizadas con mayor frecuencia para la producción de cultivos de levadura.

Algunas cepas de *Saccharomyces* son aerobias y otras anaerobias facultativas, características que no tiene otro tipo de levadura. A diferencia de las demás levaduras, contienen enzimas y metabolitos presentes en el medio en que se desarrollan y representan una cepa seleccionada para la nutrición animal. La presencia de este medio de cultivo y de las levaduras es de vital importancia en la efectividad de un cultivo de levaduras. Así, cuando el medio de cultivo ha sido cuidadosamente secado, muchas enzimas activas y factores de crecimiento permanecen, las cuales estimulan el desarrollo de la flora bacteriana (12).

Se ha reportado que cuando la levadura que ha sido sometida a un proceso de esterilización en autoclave, pierde su capacidad para estimular las bacterias celulolíticas del rumen, mientras que las levaduras vivas incrementan 10 veces el número de estas bacterias (11). Por lo que se ha postulado que el crecimiento y las características metabólicas de la especie *Saccharomyces cerevisiae* que la convierten en la especie ideal para los cultivos de levaduras son (13):

1. Habilidad de producir ácido glutámico, el cual incrementa la palatabilidad.
2. Su crecimiento a pH 6.0-6.5 en el rumen es lento comparado con el que se obtiene a un pH óptimo de 4.5, lo que permite un incremento en la velocidad de excreción de micronutrientes al medio exterior.
3. Las células activas de levaduras tienen propiedades absorbentes muy fuertes a nivel de la pared celular y pueden actuar como una reserva de nutrientes y como un amortiguador del pH.
4. Su capacidad de eliminar oxígeno facilita el crecimiento de bacterias anaeróbicas estrictas.

Actualmente algunas compañías han combinado bacterias lácticas y cultivos de levaduras. Una de estas compañías Alltech Inc., combina dos especies de bacterias lácticas, el *Lactobacillus acidophilus*, *Streptococcus faecium* y la levadura *Saccharomyces cerevisiae* con la idea de obtener un máximo potencial para mejorar el crecimiento

animal y la eficiencia alimenticia de la dieta en el producto conocido comercialmente como Yea-Sacc (3,13). Para mejorar la acción de la levadura, esta se puede combinar también con el hongo *Aspergillus oryzae* (14).

#### Método de acción de los probióticos

Se han estudiado los diferentes métodos de acción por el cual las bacterias lácticas pueden inhibir la colonización de coliformes; estos mecanismos pueden ser (4):

- Disminución de la cuenta viables de las bacterias patógenas por:
  - Producción de compuestos antimicrobianos
  - Competencia por los nutrientes
  - Competencia por los sitios de adhesión
- Alteración del metabolismo microbiano por:
  - Aumento en la actividad enzimática
  - Disminución en la actividad enzimática
- Estimulación inmunológica por:
  - Aumento en el nivel de anticuerpos
  - Aumento en las actividades de macrófagos

La disminución del número de bacterias patógenas pueden ser resultado de la producción de agentes antimicrobianos, metabolitos primarios y secundarios como ácidos orgánicos y peróxido de hidrógeno. Los ácidos orgánicos como el ácido láctico pueden ayudar a mantener el perfil favorable de la microflora nativa, ejerciendo varios efectos. La disminución del pH por abajo de 4.5 provoca que el medio ambiente intestinal se vuelva adverso para ciertas bacterias incluyendo las coliformes inhibiendo así su desarrollo, lo cual es adecuado para el crecimiento del *Lactobacillus* (5,15,16); además, los ácidos orgánicos proporcionan recursos energéticos para las células epiteliales del intestino grueso. Así mismo, un ambiente ácido conduce a un aumento en la actividad enzimática dentro del sistema digestivo. Los *Lactobacillus* también tienen la propiedad de producir peróxido de hidrógeno que presenta actividad bactericida mediante la activación del sistema lactoperoxidasa - tiocianato (17,18).

Se ha señalado que las bacterias lácticas también producen metabolitos de actividad antibiótica que reducen la cuenta de bacterias patógenas (5,16). Se ha demostrado que cepas de *Lactobacillus acidophilus* producen antibióticos como acidophilin, lactorin y acidolin (19). La nicina y diplococcina se mencionan entre los metabolitos producidos por los *Streptococcus*. Los metabolitos antibióticos de los *Lactobacillus* han demostrado una actividad inhibitoria *in vitro* como *Salmonella*, *Shigella*, *Staphylococcus*, *Proteus*, *Klebsiella*, *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Vibrio* y *Escherichia coli* enteropatógena (20). También se ha demostrado que la flora bacteriana produce sustancias a las que se ha denominado microcinas y bacteriocinas, las cuales poseen una actividad antibiótica que puede disminuir la cuenta viable de bacterias patógenas. Se ha observado que la población bacteriana estomacal compete con patógenos por los nutrientes en el intestino. Estudios *in vitro* demostraron una competencia por fuentes de carbono entre la flora intestinal y *Shigella flexneri*. Pero este efecto puede cambiar si se altera el medio ambiente para los microorganismos (21).

En el hombre el stress provoca una disminución de la cantidad de *Lactobacillus* en el estómago e intestino delgado y aumento de coliformes en el intestino grueso, lo cual se ha comprobado en ratas, ratones y cerdos. La explicación argumenta que la falta de nutrientes provoca condiciones limitantes y para adecuar el desarrollo de las bacterias lácticas se necesita la adición constante de nutrientes (15,22). Las evidencias son muy pequeñas ya que cambiando el medio, *in vitro* o *in vivo*, no existe la misma correlación entre las

bacterias específicas (23). La responsabilidad reside en determinados carbohidratos que participan en esta competencia, en la que siempre predominarán las bacterias lácticas (24).

Otro mecanismo previsor contra la colonización de patógenos es la competencia por los sitios de adhesión (4,5,25) y la colonización en la superficie epitelial del intestino (15). Por exclusión competitiva se entiende a la competencia que existe entre la flora benéfica del intestino (básicamente *Lactobacillus*) y la flora nociva (coliforme) por sitios receptores o espacios a lo largo de la pared intestinal. El modo de adhesión a la pared intestinal se presenta cuando existe un balance microbiano apropiado en el aparato digestivo. Las bacterias productoras de ácido láctico se acumulan normalmente en la superficie de la pared intestinal (26). Esta competitividad entre las bacterias lácticas y coliformes (exclusión competitiva) se comprobó en estudios realizados en lechones dosificados con *Lactobacillus lactis*, alcanzando un número más alto de *Lactobacillus* adheridos a las células epiteliales y un número más bajo de *Escherichia coli* comparado con lechones testigos (27,28). Pero esta habilidad de la bacteria para adherirse al epitelio escamoso de la célula intestinal depende de la relación existente entre un polisacárido ácido que se forma en la superficie de la pared de la bacteria y uno similar que se forma en la superficie de la célula epitelial. En este mecanismo, el glucocáliz de las bacterias y de las células epiteliales interactúan entre sí; en las fibras de los polisacáridos los monosacáridos terminales de cada glucocáliz reaccionan por polaridad mediante cationes divalentes o de manera específica por medio de lectinas, permitiendo una relativa conducción de exoenzimas y toxinas hacia el sitio de acción y nutrientes hacia la bacteria. La formación del glucocáliz es llevado a cabo enzimáticamente y puede llegar a ser muy específica (16). Se ha comprobado que un organismo puede establecerse (colonizar) por sí mismo en el estómago, ya sea adhiriéndose al epitelio o por crecimiento. También se ha observado que existen diferencias en las características del intestino de cada hospedador y en cada especie de los microorganismos utilizados como probióticos (26).

El rápido crecimiento de las bacterias puede compensar su incapacidad para adherirse a las células epiteliales. Cuando estas bacterias se le proporcionan al animal, pasan a través del estómago e intestinos donde ayudan a reestablecer una población microbiana normal, lo cual es favorecido por la habilidad de estas bacterias para colonizar sucesivamente el tracto intestinal (27,29). Especies como *Enterococcus faecium* y *Escherichia coli* tienen poca habilidad para adherirse, pero presentan un alto factor de reproductividad. Se ha demostrado que la colonización óptima del intestino por bacterias benéficas confiere un alto grado de protección contra *Salmonella*, cepas patógenas de *Escherichia coli*, *Clostridium botulinum* y *perfringes* (46). Sin embargo, la acidez gástrica es una barrera importante para la colonización del intestino, por lo que es indispensable que los probióticos tengan la habilidad de sobrevivir en las condiciones ácidas del estómago. Los factores que afectan el potencial de los probióticos para colonizar el intestino son:

- a) Adherencia al epitelio intestinal, lo que le permite colonizar organismos de lento crecimiento.
- b) Habilidad para crecer en el ambiente intestinal donde el colonizador exitoso puede utilizar el sustrato disponible y resistir a los agentes antimicrobianos en el medio ambiente.

La alteración del metabolismo microbiano a través de la disminución y aumento de la actividad enzimática es otro de los mecanismos de acción que se pueden presentar cuando se utilizan bacterias lácticas. Se demostró que cuando se alimenta con *Lactobacillus acidophilus*

a humanos, se observa una selección de enzimas, suprimiendo la actividad de la  $\beta$ -glucuronidasa, nitroreductasa y azoreductasa (30). Los probióticos también pueden ayudar a aliviar la intolerancia a la lactosa produciendo la enzima lactasa. Esta deficiencia de la digestibilidad de lactosa frecuentemente se produce en el hombre provocando dolor de estómago, producción de gases y diarrea acuosa; por carencia de la enzima lactasa, la lactosa que no es hidrolizada, es utilizada por las bacterias para producir gases como hidrógeno, bióxido de carbono y ácido grasos volátiles que se acumulan en el colon. Se ha descubierto que las bacterias del yogurt producen la enzima lactasa, por lo que este problema puede ser eliminado si se consume este producto (31,32,33).

La estimulación inmunológica es otro de los mecanismos que el animal necesita para protegerse, principalmente después del nacimiento. Durante éste el sistema inmune produce ciertos anticuerpos contra las bacterias patógenas y las proteínas alimenticias. Los animales que tienen bien desarrollada su flora intestinal se caracterizan por tener un aumento en la actividad fagocitaria y en el nivel del inmunoglobulina comparado con los animales libres de microorganismos (34). Se ha observado que después de inocular ratones por vía intraperitoneal con *Lactobacillus lactis*, se aumentó la actividad de macrófagos y linfocitos, lo que indica que las bacterias se encuentran implicadas en el aumento del sistema inmune del animal (35).

Otros estudios señalan que además de las diferencias morfológicas, también se presentan diferencias en la concentración de inmunoglobulina. A en el suero y secreciones intestinales entre animales libres de gérmenes y convencionales, concluyendo que existe una fuerte evidencia de una relación directa entre la presencia en el lumen intestinal de una microflora viva y el desarrollo de células sintetizadoras de inmunoglobulina A en la mucosa intestinal (36).

#### Acidificantes

La acidificación es otro mecanismo que ayuda a modificar la microflora intestinal y a lograr una mayor actividad enzimática en la producción animal, principalmente en las fases de destete y postdestete, ya que son los más drásticos y donde se presentan más casos de mortalidad por diarrea. Se ha sugerido que durante las fases de desarrollo del sistema digestivo (antes y después del destete) se llevan a cabo cambios importantes a nivel de producción enzimática y del pH en diferentes partes del tracto gastrointestinal, lo que sugiere que la inmadurez está asociada a una producción deficiente de ácido clorhídrico en el estómago (37).

En animales como rumiantes, cerdos y aves, la acidificación del contenido estomacal se debe al ácido clorhídrico y al ácido láctico. Algunos autores sugieren que la secreción de ácido clorhídrico es escasa en las primeras semanas después del nacimiento y que la secreción de este ácido no es suficiente tres o cuatro semanas postdestete. Por lo que en las primeras semanas de vida, el recién nacido depende del ácido láctico producido por las bacterias, principalmente *Lactobacillus* y *Streptococcus*, para controlar el pH evitando así el desarrollo de bacterias patógenas (38). Se demostró que los lechones y los rumiantes jóvenes no poseen un sistema enzimático capaz de digerir los carbohidratos presentes en la dieta hasta la sexta u octava semana de vida; al ser incrementada la acidez gástrica se puede mejorar la producción de enzimas presentes en cantidades insuficientes en los animales recién destetados (39).

Al acidificar el alimento y el agua la microflora intestinal se modifica; sin embargo, el mecanismo de acción de los acidificantes todavía es incierto, siendo sugeridas varias explicaciones (6,40):

- Los acidificantes suplementan la producción limitada de ácido en el estómago, particularmente en el animal joven.
- La disminución del pH en la dieta puede ayudar a disminuir el pH gástrico, aumentando la conversión del pepsinógeno a pepsina.
- Reduciendo el pH de la dieta disminuye el pH del estómago, el cual puede prevenir el crecimiento y proliferación de *E. coli* y estimular el crecimiento de la bacteria láctica en el estómago.
- Los ácidos orgánicos pueden actuar como agentes quelantes y resultar en un aumento de la absorción de minerales en el intestino grueso (ciego).
- Ciertos ácidos orgánicos son importantes intermediarios en las rutas energéticas y pueden jugar un papel directo en el metabolismo.

### Cultivo de levadura

Los cultivos de levadura actualmente se utilizan en la producción animal y se ha observado que ayudan a obtener beneficios en rumiantes, tales como incremento en la digestibilidad de la materia seca especialmente fibra, lo cual estimula el apetito, aumentando la producción de la leche y la calidad de la misma.

Su mecanismo de acción, aunque todavía no está bien definido, se encuentra muy relacionado con sus características bioquímicas, fisiológicas y de crecimiento (41,42):

- Son fuentes de nutrientes indispensables como aminoácidos, vitaminas y oligoelementos.
- Favorecen la optimización del proceso de absorción de minerales, especialmente zinc, potasio y cobre.
- Tienen propiedades absorbentes, lo que las convierte en una fuente de nutrientes y además actúan como amortiguadores del pH.
- Las levaduras propician una condición de mayor anaerobiosis, lo que estimula el desarrollo de microorganismos anaeróbicos estrictos.
- Actúan como saborizantes naturales, lo que incrementa el consumo del alimento estimulando el apetito.

Las levaduras muertas no tienen el mismo efecto que las levaduras vivas y aunque su mecanismo de acción todavía está en estudio, se ha encontrado que los beneficios de los cultivos de levaduras están asociados con los siguientes aspectos (43):

- Poseen un saborizante natural que mejora la palatabilidad.
- Contienen vitaminas del complejo B y promotores del crecimiento.
- Aumentan el número de bacterias celulolíticas en rumiantes
- Sintetizan algunas proteínas y aminoácidos esenciales.
- Proveen minerales en forma de quelatos biológicamente disponibles.
- Producen enzimas digestivas como proteasas, lipasas e invertasas.
- Actúan como amortiguador natural del pH, mejorando la digestión.
- Reducen la producción de metano.

### Principales productores de probióticos en el mundo

En la actualidad, los trabajos de investigación realizados en probióticos se encuentran basados en probar los diferentes beneficios que se pueden obtener con su uso en las dietas animales. Estos productos son fabricados por diferentes compañías, siendo la principal Alltech Incorporation in Nicholasville, Kentucky E.U.A., la cual ha desarrollado la producción de probióticos obteniendo diferentes combinaciones gracias a la aplicación de ingeniería genética. Entre otros productores de probióticos se encuentran el Instituto Rosell,

Incorporation en Montreal, Canadá y Christiansen Laboratory de Copenhagen, Dinamarca. Otras compañías menores son la Transagra International Incorporation, la Storn Lake y Conagra.

### Aplicaciones y el futuro de los probióticos.

El desarrollo de los probióticos se originó a partir de su uso en humanos, donde se observó la correlación que existe entre el consumo de estas bacterias y la salud del que las consumía. El uso diario de los probióticos para mantener un buen estado de salud es indiscutible. Su presencia en el tracto digestivo contribuye al control de las infecciones ayudando también en la digestión de algunos nutrientes de la dieta, tales como los polisacáridos principalmente la lactosa, el almidón y las proteínas. Las bacterias lácticas participan también en la producción de algunas vitaminas del complejo B, activan el sistema inmunológico, producen compuestos anticancerogénicos y disminuyen el contenido de colesterol en la sangre (4,7). Esto ha impulsado a nuevas investigaciones para apoyar su uso como un sustituto adecuado de los antibióticos, donde las condiciones predominantes no son muy higiénicas, lo cual se observa principalmente en climas tropicales.

La fermentación láctica no sólo tienen importancia en la elaboración de alimentos que tienen como base la leche, sino que también son indispensables para obtener una buena col fermentada para consumo humano o producir un ensilado de biomasa de origen vegetal, o de subproductos de la industria pesquera para los animales. En los países orientales y algunos tropicales, los microorganismos de la fermentación láctica se emplean no solamente para conservar el alimento, sino también para obtener un producto más nutritivo, de mejor sabor y digestibilidad. Esta técnica se aplica en la preservación de la carne y sus productos elaborados así como al pescado o una mezcla de arroz y pescado (44). La disminución del pH por vía del aumento del ácido láctico es uno de las más antiguas y baratas técnicas de conservación de alimentos y que además permite mejorar la palatabilidad y valor nutritivo del alimento.

Gracias al desarrollo de la ingeniería genética, se están buscando nuevas cepas lácticas con el fin de obtener aquellas que fácilmente puedan adherirse al intestino y posteriormente desarrollarse para producir compuestos antibióticos que limiten el desarrollo de las bacterias patógenas.

El futuro de los probióticos consistirá en obtener los cultivos de microorganismos mixtos de alta productividad y sobrevivencia en el tracto digestivo, enfocándose principalmente al desarrollo de las bacterias que se desean con un medio propicio para su crecimiento, pero al mismo tiempo para su aplicación en la elaboración de nuevos alimentos fermentados.

### REFERENCIAS

1. Lyons T.P. The role of biological tools in the feed industry en Biotechnology in the Feed Industry. Ed T.P Lyons, Alltech Inc. Nicholasville, Ky, EUA, 1-49. 1987
2. Lilly D.M., Stillwell R.H. Probiotics: growth promoting factors produced by microorganisms. Science 147, 747-748. 1965.
3. Parker R.B. Probiotics the other half of the antibiotics story. Animal Nutrition and Health 29, 4-8. 1974.
4. Fuller R. Probiotics in man and animals. Journal of Applied Bacteriology, 66: 365-378. 1989.
5. Aherne X.F. Aditivos para la promoción del crecimiento en cerdos: Probióticos como aditivos. Simposio Internacional «Avances en la nutrición del cerdo». AMVEC, México DF. P. 125-129. 1986.
6. Chapman J.D. Probiotics, acidifiers and yeast culture: A place for natural additives in pig and poultry production en: Biotechnology in the

- Feed Industry. Proceedings of Alltech's fourth annual symposium. Ed. T.P. Lyons, Alltech Technical Publications, Nicholasville, Ky, EUA 219-233. 1988.
7. Hoier E. Use of probiotic starter cultures in dairy products. *Food Australia*, 44:418-42. 1992.
  8. Hughes D.B. and Hoover D.G. Bifidobacteria: their potential for use in American dairy products. *Food Technology* 45(4), 74-83. 1991.
  9. Gilliland S.E. Health and nutritional benefits from lactic acid bacteria. *FEMS Microbiology Review* 87, 88-175. 1990.
  10. Hutchenon D. Researcher lists characteristics of probiotics. *Feedstuffs*, December 14, 8-10. 1987.
  11. Dawson K.A. Mode of action of the yeast culture, Yea-Sacc, in the rumen: a natural fermentation modifier. En *Biotechnology in the Feed Industry*. Ed T.P. Lyons, Alltech Technical Publications, Nicholasville, Ky, EUA 119-125. 1987.
  12. Dawson K.A. Current and future role of yeast culture in animal production: a review of research over the last seven years en *Biotechnology in the feed industry*. Proceedings of Alltech's ninth annual symposium, Ed T.P. Lyons, Alltech Technical Publications, Nicholasville, Ky, EUA, 269-291. 1993.
  13. Rose A.H. Yeast culture. A microorganism for all species: theoretical look at its mode of action. en *Biotechnology in the Feed Industry*. Proceedings of Alltech's third annual symposium. Ed T.P. Lyons. Alltech Technical Publications, Lexington, Ky, EUA 35-49. 1987.
  14. Williams P.E.V. The mode of action of yeast culture in ruminant diets. En *Biotechnology in the Feed Industry*, Proceedings of Alltech's fifth annual symposium. Ed T.P. Lyons. Alltech Technical Publications, Nicholasville, Ky, EUA 65-84. 1989.
  15. Atherton D.S., Thomson R. J. Ltd. Probiotics-a European perspectives in biotechnology in the feed industry, Ed T.P. Lyons, Alltech Technical Publications, Nicholasville, Ky, USA., P.167-168. 1987.
  16. Hoyos G., Cruz C. Mecanismos de acción propuestos de los probióticos en cerdos. *Biotecnología en Industria de Alimentación Animal*. Vol I Edit SETIC, México DF, México 73-80. 1990.
  17. Reiter B. Antimicrobial systems in milk. *Journal of Dairy Research* 45, 131-147. 1978.
  18. Pardo V.T., Waliszewski K., García H.S. Activación del sistema lactoperoxidasa para preservación de leche cruda. *Tecnología de alimentos* 18, 12-19. 1983.
  19. Hamden E.Y., Mikofajcik. Acidolin an antibiotic produced by *Lactobacillus acidophilus*. *Journal of Antibiotic*. 27:632-639. 1974.
  20. Guerrero R., Hoyos G. Direct fed microbials and acidifiers for poultry. *Biotechnology in the feed industry*. Ed T.P. Lyons, en Proceedings of Alltech's seventh annual symposium, Alltech, Inc. Nicholasville, Ky, EUA, 407-411. 1991.
  21. Hentges D.J. Role of the intestinal microflora in host defense against infection. En *Human intestinal microflora in health and disease* ed. Hentges D.J., Academic Press, New York, EUA, 311-331. 1983.
  22. Snell E.E. Nutrition research with lactic acid bacteria: A retrospective view. *Annual Review of Nutrition*. 9, 1-19. 1989.
  23. Maier B.R., Hentges D.J. Experimental *Shigella* infections in laboratory animals. I. Antagonism by normal flora components in genotobiotic mice. *Infection and Immunity* 63, 168-173. 1972.
  24. Wilson K.H., Perni F. Role of competition for nutrients in suppression of *Clostridium difficile* by the colonic microflora. *Infection and Immunity* 56, 2610-2614, 1988.
  25. Rosell V. Acidification and probiotics in Spanish pig and calf rearing. en *Biotechnology in the feed industry*. Ed T.P. Lyons Alltech, Nicholasville, Ky, EUA 177-180. 1987.
  26. Barrow P.A., Brooker B.E., Fuller R., Newport M.J. The attachment of bacteria to the gastric epithelium of the pig and its importance in the microecology of the intestine. *Journal of Applied Bacteriology*, 48, 147-154. 1980.
  27. Muralidhara K., Shegery G.G., Elliker P.R., England D.C., Sandine W.E. Effect of feeding lactobacilli on the coliform and lactobacillus flora of intestinal tissue and feces from pig. *Journal of Food Protection* 40,288-295. 1977.
  28. Stavric S., Gleeson T.M., Blanchfield B., Pivnick P. Role of adhering microflora in competitive exclusion of *Salmonella* from young chicks. *Journal of Food Protection* 50, 125-128. 1987.
  29. Roach S., Savage D.C., Tannock G.W. Lactobacilli isolated from the stomach of conventional mice. *Applied Environmental Microbiology* 33, 1197-1201. 1977.
  30. Goldin B.R., Gorbach S.L. The effect of milk and *Lactobacillus* feeding on human intestinal bacterial enzyme activity. *American Journal of Clinical Nutrition*, 39, 756-761. 1977.
  31. Speck M.L. Evidence of value of live starter culture in yoghurt. *Cultural Dairy Product Journal* 18, 25-26. 1983.
  32. Savaiano D.A., Abou-El Anour A., Smith D.E., Levitt M.D. Lactose malabsorption from yogurt pasteurized yogurt sweet acidophills milk and cultured milk in lactase-deficient individuals. *American Journal of Clinical Nutrition*. 40, 1219-1223.
  33. Kolars J.C., Levitt M.D., Aouji M., Savaiano D.A. Yogurt an autodigesting source of lactose. *New England Medical Journal* 310, 1-3. 1984.
  34. Bealme P.M., Hohermann O.A., Mirand E.A., Influence of the microflora on the immune response I: General characteristics of the germ-free animal. En *The germ-free animal in biomedical research* ed. Coates M.E., Gustafsson B.E., Laboratory Animal Ltd. London, Inglaterra. 335-346. 1984.
  35. Perdigon G., Macias M.E.N., Alvarez S., Oliver G., Ruiz H. Effect of perorally administered *Lactobacilli* on macrophage activation in mice. *Infection and Immunity* 53, 404-410. 1986.
  36. March B.E. The host and its microflora. An ecological unit. *Journal of Animal Science* 49, 132-136. 1979.
  37. Manners M.J. The development of digestive function in the pig. *Proceedings of the Nutritional Society* 35, 49-55.
  38. Johnson R. Role for acidifiers and enzymes in assuring performance and health of pigs post-weaning. en *Biotechnology in the feed industry*. Proceedings of Alltech's eight annual symposium. Alltech Technical Publications, Nicholasville, Ky, EUA 139-150. 1992.
  39. Fallon R.J. Acidificación la ruta natural. en *Biotecnología en la industria de alimentación animal*. Vol 1 Edit SETIC, México DF. 11-21. 1990.
  40. Lyons T.P. La aplicación de productos microbianos naturales en la producción porcina. en *Biotecnología en la industria de alimentación animal vol 2*. SETIC SA de CV. México, DF. 47-75. 1991.
  41. Hoyos G. Impacto de la biotecnología en la alimentación de equinos: Revisión bibliografía. en *Biotecnología en la industria de la alimentación animal*. Vol 1 SETIC SA de CV México D.F., 61-70. 1990.
  42. Williams P.E.V. La acción de los cultivos de levaduras en el rumen. en *Biotecnología en la industria de alimentación animal*. Vol 1 SETIC SA de CV. México DF. 35-50. 1990.
  43. Mordenti A. Probiotics and new aspects of growth promoters in pig production. *Information Zootechnology*. 32, 69-73. 1986.
  44. National Academy Press. *Applications of Biotechnology to Traditional Fermented Foods*. National Academy Press, Washington, DC. 121-145. 1992.

Recibido: 31-03-1995

Aceptado: 04-08-1995

## Influencia de la actividad física en la mineralización ósea de escolares de ambos sexos

*Raquel Burrows Argote, Laura Leiva Balich, Ricardo Lillo Ganter, Hugo Pumarino Carte, Luis Maya Castillo y Santiago Muzzo Benávides*

Unidad de Endocrinología del Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos, Departamentos de Medicina Nuclear y de Endocrinología del Hospital J.J. Aguirre, Universidad de Chile

**RESUMEN.** La obtención de una masa ósea máxima (MOM) óptima durante las dos primeras décadas de la vida, disminuye el riesgo de fracturas por osteoporosis en la vida adulta. Una mayor actividad física es uno de los factores que favorece la mineralización ósea en adultos. Sin embargo en adolescentes se sospecha que los deportes que implican retraso puberal o amenorrea retrasan la mineralización, en tanto que los que se acompañan de una adecuada ingesta calórico proteica la favorecen. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del grado de actividad física y del tipo de deporte, sobre la mineralización esquelética antes y durante la pubertad. Se seleccionó en forma dirigida una muestra de 144 escolares de ambos sexos entre 7 y 14 años, con diferentes grados de actividad física. Se evaluó la densidad mineralización ósea (DMO) a nivel de cuerpo entero, columna y cadera, por densitometría bifotónica isotópica (Norland) usando como estándar de referencia los valores obtenidos en escolares chilenos normales. Se observó una mayor DMO en los escolares de mayor actividad física de ambos sexos, a nivel de cuerpo entero y columna, en tanto que las gimnastas prepúberes presentaron una menor DMO en cuerpo entero. Los escolares púberes con actividad disminuida tuvieron un puntaje z negativo de la DMO. Estos resultados nos permiten concluir que la actividad física afecta positivamente la mineralización esquelética especialmente a nivel de columna y cadera siendo más evidente esta influencia durante la pubertad.

**SUMMARY.** Influence of physical activity upon bone mineralization of school age children of both sexes. Obtention of an optimal peak bone mass decreases the risk of osteoporosis in adult life. An increase of physical activity favors bone mineralization in adults. However, in teenagers sports that could delay puberty can delay bone mineralization, while sports with a normal caloric intake favor mineralization. The objective of this study was to evaluate the effect of intensity of physical activity and the type of sport, upon bone mineralization before and during puberty. A sample of 144 normal school age children of both sexes aged 7 to 14 years, practicing various degrees of physical activity, was selected. Bone mineral density (BMD) of whole body, spine and hip was measured with a dual photon absorptiometry densitometer and compared with values of normal school children of similar ages. A better adequation of BMD of whole body and spine in school age children with increased physical activity was detected. Prepuberal female gymnasts had decreased BMD of whole body. Puberal school age children with decrease physical activity had diminished BMD. These results led us conclude that physical activity favors bone mineralization in spine and hip, specially during puberty.

### INTRODUCCION

Diversas investigaciones demuestran que el riesgo de osteoporosis en la vida adulta depende fundamentalmente de la masa ósea alcanzada en las primeras dos décadas de la vida (1-4). Una mayor masa ósea máxima (MOM) retrasa la edad de aparición de la osteoporosis. La medición de la mineralización ósea a través de técnicas densitométricas, ha permitido conocer que se produce un aumento importante en la acreción de calcio al esqueleto durante la pubertad (5,6). La mineralización ósea durante la pubertad está determinada por factores genéticos y ambientales (3,4,7,8). La ingesta de calcio y la acción de las hormonas sexuales juegan un rol fundamental en la masa ósea alcanzada (7-11). Diversas investigaciones muestran una asociación entre la actividad física, el desarrollo óseo y el riesgo de fracturas en el adulto mayor (12-14). Sin embargo, existe controversia con respecto a la influencia de la actividad física

durante la pubertad, sobre el crecimiento esquelético. Algunos trabajos muestran una menor velocidad de crecimiento y de mineralización ósea en ciertos deportes de competencia en las mujeres, especialmente aquellos que se acompañan de un menor peso corporal y de un retraso puberal con amenorrea, como puede pasar en las gimnastas olímpicas (15,16). En cambio deportes que se asocian a un peso corporal adecuado y a un buen desarrollo muscular, estimularían el crecimiento y la mineralización esquelética tanto en varones como en las mujeres (15).

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del grado de actividad física y del tipo de deporte realizado, sobre la mineralización esquelética antes y durante la pubertad de escolares de ambos sexos.

### MATERIAL Y METODOS

Se seleccionó en forma dirigida una muestra de escolares de ambos sexos entre 7 y 14 años de acuerdo al grado de actividad física y de desarrollo puberal alcanzado. La muestra estuvo constituida por 40 varones prepúberes entre 10 y 11 años, 41 varones púberes entre 13 y 14 años, 27 mujeres prepúberes entre 7 y 9 años y 34 mujeres púberes entre 12 y 14 años. Los requisitos para el ingreso al estudio fueron haber tenido un peso de nacimiento mayor de 2500 g. no haber

ingerido medicamentos que pueden alterar la mineralización ósea (corticoides y/o anticonvulsivantes) y sin antecedentes de enfermedades crónicas o de desnutrición calórico proteica. Las muestras de escolares con actividad normal y disminuida se obtuvieron en 3 establecimientos de educación básica de la ciudad de Santiago y la de escolares con actividad aumentada en dos Instituciones deportivas. Se solicitó previo al ingreso al estudio, el consentimiento por escrito de los padres. La actividad física se evaluó en forma subjetiva de acuerdo a las horas de deportes realizadas en la semana. Se calificó como actividad disminuida a la práctica de 2 ó menos horas de deporte a la semana, actividad normal entre 2 y 5 horas y actividad aumentada si tenían más de 5 horas de práctica deportiva en la semana (incluidas las horas de educación física del plan regular educativo). Los 38 varones (prepuberes y puberes) con actividad física aumentada se dedicaban a la práctica de football (31 casos) y basketball (6 casos), entre 5 y 7 horas semanales. Las 10 mujeres prepúberes con actividad aumentada dedicaban entre 4 y 5 horas semanales a la práctica de gimnasia olímpica, en tanto que las 9 mujeres puberes dedicaban entre 4 y 5 horas semanales a la práctica de volleyball. El peso y la estatura se evaluaron en una balanza de precisión (Hispana) con un cartabón incluido y se adecuaron al percentil 50 de las tablas OMS, expresándose como índice peso/talla y talla/edad. El grado de desarrollo puberal alcanzado se evaluó de acuerdo a los estadios de Tanner, considerando el desarrollo mamario en la mujer y el genital en el varón. Se consideró como prepuberal a las etapas I y puberal de la II a la V. La mineralización ósea se midió con un densitómetro bifotónico isotópico (Norland), evaluándose la densidad mineral ósea (DMO) a nivel de cuerpo entero, columna y cadera izquierda. Los resultados se expresaron como puntaje Z. Utilizamos como estándar de referencia valores obtenidos para escolares chilenos en estudios anteriores (17).

Para el análisis estadístico de los resultados se utilizaron las pruebas F y la t de Student para comparar promedios, considerándose como significativas las diferencias igual o menores al 5 %.

## RESULTADOS

La Tabla 1 muestra que las mujeres prepúberes con actividad física aumentada, tuvieron un mayor promedio de edad y una menor adecuación estatural ( $9.1 \pm 1.1$  años y  $97.7 \pm 3.7$  %), que las con actividad disminuida ( $8.2 \pm 0.4$  años y  $102.3 \pm 3.1$  %) y normal ( $7.6 \pm 0.3$  años y  $103.1 \pm 3.6$  %). El promedio de edad, la adecuación del peso/talla y el porcentaje de grasa corporal de las mujeres puberes, fueron mayores en las con actividad aumentada ( $13.5 \pm 0.6$  años,  $118.3 \pm 10.2$  % y  $38.4 \pm 8.3$  % respectivamente), al compararlas con las de actividad disminuida ( $12.8 \pm 0.8$  años,  $107.2 \pm 9.4$  % y  $27.8 \pm 6.4$  %), en tanto que las con actividad normal, sólo tuvieron un menor promedio de edad ( $12.8 \pm 0.8$  años). Los varones prepúberes con actividad física aumentada, tuvieron un mayor promedio de edad y un menor porcentaje de grasa corporal ( $11.9 \pm 0.7$  años y  $16.8 \pm 4.9$  %) que los con actividad disminuida ( $11.4 \pm 0.6$  años y  $25.5 \pm 14.0$  %), en tanto que los con actividad normal sólo presentaron un menor promedio de edad ( $11.3 \pm 0.5$  años). Los varones puberes no presentaron diferencias en los parámetros evaluados.

La Tabla 2 presenta los promedios de ingesta diaria de calorías, proteínas y calcio en los prepúberes y puberes, según sexo y actividad física. Las mujeres, no mostraron diferencias significativas en la ingesta, al compararlas de acuerdo a su actividad física. Los varones prepúberes y puberes con actividad física aumentada, tuvieron promedios de ingesta diaria de calorías, proteínas y calcio significativamente mayores comparados con los otros dos grupos.

TABLA 1  
Antropometría de escolares de ambos sexos, según actividad física y desarrollo puberal

	MUJERES PREPUBERES			p <sup>(b)</sup>	p <sup>(c)</sup>	MUJERES PUBERES			p <sup>(b)</sup>	p <sup>(c)</sup>
	Disminuida (A)	Normal (B)	Aumentada (C)			Disminuida (A)	Normal (B)	Aumentada (C)		
Edad (años)	8.2±0.4 <sup>(a)</sup> (8)	7.6±0.3 (10)	9.1±1.1 (10)	—	A/C- A/B- B/C—	12.8±0.8 <sup>(a)</sup> (13)	12.8±0.8 (12)	13.5±0.6 (9)	—	A/C- B/C-
P/T %	108.8±19.0 (8)	109.6±13.2 (10)	107.9±7.3 (10)	N.S.		107.2±9.4 (13)	114.3±18.4 (12)	118.3±10.2 (9)	-	A/C-
T/E %	102.3±3.1 (8)	103.1±3.6 (10)	97.7±3.4 (10)	—	A/C- B/C—	98.9±2.6 (13)	100.0±3.5 (12)	97.7±2.4 (9)	N.S.	
Grasa%	21.6±10.1 (8)	24.7±12.9 (10)	22.0±6.1 (10)	N.S.		27.8±6.4 (13)	35.0±13.7 (12)	38.4±8.3 (8)	-	A/C—
	VARONES PREPUBERES			p <sup>(b)</sup>	p <sup>(c)</sup>	VARONES PUBERES			p <sup>(b)</sup>	p <sup>(c)</sup>
	Disminuida (A)	Normal (B)	Aumentada (C)			Disminuida (A)	Normal (B)	Aumentada (C)		
Edad (años)	11.4±0.6 <sup>(a)</sup> (18)	11.3±0.5 (8)	11.9±0.7 (10)	—	A/C- B/C-	13.8±0.5 <sup>(a)</sup> (8)	13.4±1.0 (10)	13.4±0.6 (23)	N.S.	
P/T %	113.9±14.2 (1)	106.2±11.9 (8)	105.7±10.5 (14)	N.S.		111.1±17.4 (8)	110±8.1 (10)	105.6±7.6 (23)	N.S.	
T/E %	98.1±4.0 (18)	98.6±2.7 (8)	96.6±3.3 (14)	N.S.		96.6±5.9 (8)	97.8±4.9 (10)	100.3±4.3 (23)	N.S.	
Grasa%	25.5±14.0 (18)	19.0±10.0 (8)	16.8±4.9 (14)	-	A/C-	20.5±13.1 (8)	23.9±7.9 (10)	18.3±7.2 (23)	N.S.	

a= X±D.E. (número de casos)  
b= Significancia según prueba F  
c= Significancia según t Student

- p < 0.05  
— p < 0.025  
— p < 0.01

TABLA 2  
Ingesta de nutrientes en escolares de ambos sexos, según actividad física y desarrollo puberal

	MUJERES PREPUBERES					MUJERES PUBERES				
	Disminuida (A)	Normal (B)	Aumentada (C)	p <sup>(b)</sup>	p <sup>(c)</sup>	Disminuida (A)	Normal (B)	Aumentada (C)	p <sup>(b)</sup>	p <sup>(c)</sup>
CAL.	1940±570 <sup>(a)</sup> (8)	1870±469 (10)	2078±568 (10)	N.S.		2066±538 <sup>(a)</sup> (13)	2256±654 (12)	2218±313 (9)	N.S.	
PROT.	68.3±21.5 (8)	63.7±20.0 (10)	78.5±14.8 (10)	N.S.		68.9±21.3 (13)	73.0±26.7 (12)	69.6±6.6 (9)	N.S.	
Ca	958±385 (8)	775±207 (10)	882±253 (10)	N.S.		751±388 (13)	755±402 (12)	739±178 (9)	N.S.	
	VARONES PREPUBERES					VARONES PUBERES				
	Disminuida (A)	Normal (B)	Aumentada (C)	p <sup>(b)</sup>	p <sup>(c)</sup>	Disminuida (A)	Normal (B)	Aumentada (C)	p <sup>(b)</sup>	p <sup>(c)</sup>
CAL.	1972±447 <sup>(a)</sup> (18)	2281±685 (8)	2064±462 (14)	—	A/C— B/C—	2324±484 <sup>(a)</sup> (8)	2391±389 (10)	3016±857 (23)	—	A/C— B/C—
PROT. (18)	64.3±14.1 (8)	67.9±22.0 (14)	88.6±12.1 (14)	—	A/C— B/C—	64.4±14.3 (10)	77.9±12.3 (23)	99.3±28.5 (23)	—	A/B— A/C— B/C—
Ca	764±362 (18)	783±240 (8)	893±204 (14)	N.S.		760±268 (8)	932±442 (10)	1093±498 (23)	-	A/C—

a= X ± D.E. (número de casos) - p < 0.05  
 b= Significancia según prueba F — p < 0.025  
 c= Significancia según t Student — p < 0.01

La Tabla 3 muestra la densidad mineral ósea a nivel de cuerpo entero en escolares prepúberes y púberes por sexo y actividad física. Las mujeres prepúberes con actividad física aumentada tuvieron un menor puntaje z de la DMO, (0.38±0.80), alcanzando diferencias significativas (p<0,05) al compararlas con las de actividad disminuida (0.56±0.94). En las púberes hubo una tendencia a un mayor puntaje z a mayor actividad física, sin alcanzar una significancia estadística. En los varones en cambio, tanto los prepúberes como los púberes con actividad física aumentada, tuvieron mayores puntajes z (2.63±2.35 y 2.0±2.8 respectivamente), que los de actividad normal (-0.07±0.87 y -0.08±1.10 respectivamente) y disminuida (-0.06±0.98 y -0.53±0.43, respectivamente).

TABLA 3

Densidad mineral ósea (score z) de cuerpo entero en escolares de ambos sexos, según actividad física y desarrollo puberal

	ACTIVIDAD FISICA				
	Disminuida (A)	Normal (B)	Aumentada (C)	p <sup>(b)</sup>	p <sup>(c)</sup>
Mujeres prepúberes	0.56±0.94 (a) (8)	0.05±1.17 (10)	-0.38±0.80 (10)	*	A/C*
Mujeres púberes	-0.22±1.02 (13)	0.01±1.47 (12)	0.52±1.20 (9)	N/S	
Varones prepúberes	-0.06±0.98 (18)	-0.07±0.87 (7)	2.63±2.35 (14)	***	A/B*** B/C**
Varones púberes	-0.53±0.43 (8)	-0.08±1.10 (10)	2.0±2.8 (23)	***	A/C*** B/C**

a= Promedio ± d.e. (número de casos) \* p<0.05  
 b= Significancia según prueba F \*\* p<0.025  
 c= Significancia según t de Student \*\*\* p<0.01

La Tabla 4 muestra la densidad mineral ósea a nivel de columna vertebral en escolares prepúberes y púberes por sexo y actividad física. Las mujeres prepúberes y púberes con actividad física aumentada tuvieron un mayor puntaje z (2.18±1.97 y 0.74±0.86 respectivamente), al compararlas con las de actividad física normal (0.35±0.91, 0.11±1.44 respectivamente) y disminuida (0.07±1.09, -0.26±0.94 respectivamente). En los varones se observó algo similar, tanto los prepúberes como los púberes con actividad aumentada mostraron mayores puntajes z (108.8±14.6%, 0.63±1.03 y 113.8±21.5%, 2.12±3.90 respectivamente), al compararlos con los de actividad normal (90.7±23.3; -0.69±1.64 y 100.2±16.1; 0.48±0.87 respectivamente) y disminuida (104.7±11.8; 0.31±0.83 y 91.5±14.3 y -0.32±0.44 respectivamente).

TABLA 4

Densidad mineral ósea (score z) de columna en escolares de ambos sexos, según actividad física y desarrollo puberal

	ACTIVIDAD FISICA				
	Disminuida (A)	Normal (B)	Aumentada (C)	p <sup>(b)</sup>	p <sup>(c)</sup>
Mujeres prepúberes	0.07±1.09 (a) (8)	0.35±0.91 (10)	2.18±1.97 (10)	***	A/C** B/C*
Mujeres púberes	-0.26±0.94 (13)	0.11±1.44 (12)	0.74±0.86 (9)	*	A/C*
Varones prepúberes	0.31±0.83 (18)	-0.69±1.64 (8)	0.63±1.07 (14)	**	B/C*
Varones púberes	-0.32±0.44 (8)	0.48±0.87 (10)	2.12±3.9 (23)	*	A/B* A/C* B/C*

a= Promedio ± d.e. (número de casos) \* p<0.05  
 b= Significancia según prueba F \*\* p<0.025  
 c= Significancia según t de Student \*\*\* p<0.01

Las Tablas 5 y 6 muestran la densidad mineral ósea de cadera izquierda medida en cuello femoral y trocánter respectivamente, en escolares prepúberes y púberes, por sexo y actividad física. A mayor actividad física tanto las mujeres prepúberes como púberes, presentaron un significativo mayor puntaje z a nivel de cuello femoral ( $0.98 \pm 0.96$ , y  $1.57 \pm 0.86$  respectivamente) comparados con los con actividad normal ( $0.17 \pm 0.58$  y  $0.35 \pm 0.99$ , respectivamente) y disminuida ( $0.06 \pm 0.86$  y  $-0.02 \pm 0.94$  respectivamente). En trocánter sucedió algo similar, encontrándose mayores puntajes z en las mujeres con actividad aumentada ( $1.59 \pm 1.04$ ), comparadas con las escolares con actividad disminuida y normal ( $0.21 \pm 0.95$  y  $0.37 \pm 0.73$  respectivamente). En los varones prepúberes y púberes la densidad mineral ósea expresada como o puntaje z, fue mayor en los con actividad física aumentada comparados con los otros dos grupos, tanto en cuello femoral como en trocánter.

TABLA 5

Densidad mineral ósea (score z) de cuello femoral en escolares de ambos sexos, según actividad física y desarrollo puberal

	ACTIVIDAD FISICA			p (b)	p (c)
	Disminuida (A)	Normal (B)	Aumentada (C)		
Mujeres prepúberes	$0.08 \pm 0.86$ <sup>(a)</sup> (8)	$0.17 \pm 0.58$ (10)	$0.98 \pm 0.96$ (9)	***	A/C* B/C**
Mujeres púberes	$-0.02 \pm 0.94$ (13)	$0.35 \pm 0.99$ (12)	$1.57 \pm 1.86$ (9)	***	A/C*
Varones prepúberes	$-0.14 \pm 0.75$ (18)	$-0.04 \pm 0.45$ (7)	$1.13 \pm 0.82$ (14)	***	A/B*** B/C***
Varones púberes	$-0.43 \pm 0.95$ (8)	$0.15 \pm 0.91$ (9)	$1.01 \pm 1.55$ (23)	***	A/C* B/C*

a= Promedio  $\pm$  d.e. (número de casos) \* p<0.05  
b= Significancia según prueba F \*\* p<0.025  
c= Significancia según t de Student \*\*\* p<0.01

TABLA 6

Densidad mineral ósea (score z) de trocánter en escolares de ambos sexos, según actividad física y desarrollo puberal

	ACTIVIDAD FISICA			p (b)	p (c)
	Disminuida (A)	Normal (B)	Aumentada (C)		
Mujeres prepúberes	$0.21 \pm 0.95$ <sup>(a)</sup> (8)	$0.37 \pm 0.73$ (10)	$1.59 \pm 1.04$ (9)	***	A/C* B/C**
Mujeres púberes	$-0.37 \pm 0.59$ (13)	$0.07 \pm 0.85$ (12)	$1.87 \pm 2.03$ (9)	***	A/C** B/C*
Varones prepúberes	$0.04 \pm 1.02$ (18)	$0.49 \pm 1.08$ (8)	$1.67 \pm 1.08$ (14)	***	A/C*** B/C*
Varones púberes	$-0.45 \pm 0.73$ (8)	$0.10 \pm 0.99$ (9)	$1.30 \pm 1.90$ (23)	***	A/C** B/C*

a= Promedio  $\pm$  d.e. (número de casos) \* p<0.05  
b= Significancia según prueba F \*\* p<0.025  
c= Significancia según t de Student \*\*\* p<0.01

## DISCUSION

La densidad mineral ósea de los escolares estudiados, evaluada por una técnica densitométrica bifotónica, mostró diferencias significativas de acuerdo al grado de la actividad física. En los varones, la mayor densidad física favorece la mineralización ósea independiente del grado de desarrollo puberal alcanzado, lo que se vio reflejado en la mayor densidad mineral a nivel de cuerpo entero, columna y cadera. En las mujeres se observó una situación diferente, las escolares prepúberes con actividad aumentada (eran gimnastas) mostraron una menor densidad mineral a nivel de cuerpo entero al compararlas con las púberes de actividad normal o disminuida. Es posible que un retraso maduracional propio del hábito corporal de mujeres que realizan este tipo de deporte explique la menor mineralización de cuerpo entero, hecho descrito en la literatura (15,16). En las púberes en cambio, la densidad mineral de cuerpo entero fue significativamente mayor en las de actividad física aumentada. Estas últimas, corresponden a jugadoras de volleyball con un hábito corporal similar o incluso más grueso que el de las escolares de actividad normal o disminuida. Sin embargo, a nivel de columna y cadera, tanto en las prepúberes como en las púberes se observó una mayor mineralización ósea a mayor actividad física.

Se sabe que la ingesta de calcio juega un rol importante en la calidad de la mineralización esquelética (18,19). En la población estudiada, los varones con actividad física aumentada tienen una ingesta de calcio significativamente mayor que las de los varones de los otros dos grupos y que la de los tres grupos de mujeres, entre las cuales no hubo diferencia de mineralización observada en los varones que en las mujeres, al compararlas por actividad física.

Los escolares púberes de ambos sexos con actividad física disminuida, tuvieron una densidad mineral ósea de cuerpo entero, columna y cadera menor que las de los prepúberes de igual actividad física y bajo el 100% de adecuación a la norma chilena (17). Esto puede explicarse porque la pubertad es un período de gran acreción esquelética de calcio y por lo tanto, de más riesgo de alterarse y por que ha existido un mayor tiempo de exposición a un déficit de calcio. Es posible que en los púberes de actividad disminuida esta menor adecuación de la mineralización esté incluso subestimada, pues la población que consideramos como normal presenta una alta prevalencia de sujetos con ingesta de calcio por debajo de la recomendación, especialmente en la pubertad (20).

Los resultados encontrados nos permiten concluir que la actividad física influye positivamente en mineralización esquelética, especialmente a nivel de columna y cadera, siendo más evidente esta influencia durante la pubertad.

## REFERENCIAS

1. Matkovic V., Jasminka Z., Ilich M. Calcium requirement for growth: Are current recommendations adequate. *Nutr Rev.* 51(6):171-180, 1993.
2. Hui SL., Slemenda CW., Jhonston CC. The contribution of bone loss to postmenopausal osteoporosis. *Osteoporosis Int.* 1:3-4, 1990.
3. Matkovic V., Kostial K., Simonovic I., Buzina R. et al. Bone status and fracture rates in two regions of Yugoslavia. *Am J Clin Nutr.* 32:540-549, 1979.
4. Matkovic V., Fontana D., Tominac C., Goel P. y Chesnut CH. Factors that influence peak bone mass formation: a study of calcium balance and the inheritance of bone mass in adolescent females. *Am J Clin Nutr.* 52:878-888, 1990.
5. Chestnut Ch III. Métodos no invasivos de medición de la masa ósea. En

- el síndrome osteoporótico. Avioli L.V. Segunda Edición. Ediciones CEA, S.A. Madrid. Cap. 2, pp25-34. 1989.
6. Cohn S.H. Noninvasive Measurements of bone mass. En *Metabolic Bone Disease*. Avioli y Krane Editorial Saunders, Segunda Edición. Cap.9 pp264-282. 1990.
  7. Prentice A y Bates CJ. Adequacy of dietary mineral supply for human bone growth and mineralisation. En: *Causes and mechanisms of linear growth retardation*. Waterlow y Schurs Ed. Eur J. Clin Nutr. 48:S161-S177. 1994.
  8. Matkovic V. Calcium metabolism and calcium requirements during skeletal modeling and consolidation of bone mass. Am J Clin Nutr. 54:245S-260S. 1991.
  9. Heaney R.P. Prevención de la fractura osteoporótica en mujeres. En: *El síndrome osteoporótico*. Avioli L.V. Segunda Edición. Ediciones CEA, S.A. Madrid. Cap. 5, pp53-72. 1989.
  10. Bonjour JP., Theintz G., Buchs B., Slosman D y Rizzoli R. Critical years and stages of puberty for spinal and femoral bone mass accumulation during adolescence. J Clin Endocrinol. Metab 73:555-563. 1991.
  11. Gilsanz V., Roe TF., Mora S., Costin HG. y Goodman WG. Changes in vertebral bone density in black girls and white girls during childhood and puberty. N. Engl. J Med. 325:1597-1600. 1991.
  12. Golding J.S.R. The mechanical factors which influence bone growth. Eur J Clin Nutr a 48 (S1):S178-S185, 1994.
  13. Agre J.C. Risk of osteoporosis in women: Importance of distinguishing between physical activity and aerobic capacity. Mayo Clin Proc. 68:821-822. 1993.
  14. Halioua L., Anderson J.B. Lifetime calcium intake and physical activity habits: independent and combined effects on the radial bone of healthy premenopausal caucasian women. Am J Clin Nutr. 49:534-541. 1989.
  15. Mansfield J., Emans J. Growth in female gymnast: Should training decrease during puberty. J Pediatr 122(2):237-249. 1993.
  16. Theintz G.E., Howald H., Weiss U., Sizonenko C. Evidence for a reduction of growth potential in adolescent female gymnasts. J Pediatr. 122:306-313, 1993.
  17. Muzzo S., Leiva L. Valores normales de densidad y contenido mineral óseo en el niño y en el adulto. En: *El calcio a través de la vida*. S. Muzzo. SIM. Area Médica Científica Lab. Andrómaco.
  18. Matkovic V y Heaney RP. Calcium balance during human growth: evidence for threshold behaviour. Am J Clin Nutr. 55:992-996. 1992.
  19. Johnston CC., Miller JZ, Charles W. y cols. Calcium supplementation and increases in bone mineral density in children. N. Engl J Med. 327:82-87. 1992.
  20. Leiva L., Burrows R., Muzzo S. Ingesta de calcio en escolares de 10 a 14 años Rev. Chil. Nutr. 20(3):207-211. 1992.

Recibido: 04-08-1994

Aceptado: 24-02-1996

**BIBLIOTECA  
FUNDACION CAVENDES**

## Comportamiento de la lactancia en el primer mes de vida en la Ciudad de Córdoba, Argentina

Lucía Batrouni<sup>1</sup>, Jacobo Sabulsky<sup>1</sup>, Silvina Reyna<sup>2</sup> y Daniel Quiroga<sup>3</sup>

**RESUMEN.** Se estudió el comportamiento de la lactancia en los primeros 30 días de vida, en una muestra representativa de 620 niños nacidos y radicados en la Ciudad de Córdoba, Argentina. Para el análisis de la información se utilizó la clasificación de Lactancia materna propuesta por la OMS/UNICEF. Los resultados revelan que al mes de vida el 26% de los niños presentaron Lactancia Natural Completa, el 60% Parcial y 14% restante no la practicaban. De los niños con Lactancia natural Completa el 21% fue exclusiva, y el 5% predominante. Fueron prendidos al pecho antes de la 1 1/2 horas de nacidos el 18%, el promedio de mamadas al día fue de 7,3 (DE 1,9) con una duración de menos de 15 minutos para el 57%, con un horario de libre demanda en el 44%. Los niños con Lactancia Parcial se clasificaron en baja, media y alta encontrándose el 20%, 54%, 22% respectivamente. La edad en promedio en que se le introdujo otra leche fue de 3.7 días y los motivos principales fueron «poca leche materna» y «hambre del niño». De los niños con lactancia artificial, el 87%, alguna vez fueron prendidos al pecho, el destete se produjo a los 4 días promedio ( $\pm 5.6$ ), y de manera brusca en el 55%. El personal de salud influyó apoyando la introducción de fórmulas lácteas en el 68% de los niños con lactancia parcial y en el 42% de los casos de abandono total de la lactancia natural.

**SUMMARY.** Breast-feeding during the first month of life. Cordoba city, Argentina. In the foregoing investigation breast-feeding during the first 30 days of life was studied in a representative sample of 620 babies born and settled down in the city of Cordoba Argentina. To analyse this information, the classification of breastfeeding suggested by the WHO/UNICEF was used. The results reveal that being a month old, 26% of the babies had complete breastfeeding 60% had partial breastfeeding and the remaining 14% did not have it at all. Among the children with complete breast-feeding, 21% was exclusive and 5% was prevailing. 18% of the babies were exposed to breastfeeding before an hour and a half after they were born, the average number of nursings a day was 7,3 (D.S. 1,9) taking less than 15 minutes to reach the 57%; and with a freedemanding timetable in 44%. The children with partial breast-feeding were classified into low, medium, and high being 20%, 54 %, 22% respectively. The average age in which another milk was introduced was 3.7 days, and the main reasons were «insufficient mother milk» and «the child's hunger». Among the children with artificial lactation, 87% were once exposed to breastfeeding, the weaning took place during the 4 days in average (D.S. 5,6) and in an abrupt way in 55% of them. The Health personnel helped supporting the introduction of lacteal formula in 68% of the children with partial lactation and in 42% of the cases of complete abandon of natural breastfeeding.

### INTRODUCCION

El deterioro creciente que ha sufrido la lactancia materna a nivel mundial y la repercusión trascendente que esto ocasiona a la salud del niño y de la madre, ha producido una explosión en la literatura y la investigación científica en las últimas décadas. (1-6).

A partir de los años treinta se produce un incremento en el crecimiento de la industria elaboradora de sustitutos lácteos, que crean productos de composición aproximada a la leche materna, éste hecho aunado a las hábiles medidas publicitarias de los industriales y al reclamo social de un consumismo irreflexivo del que participa el médico, a la falta de educación en materia de nutrición y a la búsqueda permanente de comodidades, han favorecido el abandono del amamantamiento. (7,8).

Estos hechos van en deterioro de las clases sociales menos favorecidas, las que por imitar las nuevas prácticas alimentarias en el recién nacido, se exponen a un mayor riesgo de padecer enfermedades y muertes prematuras derivadas de las malas condiciones higiénico - ambientales de vida. (9-14).

Crece paralelamente la responsabilidad de la Salud Pública como factor de cambio en esta situación de deterioro. Es necesario revertir este declinar paulatino de la alimentación al pecho en los sectores menos privilegiados e implementar soluciones eficaces para su neutralización.

Organizaciones internacionales como la OMS, UNICEF y FAO, han llamado la atención sobre este problema y consideran la promoción de la lactancia natural un reto y un objetivo prioritario de salud pública. (5,10,11).

Para adoptar programas adecuados de intervención es indispensable comprender la epidemiología de la lactancia natural en cada país, por tal motivo los objetivos del presente trabajo fueron los de conocer el perfil de lactancia y los determinantes que lo condicionan, en una muestra representativa de lactantes al mes de vida en la ciudad de Córdoba, Argentina, año 1993.

### MATERIAL Y METODO

Es una investigación de tipo prospectivo, se estudió una cohorte de niños nacidos en mayo de 1993, en tres momentos durante su primero año de vida (al mes, seis y doce meses). En este informe se presentan los resultados de la primera fase, correspondientes al primer mes de vida. En el tratamiento de los datos, el diseño es descriptivo para caracterizar las modalidades de lactancia y correlacional respecto al análisis de los factores vinculados a su abandono.

1 Profesores de la Licenciatura en Nutrición, Escuela de Nutrición, Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Nacional de Córdoba.  
2 Municipalidad de Córdoba.  
3 Sociedad Argentina de Pediatría.

El universo está constituido por los niños nacidos en la ciudad de Córdoba, Argentina en 1993 y que no posean ninguno de los atributos de exclusión de la muestra: domicilio fuera del radio urbano, bajo peso al nacer (menos de 2,500 g) productos de parto múltiples, malformaciones congénitas según listado confeccionado al efecto.

Para captar la muestra se tomó un lapso calendario considerado suficiente para alcanzar el tamaño muestral previsto. Para construirla se registraron todos los nacimientos acaecidos en Instituciones Públicas, de Obras Sociales y Privadas de Córdoba, en total 54 establecimientos, durante 12 días. Se cubrieron 879 nacimientos, de los que se excluyeron 158 casos por alguno de los factores mencionados y 12 por rechazo materno a participar en el estudio.

Se recabo información demográfica, sobre contactos madre-hijo dentro de las maternidades, tipo de la alimentación del lactante en su primer mes de vida y actitud de los profesionales de la salud y de las madres en relación al tipo de lactancia. Para caracterizar el perfil de lactancia al mes de vida se utilizaron las recomendaciones de la Reunión de Expertos de OMS/UNICEF. (12).

Siguiendo estas normas se definió:

Lactancia Natural Completa = Lactancia Natural Exclusiva + Lactancia Natural Predominante

- Exclusiva: sólo leche de pecho materno, se admite además la ingesta de vitaminas, minerales o medicamentos.
- Predominante: sólo leche de pecho materno, se admite además la ingesta de agua, jugos o infusiones.
- Lactancia Natural Parcial: leche de pecho más leche de otro origen.
- Lactancia Artificial: sólo leche de otro origen.

La encuesta domiciliaria al mes de vida fue realizada por estudiantes de Nutrición y Medicina, quienes captaron a 620 niños de los 709 seleccionados (equivalentes al 87,5%). La información que se presenta fue proporcionada por las madres.

Los datos recogidos fueron analizados con el paquete estadístico SPSS + versión 4.0, SPSS inc., Chicago, en el Centro de Estadística y Demografía de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Nacional de Córdoba. Se realizó análisis univariado determinando medias y desviaciones estándares en variables cuantitativas y distribución de frecuencias en variables cualitativas. Para el análisis de diferencias en las distribuciones de los distintos atributos según tipo de lactancia, se aplicó una prueba de hipótesis (prueba Chi cuadrado) admitiéndose un 5% como nivel de significación para el rechazo de la hipótesis nula. Se hizo inferencia estadística de los tipos de lactancia (intervalos del 95% de confianza) para el conjunto de los niños en 1993 en la ciudad de Córdoba que satisfacían los criterios de inclusión.

**RESULTADOS**

Los datos que se presentan a continuación corresponden a 620 encuestas realizadas a las madres, a los 31 días (D.E. 1.2) del nacimiento de los niños estudiados.

**Características demográficas de las familias:** Con respecto a la procedencia de las madres, encontramos que el 96% corresponden a población urbana, y el 82% de éstas provienen de la ciudad de Córdoba.

La edad promedio de los padres al nacer el niño fue de 26,2 años (D.S. 6,3), para las madres y de 29,5 años (D.S. 6,9) para los padres.

El nivel de escolaridad alcanzado fue similar para ambos padres, registrándose que el 66% habían realizado estudios del ciclo medio y más.

Con respecto a la estructura de la pareja se observó que el 66% son matrimonios, un 25% mantienen relaciones estables y el 9% restante corresponde a madres solteras o separadas.

**Características de la alimentación desde el nacimiento al mes de vida: Relación madre-hijo postparto:** A continuación se detallan del total de la población, algunos comportamientos inmediatos al parto, en relación a la madre y al recién nacido, que influyen posteriormente en el tipo de lactancia que recibirá el niño. (Tabla 1). El 66% de los niños estuvieron ubicados en la maternidad junto a la cama materna, el 30% permaneció en la sala de recién nacidos y el 4% restante en incubadoras.

TABLA 1  
Distribución porcentual de algunos comportamientos inmediatos al parto. Córdoba, Argentina 1993

Lugar del niño en la maternidad	n:598	%	Int. Conf. 95%
Junto a la madre		66	61 - 71
Sala recién nacido		30	23 - 37
En Incubadora		4	0 - 12
Primer contacto con el pecho materno	n:590	%	Int. Conf. 95%
< 1 1/2 Horas		14	7 - 21
1 1/2 - 6 Horas		41	35 - 47
7 - 12 Horas		14	7 - 21
13 - 24 Horas		7	0 - 15
> de 24 Horas		24	17 - 31
Primer alimento recibido	n:574	%	Int. Conf. 95%
Pecho materno		45	39 - 51
Fórmula láctea		43	37 - 49
Agua/ sol. glucosada		12	4 - 20

Con respecto al primer contacto con el pecho materno, se observó que fueron prendidos al pecho antes de la 1 1/2 hora de nacidos sólo el 14% de los niños estudiados, el 41% tuvo su primer contacto entre la 1 1/2 hora y las 6 horas posteriores al nacimiento, y el resto de los lactantes lo tuvieron después de este tiempo, se encontró que un 24 % de los recién nacidos fue prendido por primera vez al pecho, luego de su primer día de vida.

El 45% de los niños recibió como primer alimento leche materna, el 43% fórmula láctea y el 12% restante agua o solución glucosada.

Al analizar estos datos según las instituciones ya sea públicas o privadas, se observó que en las primeras, el 92% de los niños estuvieron ubicados en la misma habitación de la madre, en tanto que en las privadas el 50% se ubicaron en la sala de recién nacidos. (P<0.05). El 20% de los niños de las Instituciones Públicas tuvieron su primer contacto con el pecho materno antes de la 1 1/2 hora y en

las no públicas el 15%. En cuanto al primer alimento recibido se registró en las Instituciones Públicas un 66% de niños alimentados con leche materna, mientras que en las privadas sólo el 28% ( $P < 0.05$ )

**Perfil de lactancia al mes de vida:** Para conocer el tipo de lactancia al mes de vida se aplicó una encuesta de recordatorio de 24 horas. El perfil obtenido, como puede observarse en la Tabla 2, demuestra que el 26% de los niños tenían Lactancia Natural Completa, un 60% Lactancia Natural Parcial y el 14% restante corresponden al grupo de Lactancia Artificial.

En base a esta clasificación se analizó el comportamiento de cada una de ellas, durante el 1er. mes de vida, a través del interrogatorio retrospectivo levantado durante la entrevista domiciliaria.

TABLE 2  
Perfil de lactancia a los treinta días de nacidos  
Córdoba, Argentina, 1993

Tipo de Lactancia	%	Int. Conf. 95 %
Natural Completa	26	21 - 31
Exclusiva	21%	
Predominante	5%	
Parcial	60	55 - 65
Artificial	14	7 - 21

n:620

**Lactancia Natural Completa:** De la población estudiada con Lactancia Natural Completa, al mes de vida, el 21% practicaba Lactancia Natural Exclusiva y el 5% Lactancia Natural Predominante, ya que habían incorporado a su alimentación agua o infusiones.

Dentro de su breve historia alimentaria, se encontró que de los 161 niños pertenecientes a ésta categoría, el 44% nunca había consumido otro tipo de leche, en tanto que el 56% restante había recibido además de la leche materna, alguna fórmula láctea. Esta fue introducida durante las primeras 24 horas posteriores al nacimiento, en el 62% de los niños; a pesar de ello al mes de vida estaban alimentados con lactancia natural completa.

Al observar el comportamiento de la relación madre-hijo dentro de las Instituciones, se encontró que fueron prendidos al pecho, durante las primeras 6 horas de vida el 68% y dentro de este grupo sólo el 18% tuvo su primer contacto con el pecho materno antes de la 1 1/2 de nacido.

El promedio de mamadas al día fue de 7,3 (DE 1,9) y la duración de cada una, fue de menos de quince minutos, para el 57% de los casos. Cuatro de cada diez madres utilizó un horario de libre demanda y un 25% alimento a sus hijos con horario fijo.

**Lactancia Natural Parcial:** Los niños que constituyeron el grupo de Lactancia Natural Parcial (60% del total), fueron subdivididos en tres niveles de alimentación «Bajo», «Medio», y «Alto», de acuerdo a la cantidad de otra leche consumida durante las 24 horas. (13).

En el nivel «Bajo» se incluyó a los niños que ingerían menos de 160 ml de otra leche, en el «Medio» quienes consumieron entre 160 a 640 ml, y en el «Alto» a los que consumieron más de 640 ml, se distribuyeron según se observa en la Tabla 3.

La edad promedio en que se le introdujo otra leche fue de 3.7 (D.E. 6.3) días de vida. Los motivos principales por los cuales se incorporó otra leche fue por «hambre de niño» en el 55% de los casos y por «disminución de la leche» en el 20%.

La técnica de aplicación del biberón fue adecuada en el 73% de los casos, en los cuales primero se ofrecía el pecho materno y luego el biberón, se detectó además que el 9% lo ofrecía antes del pecho y el 18% restante, lo utilizaba en reemplazo o bien de manera irregular.

TABLE 3  
Distribución porcentual de la lactancia parcial, al mes de vida según ingesta de fórmula láctea. Córdoba, Argentina 1993

Ingesta	%	Int. Conf. 95 %
Baja	20	12 - 30
Media	56	49 - 63
Alta	24	14 - 32
Total	100	n:359

**Lactancia Artificial:** En cuanto al grupo con Lactancia Artificial a los 30 días de nacidos (86 niños), su historial alimentario, demostró que el 87% de ellos habían tomado en algún momento leche materna.

El destete de los 75 niños que durante su primer mes de vida, habían consumido leche materna, ocurrió en el 27% de los casos durante la primera semana, y del 19% en la segunda semana de vida; el 54% restante fue destetado entre los 15 y 30 días después del nacimiento.

El tipo de suspensión fue de manera paulatina en el 46% de los casos y en el resto de manera brusca.

Los motivos principales por los cuales las madres suspendieron la Lactancia Materna fue por «disminución de la leche» en el 31% y «hambre del niño» en el 17%

**Relación entre tipos de lactancia y algunos atributos:** Para explicar las determinantes de estos comportamientos de la lactancia, se presenta a continuación el análisis de la relación entre la distribución de algunos atributos, y los tipos de lactancia al mes de vida.

Como puede observarse en la Tabla 4, existe relación entre primer alimento recibido en la maternidad y tipo de lactancia al mes de vida. ( $P < 0.05$ ). El 52% de los niños con Lactancia Natural Completa habían recibido como primer alimento, el pecho materno; este porcentaje va disminuyendo con respecto a la Lactancia Natural Parcial y Artificial hasta el 40% y 34% respectivamente. En tanto que a la inversa, entre los niños que acreditan Lactancia Artificial a los 30 días de nacidos, el 49% habían recibido como primer alimento un sucedáneo de leche materna, contra un 29% de los lactantes que forman el grupo de Lactancia Natural Completa.

TABLE 4  
Primer alimento recibido en la maternidad según tipo de lactancia a los 30 días de nacidos. Córdoba, Argentina 1993

Primer Alimento	Tipo de Lactancia		
	Natural %	Parcial %	Artificial %
Leche materna	52	40	34
Leche artificial	29	42	49
Agua/suero gluc.	11	11	14
No sabe	8	7	3
Total	100	100	100
	n:154	n:367	n:69

$p < 0.05$

Los niños con Lactancia Natural Parcial estuvieron repartidos equitativamente entre ambas prácticas iniciales.

En relación al primer contacto con el pecho materno medido en horas posteriores al parto, según tipo de lactancia al mes (Tabla 5), las diferencias encontradas son estadísticamente significativas ( $P < 0.05$ ). De los niños con Lactancia Natural Completa, el 67% de ellos fueron prendidos al pecho antes de las 6 horas de nacidos, y de estos el 18% antes de la 1 1/2 hora. Sólo el 50% de los niños con Lactancia Natural Parcial y Artificial lo hicieron antes de las seis horas y además el 29% de los primeros y el 25% de los segundos tuvieron su primer contacto con el pecho materno después de las 24 horas de posteriores al nacimiento.

TABLA 5

Momento del primer contacto con el pecho materno según tipo de lactancia a los 30 días de nacidos. Córdoba, Argentina 1993

Primer Alimento	Tipo de Lactancia		
	Natural %	Parcial %	Artificial %
< de 1 1/2 hora	18	12	11
1 1/2 - 6 horas	49	38	39
7 - 12 horas	11	14	19
13 - 24 horas	8	7	6
> de 24 horas	14	29	25
Total	100	100	100
	n:145	n:367	n:69

$p < 0.05$

El lugar de permanencia del niño en la maternidad tuvo una distribución relativamente homogéneo para los tipos de lactancia al mes de vida, las diferencias no fueron estadísticamente significativas, aunque se observa en los niños con lactancia natural un porcentaje más elevado de quienes permanecieron junto a sus madres.

Sintetizando esta última parte, se puede decir que dos de las tres condiciones señaladas como prioritarias por Organismos Internacionales (primer alimento, tiempo transcurrido hasta la primera mamada) como requisitos para estimular el amamantamiento, resultaron asociadas en nuestro estudio, al tipo de lactancia; la tercera (lugar de permanencia) sólo reveló una tendencia diferenciadora sin descartar que esa distribución sea debida sólo al azar.

Comparando los grupos de niños con Lactancia Natural y Parcial, puede observarse en la Tabla 6, que el número promedio de mamadas diarias difiere en ambos grupos significativamente. ( $P < 0.05$ ).

TABLA 6

Promedio de mamadas al día, según tipo de lactancia al mes de vida. Córdoba, Argentina 1993

Tipo de lactancia	X	D.E.
Natural (n:151)	7.4	1.9
Parcial (n:350)	6.9	2.2

$P < 0.05$

El grupo de Lactancia Parcial produjo la introducción de la leche

complementaria a una edad promedio de 3.7 días (D.E. 6.3), y los niños del grupo de Lactancia Artificial a los 4.1 días (D.E. 5.6); si bien este grupo demoró la introducción de otra leche, en comparación al grupo de Lactancia Parcial, en la mayoría de los casos, lo hizo definitivamente y en reemplazo del pecho.

Los motivos por los cuales ambos grupos decidieron incorporar otra leche distinta a la materna, están registrados en la Tabla 7, en donde las diferencias encontradas son significativas, debido a que las causas que refirieron las madres fueron dispares. De quienes declararon Lactancia Parcial, el 55% manifestaron que la incorporación se debió a «hambre del niño», cifra que baja al 30% entre las madres con la Lactancia Artificial; la segunda causa manifestada fue «disminución de la leche» en el 20% del primer grupo y en el 33% de los niños alimentados artificialmente, encontrándose además en este grupo un 29 % que lo atribuyeron a enfermedades de la madre o del niño.

TABLA 7

Motivos por los cuales se incorporó otra leche en los niños con lactancia parcial y artificial. Córdoba, Argentina 1993

Motivos	Tipo de Lactancia	
	Parcial %	Artificial %
Hambre del niño	55	30
Disminución de leche	20	33
Enfermedad de la madre	5	16
Enfermedad del niño	8	13
Cesárea/sala recién nacido	12	8
Total	100	100
	n:343	n:76

$P < 0.001$

Una diferencia significativa encontrada entre estos dos tipos de lactancia, es la referida, a quienes indicaron la incorporación de otra leche, (Tabla 8). Para la Lactancia Parcial el pediatra influyó en el 61% de los casos, mientras que en los de Lactancia Artificial este mismo profesional intervino en el 34% de estos. La decisión tomada por las madres ascendió al 52% en la Lactancia Artificial y fue sólo del 23% en los niños con Lactancia Parcial.

TABLA 8

Indicación recibida para la incorporación de otra leche en los niños con lactancia parcial y para la suspensión del amamantamiento en los niños con lactancia artificial. Córdoba, Argentina 1993

Indicado	Tipo de Lactancia	
	Parcial %	Artificial %
Decisión materna	23	52
Obstetra	7	8
Pediatra	61	34
Otros	9	6
Total	100	100
	n:363	n:86

$P < 0.001$

## DISCUSION

El perfil de lactancia de los niños de la Ciudad de Córdoba, al mes de vida se aleja de manera notable de las metas propuestas por la OMS/UNICEF, (11) ya que solamente el 26% de los niños fueron alimentados con lactancia natural completa, para un valor esperado del 100%. Por otro lado resalta la frecuencia de Lactancia Parcial (60%) más aun si se considera que un cuarto de estos niños ingerían más de 640 ml de fórmula láctea lo que muestra un gran predominio de lo artificial sobre el amamantamiento en ellos.

Nuestros datos son coincidentes con un estudio reciente, en donde se compara, en la región de las Américas, datos recopilados por la Organización Panamericana de la Salud, en el período 1986-1991, con la prevalencia y duración de la lactancia materna, en la década del 70.

La comparación de los resultados muestran que se mantuvo el patrón de relativa alta proporción de niños amamantados inicialmente, con una rápida caída en los días subsiguientes y baja prevalencia de lactancia materna natural completa (14). En nuestro estudio también registramos un 98% de niños que, al menos en alguna oportunidad, fueron prendidos al pecho.

En países de la región de las Américas, en la década de los setenta, se demostró que más del 80% de los recién nacidos son amamantados desde el nacimiento. En México, Jamaica, Cuba y Panamá, dicha prevalencia ha descendido, y está relacionada a una introducción temprana de soluciones glucosadas o fórmulas lácteas, utilizadas como primeros alimentos y que interfiere con una lactancia materna exitosa. (14,15).

Las cifras más bajas de lactancia natural exclusiva, al mes de vida corresponden a Brasil, República Dominicana, Colombia y Ecuador, y relativamente más altas para Argentina y Costa Rica. (16-18).

Al analizar las rutinas perinatales de las maternidades, nosotros encontramos que sólo el 66% de los niños comparten el cuarto con la madre, el 14% tiene su primer contacto con el pecho materno antes de hora y media de nacido, y el 45% es alimentado por primera vez con leche materna.

Los resultados de la presente investigación mostraron asociación con el tipo de lactancia en relación al primer alimento recibido, y del tiempo transcurrido entre el nacimiento y el primer contacto con el pecho materno. Estos hallazgos son coincidentes con otras investigaciones en donde estos comportamientos tienen una influencia significativa sobre la seguridad materna y la duración de la lactancia natural. Estudios recientes han demostrado que promover la integración madre-hijo, el contacto piel a piel y la lactancia natural en el postparto inmediato, tienen un efecto positivo. Este es un período especialmente sensible para establecer la relación madre-hijo; facilitar la lactancia a demanda, disminuye el riesgo de infección y aumenta la confianza de la madre. (10, 19-25).

Al analizar comparativamente los datos obtenidos entre los grupos de lactancia parcial y lactancia artificial, sobre los motivos principales por los cuales se introdujo complementación con biberón a los primeros y, destete precoz en los segundos, los problemas más mencionados por las madres, fueron «hambre del niño» y «disminución de la leche», coincidentes con lo referido por otros autores (24,25). Estos motivos revelan que la madre se preocupa por el bienestar y la nutrición del niño, lo que indica que la educación debe intensificarse en torno a la libre demanda, que por una parte aumenta la producción de leche y por otra tranquiliza a la madre con respecto a su capacidad para cubrir las necesidades del niño.

Diversos estudios demuestran que la característica más importante para practicar la lactancia natural es la intención materna (19), en nuestro trabajo se pudo comprobar que de las madres que destetaron a sus hijos antes de los treinta días de edad, más de la mitad lo hizo por iniciativa propia. En tanto que seis de cada diez madres que practicaban lactancia natural parcial, incorporaron otra leche por indicación del pediatra. El agregado de fórmulas lácteas es una causa importante de hipogalactia, ya que el suministro de biberones complementarios disminuye el estímulo de succión y el drenaje de los pechos, condiciones ambas imprescindibles para una buena producción de leche. La hipogalactia puede ser superada con apoyo a la madre y a la familia, con un control permanente y con lactadas más frecuentes (25). La participación activa del equipo de salud, en la promoción de la lactancia natural, en el período pre y postnatal logran resultados exitosos. (26,27).

## REFERENCIAS

1. Dwyer J. La decadencia del pecho materno: moda o comodidad? Noticias de la UNICEF N° 86: 4, 1975.
2. Vahlquist B. Tendencias actuales dentro de la frecuencia y duración de la alimentación al pecho. Bol de la IPA:44, 1976.
3. Puffer R. & Serrano C. Lactancia Materna. Boston Publ. Cient. N°262. Washington 1973.
4. OMS/UNICEF Reunión conjunta sobre alimentación del lactante y del niño pequeño. Ginebra 1979
5. Organización Mundial de la Salud. Modalidades de la lactancia Natural en la actualidad. Informe sobre el estudio en colaboración de la OMS acerca de la lactancia natural. OMS, Ginebra 1981
6. Ysunza Ogazón A. Abandono de la lactancia materna: un ejemplo de deformación médico académica. Cuadernos Médicos Sociales 23:39-52, 1983.
7. Ramos Galván R. Alimentación normal en niños y adolescentes. México, Ed. El Manual Moderno. S.A. de C.V. p.595-623, 1985.
8. Victoria CG, Barros FC & Vaughan JP. Epidemiología de la desigualdad OPS/OMS. Serie Paltex 27, p188. Washington 1992.
9. Rowland MGM. The Weanling's dilemma: Are we making progress? Acta Paediatr. Scand (Suppl)323:33-42, 1986.
10. Jelliffe BD & Jelliffe EFP. Programmes to promote breast feeding. 1st Ed. Delhi Oxford University Press 1988.
11. World Health Organization. The prevalence and duration of breastfeeding: updated information 1980-1989. WHO Weekly Epidemiol. Rec. 42:321-324, 331-335, 1989
12. OMS/UNICEF/USAID. Indicadores para evaluar prácticas de lactancia materna. Informe de Reunión Conjunta. Ginebra, 1991
13. Labbok M. & Krasovec K. Hacia la consistencia de las definiciones sobre la lactancia materna. Studies in Family Planning 21; 4:226-230, 1990.
14. Amador M., Silva L. & Valdés F. Tendencia de lactancia materna en Cuba y las Américas. Bol. Of. Sanit Panam 116(3): 204-211, 1994
15. Pérez Escamilla R. & Dewey K. Epidemiología de la lactancia materna en zonas rurales y urbanas de México. Bol. Of Sanit Panam. 114(5) 1993.
16. Marchione TJ. History of breastfeeding practices in the english speaking Caribbean in the twentieth century. Food Nutr Bull 2:9-18, 1980
17. Haustuast JGAG, Flach MLA & Worduw AC. Feeding practices during the first three months of life in Dominica. Cajanus 17:39-49, 1984.
18. Velzoboer M, Cohen J., Chávez AA & Fisher M. El estado de la lactancia materna en la República Dominicana: Prácticas y promoción. Washington DC. United States Agency for International Development, Mother Care, Lac Health and Nutrition Sustainability. 1992
19. Coreil J & Murphy JE. Dedicación materna, prácticas del amamantamiento y su duración. J Obstet Gynecol Neonatal Nurs. 17:273-278 Jul-Ago 1988

20. Villalon H & Alvarez P. Efectos a corto plazo del contacto precoz piel a piel sobre la lactancia materna en recién nacidos de términos sanos. *Rev Chil Pediatr* 64(2) 124-128, 1993.
21. Sandoval O. & Guzmán-Baya. Madre participante. *Rev Soc Bol Ped* 27:437-448, 1988
22. Avos A. Fischer PR. The influence of perinatal instruction about breast feeding on neonatal Weight Loss *Pediatric* 86:313-314, 1990
23. Righard L & Alade MO. Breast feeding and initial contact. *Lancet* 125:1105-1107, 1990
24. Pereda C & Rodríguez J. Salud y lactancia materna. *Cuadernos Médicos Sociales (Chile)* Vol XXIII (1)13:23, 1982
25. Beccar Varela C. Papel del pediatra en la promoción de la lactancia. *Arch Arg Ped.* Vol LXXIX. Nº 3: 192-203, 1981
26. Mazzi E, La Fuente J & Aramayo A. Lactancia materna en clínica privada. I. Duración intrahospitalaria. *Trabajos originales La Paz.*
27. Tembours Molina AC, Polanco Allué I & Otreo Puime A. Promoción de lactancia materna: papel del pediatra. *Pediatrica* Vol. 13 (4):141-145, 1993.

Recibido: 22-12-1994

Aceptado: 03-01-1996

## Patrón dietético e ingesta de nutrientes de niños pre-escolares de tres aldeas rurales del departamento de Santa Rosa, Guatemala

*Héctor Gamero, Marylena Arita, Jesús Bulux, Noel W. Solomons*

Centro de Estudios en Sensoriopatías, Senectud e Impedimentos y Alteraciones Metabólicas - CeSSIAM- Rama de Investigación para el Comité Nacional Prociegos y Sordos de Guatemala

**RESUMEN.** Se presentan los resultados de una evaluación nutricional encaminada a mostrar el patrón general de consumo de alimentos y la ingesta de nutrientes en 303 pre-escolares (seis a 71 meses de edad) de tres aldeas rurales de la región sur-oriental de la República de Guatemala. Esta evaluación dietética se realizó como paso previo a una intervención alimentario-nutricional en la misma área geográfica. La información dietética fue recabada entre los meses de junio a agosto de 1991 por personal del Centro de Estudios en Sensoriopatías, Senectud e Impedimentos y Alteraciones Metabólicas -CeSSIAM- utilizando dos instrumentos de recolección de datos, mediante entrevistas efectuadas en visitas domiciliarias. Las informantes fueron las madres o personas encargadas de la alimentación de los niños. Los datos obtenidos fueron convertidos inicialmente a pesos, y posteriormente a micronutrientes con el objetivo de compararlos con los estándares dietéticos establecidos para los niños de esas edades. Los resultados mostraron un patrón dietético en el que la tortilla de maíz y los frijoles resultaron ser los alimentos de mayor consumo, constituyendo, a la vez, las principales fuentes de calorías, proteínas y hierro. La ingesta de vitamina A mostró una adecuación dietética bastante baja y provino, en su mayoría, de fuentes de origen vegetal. Con excepción de proteína y hierro, las ingestas de micronutrientes estuvieron por debajo de las recomendaciones dietéticas.

Palabras Claves: Guatemala, pre-escolares, ingesta de nutrientes, patrón dietético, micronutrientes.

### INTRODUCCION

Guatemala, nación centroamericana de casi diez millones de habitantes, es un país en que la mayoría de la población vive en condiciones socio-económicas precarias, con altos índices de pobreza, analfabetismo y pobre acceso a los servicios esenciales. Los problemas de tipo nutricional son altamente prevalentes, siendo la desnutrición proteico-energética, las deficiencias de hierro, vitamina A y yodo, los que tienen importancia de salud pública (1). Tales deficiencias afectan particularmente a la población en edad pre-escolar y escolar debido a las condiciones particulares de crecimiento y desarrollo propios de estas edades, así como a otros factores, tales como el bajo peso al nacer, la duración cada vez más corta de la lactancia materna, las prácticas alimentarias durante el destete, grado de educación de los padres y las condiciones ambientales adversas. Las ingestas sub-óptimas de muchos nutrientes y la presencia de parásitos e infecciones comunes en las zonas tropicales húmedas precipitan la manifestación de tales deficiencias en un ambiente insalubre y pobre (2,3).

Al presente, existen varios métodos para evaluar la ingesta de nutrientes en diferentes grupos de población. Uno de estos métodos son las encuestas nutricionales; instrumentos que una vez validados

**SUMMARY.** Dietary pattern and nutrients intake of preschool children of three rural hamlets in the Province of Santa Rosa, Guatemala. We present here the results of a nutritional survey to show the pattern of food consumption, as well as nutrient intake, of 303 pre-school children (six to 71 months old) from three rural hamlets of the South-East region of Guatemala. This survey was performed prior to the establishment of a nutritional intervention in the same geographical area. Information was gathered from June through August 1991, by personnel from the Center for Studies of Sensory Impairment, Aging, and Metabolism (CeSSIAM) using two data collection instruments during home visits. Informants were mothers or other caretakers in charge of the children feeding. Data collected were initially converted to individual food item weight, and then, to micronutrients values. These values were used to establish their adequacy to standard requirements for children of these ages. Results showed a pattern in which corn tortilla, and beans were the most commonly consumed food items. Those items were also the relatively most important sources of calories, protein, and iron. Vitamin A intake was low, and it came mainly from plant sources. Nutrients intake was below the recommended dietary allowances, except for protein and iron.

Key words: Guatemalan pre-school children, nutrient intake, dietary pattern, micronutrients.

y aplicados por personal entrenado y estandarizado, constituyen una útil herramienta para la obtención de datos en lugares y momentos donde la aplicación de otros métodos resultaría costosa y muy difícil. Es importante destacar que al hacer evaluaciones nutricionales deben considerarse las ingestas diarias y el estado corporal de los diferentes nutrientes en un individuo o grupo de edad, así como la forma en que se modifican unos a otros por efecto de las características del individuo y de su medio ambiente.

Usando encuestas nutricionales se han hecho varios estudios sobre vitamina A en CeSSIAM; entre ellos los de Quan de Serrano (4) en ocho comunidades rurales de Guatemala, Krause (5) en un área periurbana de Guatemala y el de Zizza (6) que se llevó a cabo en la misma región que el presente estudio, el departamento de Santa Rosa. Los datos de tales encuestas sugieren ingestas deficitarias de vitamina A respecto a las recomendaciones (7).

En América Latina y el Caribe, como en casi todas partes del mundo existe una tendencia hacia la «modernización» del patrón de consumo de alimentos, procesos que en muchas situaciones no guarda correspondencia con las características naturales de nuestros países, generando por lo tanto un desplazamiento de los patrones de consumo locales basados en componentes autóctonos y tradicionales. Aunque tal situación parece ser más acentuada en el área urbana,

no debemos olvidar que también de alguna manera esta influencia se extiende al campo por medio de factores tales como los cambios en el ingreso familiar, la migración y la publicidad a través de medios masivos (8).

El presente estudio constituye una evaluación nutricional que pretende mostrar consideraciones básicas sobre el patrón general de consumo de alimentos y la ingesta de nutrientes en pre-escolares de un área específica de Guatemala.

## MATERIAL Y METODOS

**Población:** La información presentada en este trabajo forma parte de la evaluación de un proyecto de intervención nutricional realizado por la Fundación Internacional del Ojo en tres aldeas con similitudes geográficas y poblaciones del municipio de Santa Cruz Naranjo en el departamento de Santa Rosa situado en el sur-oriente de Guatemala. Se efectuó una evaluación dietética durante los meses de junio a agosto de 1991. Las aldeas estudiadas (El Teocinte, El Naranjo y Don Gregorio) son de población ladina casi en su totalidad, están localizadas a uno 66 kilómetros de la ciudad de Guatemala, a una altitud de 1175 metros sobre el nivel del mar. La mayoría de los pobladores se dedica a actividades de tipo agrícola sobre todo al cultivo de café y una fracción menor se dedica al comercio y a la manufactura de calzado.

**Métodos:** Como paso inicial se efectuó una visita a las autoridades oficiales del municipio de Santa Cruz Naranjo; posteriormente, con la presencia de estas autoridades, se realizaron reuniones comunitarias en las aldeas seleccionadas para explicar la naturaleza y procedimientos del estudio, así como para obtener el consentimiento verbal de los habitantes de las comunidades. Previo entrenamiento y estandarización, un nutricionista y una médica realizaron visitas domiciliarias a cada uno de los hogares en que había por lo menos un niño en edad pre-escolar para la obtención de los datos de campo.

La información fue obtenida a través de una entrevista con la madre o persona encargada de la alimentación de los pre-escolares e inmediatamente registrada en instrumentos de campo preparados con este propósito. Cuando la madre o persona encargada de la alimentación de los niños no se encontró en los hogares visitados, los encuestadores regresaron en otra oportunidad. Ha sido demostrado que los datos de recordatorios dietéticos muestran alta correlación con el peso de los alimentos ingeridos por los niños, cuando son estas personas las que proporcionan la información solicitada (9,10). Los instrumentos para la recolección de los datos dietéticos fueron: 1) un recordatorio de consumo de alimentos de 24 horas, y 2) un cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos ricos en vitamina A (11). Tomando en cuenta las principales fuentes de error en que se incurre con la aplicación del recordatorio de consumo de alimentos de 24 horas, como son los errores de memoria, la utilización de recetas promedio y la falta de precisión de las medidas de alimentos y preparaciones (9,10), durante la entrevista se utilizó un juego de utensilios empleados para servir alimentos, con características similares a los utilizados en los hogares de esa región. La información registrada en el recordatorio de consumo de alimentos de 24 horas fue convertida, en forma manual, a gramos de alimentos, utilizando una lista de pesos y medidas que fue elaborada en forma previa con pesos promedio de alimentos y preparaciones de las comunidades estudiadas. Estos pesos fueron determinados con una balanza dietética (Ohaus, Lum-O-Gram, Ohaus Scale Corp., New Jersey) con sensibilidad de 2 gramos.

Se creó un archivo de datos con el paquete estadístico Epi Info (12). Posteriormente las ingestas de alimentos fueron convertidas a nutrientes, usando como base la Tabla de Composición de Alimentos para uso en América Latina (13). Los cálculos para adecuación de ingestas de nutrientes específicos se realizaron para cada sujeto según las recomendaciones para su grupo de edad. En el caso de vitamina A, se hizo la corrección por carotenoides para el cálculo de equivalentes de retinol por alimento. El análisis de datos incluye estadísticas descriptivas para las características generales de la población así como para los nutrientes de la dieta.

## RESULTADOS

**Características generales de la población:** La población estudiada consistió de 303 niños de seis a 71 meses de edad, con promedio de  $38 \pm 19$  meses. De todos los niños estudiados únicamente 18 (6 %), con edades entre seis y 17 meses, recibían lactancia materna, en forma exclusiva o en combinación con otros alimentos; de los niños no alimentados al seno materno 65 % fueron menores de un año. Los datos relacionados con las características generales de la población estudiada se muestran en la Tabla 1.

TABLA 1  
Características generales de la población

COMUNIDAD	SEXO		EDAD (MESES)				DE
	M	F	MIN	MAX	%	±	
El Teocinte	83	85	6	71	37	±	18
El Naranjo	45	67	6	71	40	±	19
Don Gregorio	14	9	7	70	38	±	22
Total	142	161	6	71	38	±	19

**Patrón dietético:** El patrón general de consumo de alimentos fue elaborado en función de la frecuencia de consumo para cada alimento individual y expresada como porcentaje del total de alimentos reportados. En la Figura 1, se muestran los doce alimentos reportados con mayor frecuencia de consumo. La tortilla de maíz y los frijoles se constituyeron en las dos principales fuentes de calorías, proteínas y hierro (Figuras 2 y 3 respectivamente). Fuentes nutricionales importantes tales como huevo, aceite y queso seco aparecen en la segunda mitad o parte baja de este patrón general de consumo, mientras que los alimentos que aparecen en la parte media del mismo (Figura 1) no constituyen fuentes importantes de nutrientes.

**Ingesta de nutrientes:** La ingesta energética reportada de los sujetos estudiados osciló entre 105 y 4815 kcal/día con una mediana de 918 kcal/día, que representa una adecuación mediana de 63 % de acuerdo a las recomendaciones establecidas para los niños de estas edades. La ingesta proteínica osciló entre 1 y 167 g/día con una ingesta mediana de 28 g/día, lo que significa una adecuación mediana igual a 129 %. La ingesta de grasa total de los alimentos es sumamente variable: entre 1.3 y 232 gramos, con mediana de 19 gramos por día.

La mediana del aporte dietético de calcio fue de 478 g/día, y la de fósforo fue de 556 g/día, lo que se traduce en adecuaciones de 60 % y 70 % respectivamente. La adecuación dietética mediana de hierro en el grupo estudiado resultó estar por encima del cien por ciento (11 mg/día, equivalente a 127 % de lo recomendado) (Tabla 2). La información de este mismo cuadro muestra que entre las vitaminas hidrosolubles, la tiamina alcanzó el mejor porcentaje de adecuación

dietética (85 %), mientras que la riboflavina, niacina y vitamina C mostraron valores que están por debajo de las recomendaciones establecidas para los niños de esta edad. La vitamina A cubrió menos de un tercio de las recomendaciones establecidas para este grupo de edad, siendo el aporte de vitamina A preformada (retinoides) del orden de 42% del total de la vitamina A ingerida, con 58 % de la misma proveniente de fuentes vegetales (carotenoides).

FIGURA 1  
Patrón general de alimentos. Doce alimentos cuyo consumo fue reportado con mayor frecuencia

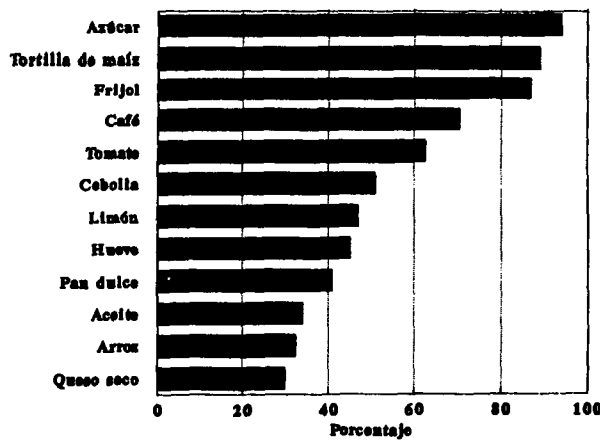


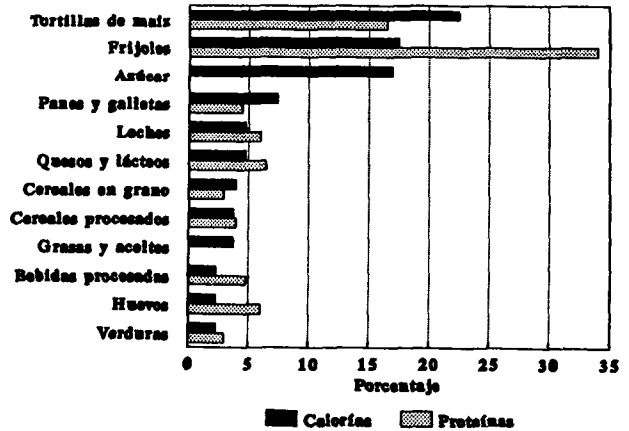
TABLA 2  
Ingesta diaria de minerales y vitaminas en la población estudiada

Nutriente	Ingesta Diaria			Porcentaje de adecuación		
	X	±	DE Mediana	Min	Max	Med.
Calcio (mg)	594	± 502	478.0	1	- 567	60
Fósforo (mg)	642	± 401	556.0			70
Hierro (mg)	12	± 7	11.0	4	- 520	127
Tiamina (mg)	0.6	± 0.5	0.5	6	- 1004	85
Riboflavina (mg)	0.5	± 0.4	0.4	3	- 452	43
Niacina (mg)	5.7	± 6.0	4.0	2	- 647	37
Vitamina C (mg)	27.5	± 36.0	15.0	0	- 531	37
Vitamina A (ER)	257	± 441	50.0	1	- 830	30

Con excepción de los frijoles, el aporte calórico de esta población provino de cereales y carbohidratos refinados (Figura 2). Las tortillas de maíz, los frijoles, el azúcar y los panes y galletas contribuyeron aproximadamente con el 70 % del valor calórico total del grupo de los doce primeros alimentos.

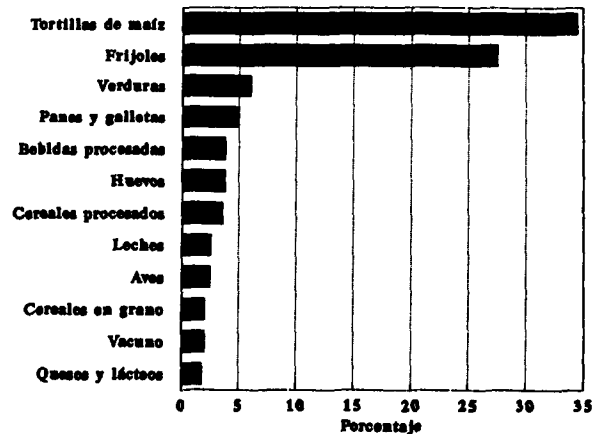
Los frijoles constituyeron la fuente principal de proteínas con un aporte de 34 % (Figura 2); mientras que las tortillas de maíz, el queso y otros derivados lácteos, las leches y los huevos, fueron los otros alimentos que en orden descendente aportaron cantidades sustanciales de proteínas. Las verduras no parecen constituir fuentes importantes de calorías y proteínas para esta población, situación que contribuye a la inadecuación de ingesta de vitamina C y carotenoides provitamina A.

FIGURA 2  
Contribución porcentual de diversos alimentos a la ingesta de calorías y proteínas



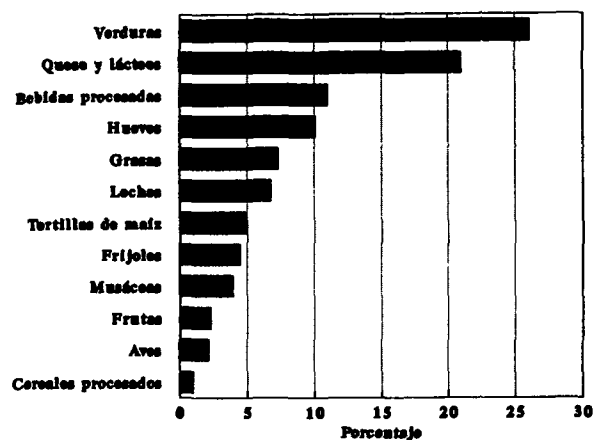
La mayor parte del hierro consumido provino de fuentes de origen vegetal (Figura 3), siendo las tortillas de maíz y los frijoles los alimentos de mayor contribución con valores de 35 % y 28 % respectivamente. Los únicos dos alimentos fuentes de hierro hemínico (aves y vacuno) aparecen en el noveno y décimo primer lugar de esta figura con una contribución de hierro de solamente un 4 % dentro del grupo de los doce alimentos más frecuentemente consumidos.

FIGURA 3  
Contribución porcentual de diversos alimentos a la ingesta diaria de hierro



La figura 4 muestra las principales fuentes de vitamina A y su contribución porcentual a la cantidad de vitamina ingerida por día. Aunque el primer lugar está ocupado por fuentes de naturaleza carotenoide, existe una importante contribución de alimentos fuentes de vitamina A preformada.

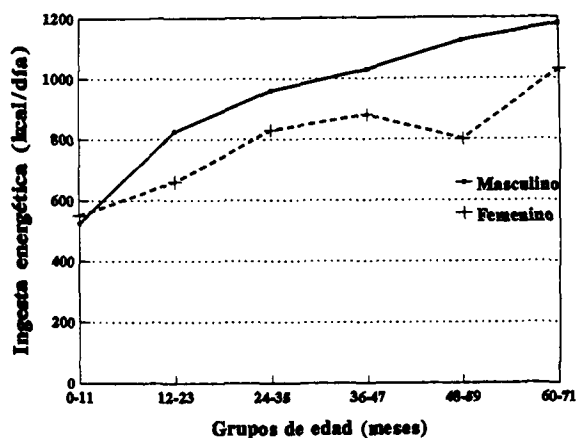
**FIGURA 4**  
Contribución porcentual de distintos alimentos a la ingesta total diaria de vitamina A.



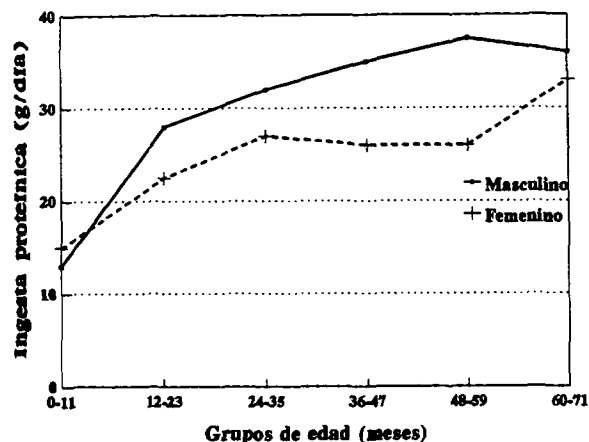
**Ingesta y Edad:** Cuando la población estudiada fue categorizada por sexo y grupo de edad (Figura 5) se pudo apreciar que en forma general hay un mayor consumo energético conforme aumenta la edad para cada uno de los sexos. Cuando se hizo una comparación entre sexos, las medianas de ingesta calórica para cada grupo resultaron consistentemente mayores para los varones. En esta misma figura puede apreciarse que la mediana de ingesta calórica del último grupo de edad femenino mostró un incremento considerable con respecto al grupo inmediato anterior. Una situación muy similar resultó, cuando se hizo una comparación de las medianas de la ingesta proteínica entre los dos sexos (Figura 6).

**Vitamina A por comunidad:** Al hacer una comparación de la ingesta total de vitamina A entre las tres aldeas estudiadas, la ingesta de la comunidad de El Naranjo resultó ser mayor y estadísticamente diferente de la población de Don Gregorio. El aporte de retinol preformado, sin embargo, no resultó significativamente diferente entre las tres comunidades.

**FIGURA 5**  
Mediana de ingesta calórica de distintos grupos de edad por sexo



**FIGURA 6**  
Mediana de ingesta proteínica de distintos grupos de edad por sexo.



**DISCUSION**

El patrón dietético de una población, que en casi todos los grupos constituye un complejo sistema de valores que condiciona positiva o negativamente su estado de nutrición, está determinado por una serie de factores. Entre estos se puede mencionar: 1) la ocupación principal o medio de subsistencia de sus integrantes; 2) el comportamiento alimentario transmitido de generación en generación; 3) la educación alimentaria de las madres o personas encargadas de la alimentación de la familia y de los niños; 4) la misma percepción cultural de los alimentos en un contexto determinado (14,15,16).

En el presente estudio el patrón general de consumo alimentario mostró que la tortilla de maíz y los frijoles son los alimentos de consumo más frecuente, situación reportada desde varios años atrás por estudios realizados con relación a patrones alimentarios en poblaciones rurales de las zonas sur y central de Guatemala (17,18). En función de lo anteriormente señalado estos dos alimentos constituyeron las principales fuentes de calorías, proteínas y hierro entre los pre-escolares evaluados: situación que se traduce en un efecto positivo únicamente con relación al aporte calórico, ya que aunque las adecuaciones dietéticas para proteínas y hierro mostraron valores bastante altos, estos alimentos no constituyen las mejores fuentes para ambos nutrientes y su consumo en el medio rural se muestra bastante alejado de las proporciones óptimas para el aprovechamiento de las proteínas que estos contienen. En el caso de la ingesta proteínica, sin embargo, otros alimentos como el queso, la leche, los huevos y la carne de aves de corral, mostraron contribuciones sustanciales, lo que sí podría tener implicaciones nutricionales de carácter positivo en la población evaluada con relación a este nutriente. La ingesta calórica del grupo evaluado (mediana de 918 kcal/día) reportó una adecuación de 63 %, lo que indica que aunque algunos niños tuvieron ingestas calóricas superiores a las 4500 kcal/día, una buena proporción de estos pre-escolares no llegaron a cubrir sus requerimientos calóricos diarios (19). La adecuación dietética de proteínas que mostró en cambio una mediana de 129 % (Tabla 2), podría ser explicada en términos del alto consumo de frijoles por parte de los pre-escolares de esta región cuyo resultado se traduce en una alta proporción de proteína vegetal.

Las ingestas de todos los micronutrientes en los niños evaluados fueron más bajas que las recomendadas, excepto la correspondiente al hierro cuya cifra mediana fue de 127 %. Esta situación concuerda con la reportada por Flores et al (20), en un estudio realizado en tres comunidades del departamento de Sacatepéquez en 1964, y podría ser causada por el aporte de hierro proveniente de fuentes de origen vegetal entre las que destaca el binomio maíz-frijol, con una contribución del 66 % dentro del grupo de las doce primeras fuentes. La contribución del hierro hemínico proveniente de la carne de res resultó sumamente baja dentro de este mismo grupo de alimentos (menos de un 2 %), lo que da base para afirmar que la ingesta total de hierro registrada, no refleja la biodisponibilidad de este micronutriente entre este grupo de pre-escolares. El bajo aprovechamiento del hierro podría acentuarse si se considera que en la dieta evaluada hay una ingesta deficiente de ácido ascórbico y en cambio existe un alto contenido de fibra que junto al café representan factores adversos con relación a la biodisponibilidad de este nutriente (21,22,23). El café es una bebida que de acuerdo a los hábitos alimentarios de esta región es introducido a temprana edad entre todos los componentes del grupo familiar.

Los resultados de este estudio mostraron que la adecuación dietética mediana de Vitamina A (30 %) resultó muy baja con relación a las recomendaciones establecidas para los niños de esta edad (7) y que la vitamina ingerida no es de la mejor calidad, si se toma en cuenta que alrededor de un 60 % del aporte dietético de este nutriente fue suministrado como carotenoides (24). Estos hallazgos son similares a los encontrados en estudios anteriores en pre-escolares urbanos y rurales (4,5), y el de Zizza (6) con pre-escolares de una aldea del departamento de Santa Rosa muy cercana a las comunidades evaluadas en el presente estudio. La única diferencia entre los datos de este estudio y el de los pre-escolares rurales y urbanos, radica en el consumo de hígado de res por parte de estos últimos, situación que podría atribuirse a factores tales como disparidad en el nivel socio-económico, diferente disponibilidad y accesibilidad a alimentos y hábitos alimentarios propios de cada región (8).

Con relación a las fuentes vegetales de vitamina A es importante recordar la baja eficiencia de bioconversión que tienen las formas de provitamina A que se ingieren como parte de la dieta diaria, sobre todo en poblaciones que tienen una dieta muy pobre en grasa y proteína y alta en fibra (24). Algunas pruebas de correlación realizadas entre valores de vitamina A sérica y actividad de vitamina A proveniente de fuentes dietéticas han revelado que la utilización de esta última se reduce aún más en niños menores de 2 años de edad.

Cuando se estableció una comparación entre las tres aldeas estudiadas, la ingesta total de vitamina A de El Naranjo resultó ser significativamente mayor a la de Don Gregorio ( $p < 0.10$ ), pero no a la de El Teocinte, la aldea con el mayor número de habitantes y más alejada de los principales lugares o sitios de compra de alimentos. Es importante destacar que existe una tendencia hacia un mayor consumo de vitamina A preformada en la aldea de El Naranjo, situación que podría obedecer a las facilidades de comunicación de esta aldea con los lugares de mayor disponibilidad de alimentos fuentes de la vitamina proveniente de productos animales.

## REFERENCIAS

- Bulux J & Hernández AA. Situación de la deficiencia de micronutrientes en Guatemala. En: Tercer Taller Regional sobre deficiencias de vitamina A y otros micronutrientes en América Latina y el Caribe. VITAL (Ed). Arlington, VA VITAL/ISTI. 1993.
- Scrimshaw NS., Taylor CE. & Gordon JE. Interactions of nutrition and infection. WHO Monograph Series N° 57. WHO, Geneva, 1957.
- Chandra RK. Nutrition, immunity and infection: present knowledge and future directions. *Lancet*, 1:688-691, 1983.
- Quan de Serrano J. & de González L. Intake of dietary vitamina A by rural and urban Guatemalan preschool children: patterns of consumption of retinol and provitamin A sources. XIV IVACG Meeting. IVACG/The Nutrition Foundation, Washington p.100. 1991.
- Krause VM. The vitamin A contents of sugar and a pictorial method for estimating pre-school children's vitamin A intake in peri-urban Guatemala. Tesis (M.Sc. Nutrición), Departamento de Nutrición, Universidad de Montréal, Canadá, 1992.
- Zizza C.A. Influence of household food strategies on vitamin A intakes of rural Guatemalan children. Tesis (M.Sc. Nutrición), Departamento de Nutrición y Ciencias de Alimentos, Universidad de Arizona, EE.UU. 1990.
- Grupo Mixto FAO/OMS de Expertos. Necesidades de vitamina A, hierro, folato y vitamina B12. Estudios FAO Alimentación y Nutrición, N° 23. FAO, Roma, 1991.
- Tagle MA. Cambios en el patrón de consumo de alimentos en América Latina. En: Metas nutricionales y guías de alimentación para América Latina. Bases para el desarrollo. Caracas, Venezuela, Fundación Cavendes, 1987.
- Klesges RC, Klesges RM, Brown G. & Frank G.C. Validation of the 24 hour dietary recall in preschool children. *J Am Diet Assoc.* 87:1383-1385, 1987.
- Ferguson E.L., Gibson R.S. Ounpuu S.J. & Sabry H. The validity of the 24 hour recall for estimating the energy and selected nutrient intake of a group of rural Malawian preschool children. *Ecol. Food Nutr.* 23:173-185, 1989.
- Krall EA & Dawyer J. Validity of a food frequency questionnaire and a food diary in a short-term recall situation. *J. Am. Diet Assoc.* 87:1374-1376, 1987.
- Dean AG, Dean JA, Burton AH & Dicker RC. Epi Info, Version 5: a word processing, database and statistics program for epidemiology on microcomputers. USD, Incorporated, Stone Mountain GA. 1990.
- Wu-Lueng W-T. & Flores M. Tabla de Composición de Alimentos para uso en América Latina. Interdepartmental Committee of Nutrition of the National Defense, National Institute for Arthritis and Metabolic Disease, National Institute of Health, Bethesda, MS, USA. & Instituto de Centro América y Panamá, Guatemala, pp 132. 1961.
- Cherian A. Attitudes and practices of infant feeding in Zaria, Nigeria. *Ecol. Food Nutr.* 11:75-80, 1981.
- Murcott A. Cultural perceptions of a food and eating: obstacles to change?. *Ecol. Food Nutr.* 27:283-289, 1992.
- Tsuguyoshi S., Mitsuko O., Hiroshi K., Masaki M. & Takemoto T. Changing food consumption of Japanese immigrants in the lowland of Bolivia. *Ecol. Food and Nutr.* 11, 103-115, 1981.
- Araya H., Flores M. & Arroyave G. Nutritive value of basic foods and common dishes of the Guatemalan rural populations. A theoretical approach. *Ecol. Food Nutr.* 11:171-176, 1981.
- Behar M., Arroyave G., Flores M. & Scrimshaw N. The nutritional status of children of pre-school age in the Guatemalan community of Amatitlan. *Brit. J. Nutr.* 14:217-229, 1960.
- Organización Mundial de la Salud. Necesidades de energía y proteínas. Informe de una reunión consultiva conjunta FAO/OMS/UNU de expertos. Serie de Informes Técnicos N° 724. OMS, Ginebra, 220p. 1985.
- Flores M., García B., Flores Z. & Lara MY. Annual pattern of family and children's diet in three Guatemalan indian communities. *Brit. J. Nutr.* 18:281-293, 1964.
- Fairbanks VF & Beutler E. Iron. En: *Modern Nutrition in Health and Disease*. 7a. Edición. Shils ME & Young VR (Eds.). Philadelphia, Lea and Febiger, 1988.
- Hallberg L. & Rossander L. Improvement of iron nutrition in developing countries: comparison of adding meat, soy protein, ascorbic acid, citric acid and ferrous sulfate on iron absorption from a simple Latin American-type of meal. *Am. J. Clin. Nutr.* 39:577-583, 1984.
- Moron C., Kremenchuzky S., Passamait M., de Rivera S., de Galindez G. & Gershovich C. Absorción de hierro en la dieta habitual de una población de nivel socioeconómico bajo. *Arch. Latinoamer. Nutr.* 35:276-285, 1985.
- Solomons NW & Bulux J. Plant sources of provitamin A and human nutritive. *Nutr. Rev.* 51:199-204, 1993.
- Olson JA. Vitamin A. En: *Present knowledge in nutrition*. 6a. Edición. Brown ML (Ed). Washington DC, ILSI/Nutrition Foundation, 1990.

Recibido: 05-08-1994

Aceptado: 22-02-1996

## Factores aterogénicos de la dieta de la población costarricense, 1991

*Nuria Rodríguez Herrera, Ana Gladys Aráuz, Norma Meza Rojas y Marlene Roselló Araya*

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

**RESUMEN.** El presente estudio analiza los factores aterogénicos de la dieta de la población costarricense en diferentes grupos poblacionales y geográficos. Para ello se utilizan los datos de la II Encuesta Nacional sobre Consumo Aparente de Alimentos realizada en 1991.

Los resultados muestran que a nivel nacional, el aporte de las grasas a la ingesta energética total fue superior a las recomendaciones. Asimismo, la contribución de la grasa saturada sobrepasa el límite establecido para la prevención de la enfermedad cardiovascular y, por el contrario, el aporte de grasa poliinsaturada fue inferior. Esta situación conlleva a una relación P/S de 0.3, valor que es considerado aterogénico. Dicho resultado se presenta en todas las zonas geográficas y condiciones socioeconómicas del país. El consumo de colesterol se considera como adecuado. El índice CSI de la mayoría de las dietas estudiadas fue alto, situación semejante a reportes de otros países donde la enfermedad cardiovascular es la primera causa de muerte. El consumo de fibra dietética se encuentra cerca del límite inferior de la recomendación diaria. Asimismo, el consumo de las vitaminas C y E muestra valores normales, mientras que de vitamina A es deficiente.

El principal alimento que contribuye a la ingesta de los tres tipos de grasa, así como de la vitamina E, fue la manteca vegetal, debido a su alto consumo en la población. El huevo es el alimento que aporta la mayor cantidad de colesterol a la dieta y la fibra dietética es aportada principalmente por los frijoles. En conclusión, la dieta de la población costarricense presenta desbalance dietético por lo que puede ser considerada un factor de riesgo aterogénico.

**SUMMARY.** Aterogenic risk factors in the diet of Costa Rican Population, 1991. The present study analyzes the aterogenic factors of the diet of the Costa Rican population in various population and geographic groups. Data utilized was obtained from the Second National Survey on Apparent Food Consumption, 1991. Results found that on the national level consumption of fats, in relation to total caloric intake was higher than recommended levels. Likewise, the percentage of saturated fats exceeds the established recommendations for prevention cardiovascular disease, and the intake of polyunsaturated fats was inferior to recommended levels. P/S ratio was 0.3, a value within the range considered to be aterogenic. Cholesterol intake is considered to be adequate. Cholesterol-Saturated-Index (CSI) of the majority of the diets studied was high, as reported in similar situation in other countries where cardiovascular disease is likewise the first cause of death. Dietary fiber was found to be in the lower levels of the daily recommendations. Also, the intake of vitamin C and E shows normal values, while intake of vitamin A is deficient. The principal source of three types of fat in the diet, as well as vitamin E, was shortening made from palm oil, which in spite of not being a rich source of unsaturated fatty acids, the consumption of it is high. Egg is the main source of cholesterol and dietary fiber is primarily obtained from beans. In conclusion, the Costa Rican diet presents a nutritional imbalance which can be considered an aterogenic risk factor for cardiovascular disease.

### INTRODUCCION

En Costa Rica la enfermedad cardiovascular ha representado en los últimos años la primera causa de muerte, de estas enfermedades el 50 % corresponde a la cardiopatía isquémica del corazón (1).

Diferentes estudios epidemiológicos, experimentales y de intervención han establecido la asociación de la dieta con esta enfermedad (2,3). Especial interés ha recibido la ingesta de aquellos alimentos que pueden modificar la concentración de colesterol sanguíneo y de esta forma prevenir o acelerar el desarrollo de la aterosclerosis (4,5).

Se ha demostrado el efecto hipercolesterolémico de las dietas altas en grasa saturadas y colesterol, debido probablemente a la supresión de los receptores de LDL-colesterol; por el contrario, las grasas poliinsaturadas y monoinsaturadas tienen la propiedad de disminuir los niveles de LDL-colesterol, por su efecto en la activación de los receptores para esta lipoproteína (6,7,9,10,11,12,13).

Es importante destacar el papel que juega el consumo de fibra dietética soluble como un factor que disminuye el nivel de colesterol plasmático (14,15,16). Además, estudios recientes han identificado a la vitamina E como protectora de esta enfermedad, al actuar como antioxidante de las LDL-colesterol, involucradas en el desarrollo de la aterosclerosis (17,18).

En Costa Rica, se ha realizado solamente un estudio que analiza el consumo de dichos elementos en el área metropolitana de San José, cuyos hallazgos no permiten hacer inferencias a la dieta del resto del país. (19).

La presente investigación tiene como objetivo analizar los factores aterogénicos de la dieta de la población costarricense a nivel nacional, por grados de urbanización, regiones de planificación, deciles de ingreso económico familiar y estratos socioeconómicos. Esto con el fin de poder elaborar programas educativos para la prevención de dicha enfermedad.

### METODOLOGIA

El presente estudio consistió en un análisis de los datos de la II Encuesta Nacional sobre Consumo Aparente de Alimentos, realizada en el año 1991 (20).

Para el desarrollo de esta encuesta se utilizó la metodología sobre Consumo Aparente de Alimentos diseñada en el año 1988 (21). La encuesta se realizó en 7.205 hogares distribuidos en todo el territorio nacional, con el grado de desagregación requerido.

Las variables consideradas en este estudio fueron: grado de urbanización, estrato socioeconómico para la zona urbana del país,

regiones de planificación y deciles de ingreso económico familiar. Se consideraron además, aquellos elementos de la dieta que se han identificado con el desarrollo de la enfermedad cardiovascular, como son: consumo de carbohidratos, grasa total y por tipo, colesterol, fibra dietética y vitaminas E, A y C, índice de grasa saturada-colesterol (CSI) y relación grasa poliinsaturada-saturada (P/S).

Los alimentos estudiados fueron: arroz, derivados del trigo, derivados del maíz, frijoles, grasas y aceites, azúcar, leches, carnes, embutidos, huevos, quesos, café y algunas frutas, vegetales y raíces, tubérculos y plátanos.

Los datos sobre consumo de alimentos se obtuvieron en peso neto per cápita (gramos) y en promedio a nivel nacional y para los diferentes niveles de desagregación.

Para obtener los elementos aterogénicos de las dietas analizadas y determinar las diferencias existentes se utilizó la tabla de composición de alimentos de la USDA adaptada para Costa Rica.

Los resultados se compararon con las recomendaciones nutricionales establecidas para América Latina (22) y las recomendaciones para la prevención de enfermedad cardiovascular de la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos (23,24).

## RESULTADOS

La composición nutricional de las dietas analizadas en relación con los elementos reportados como relevantes en la enfermedad cardiovascular se presentan en las Tablas 1, 2 y 3.

En relación con el aporte de carbohidratos a la ingesta energética total, se observa que este nutriente se encuentra dentro de los límites normales establecidos en las recomendaciones dietéticas para población normal (50-60 %) en la mayoría de las dietas, a excepción de los hogares pertenecientes a los deciles de ingreso 1 y 2, en donde este aporte alcanza un 64 %.

A nivel nacional la grasa total aporta un 29% de las calorías diarias, encontrándose por encima de las recomendaciones establecidas para América Latina (25 %). En los hogares del estrato alto de la zona urbana del país se presenta el aporte mayor de grasas (35 %). Este se incrementa conforme aumenta el decil de ingreso, superando las recomendaciones en todos los deciles.

A nivel nacional, la grasa saturada sobrepasa las recomendaciones establecidas para América Latina (<8 %), situación contraria ocurre

con la grasa poliinsaturada que se encuentra muy por debajo (3.6 %) de lo recomendado. En relación con la grasa monoinsaturada, el aporte de ésta, se encuentra dentro de las recomendaciones (>8 %). Por grado de urbanización, se mantiene el mismo patrón del nivel nacional, sin presentar diferencias entre la zona urbana y rural (Tabla 1).

TABLA 1

Composición nutricional de la dieta del costarricense en relación con enfermedad cardiovascular a nivel nacional, por grado de urbanización y estrato socioeconómico para la zona urbana del país. Costa Rica, 1993

ELEMENTO	GRADO DE URBANIZACION			ESTRATO SOCIOECONOMICO		
	Nacional	Urbano	Rural	Alto	Medio	Bajo
Energía (kcal)	2322,0	2250,0	2407,0	2193,0	2308,0	2231,0
Carbohidratos (%)	60,0	58,0	62,0	52,0	56,0	59,0
Grasa (%)	29,0	31,0	28,0	35,0	32,0	30,0
Grasa Saturada (%)	12,6	13,0	12,3	13,5	13,1	13,0
Grasa Monoinsaturada (%)	11,0	11,8	10,2	13,5	12,2	11,3
Grasa Poliinsaturada (%)	3,6	4,0	3,2	5,3	4,3	3,6
Colesterol (mg)	218,0	248,0	190,0	310,0	276,0	226,0
Relación P/S*	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3
Índice CSI**	43,7	45,3	42,6	48,6	47,8	43,7
Fibra (g)	24,9	23,0	26,9	22,3	23,5	22,8
Vitamina A (RE)	737,0	907,0	569,0	1235,0	1056,0	796,0
Vitamina C (mg)	69,8	81,5	57,8	110,0	92,9	72,2
Vitamina E (mg)	21,4	21,2	21,8	25,4	22,6	19,9

Datos derivados a partir de la II Encuesta Nacional sobre Consumo Aparente de Alimentos, Costa Rica, 1991.

\* Relación P/S. Ácidos grasos poliinsaturados/ácidos grasos saturados.

\*\* Índice CSI: Índice grasa saturada/colesterol

Por estrato socioeconómico para la zona urbana del país, el aporte de los tres tipos de grasa en los estratos medio y bajo es similar al comportamiento observado en los hogares de la zona urbana. Cabe destacar que en los hogares del estrato alto se presenta un ligero aumento en el consumo de grasas monoinsaturada y poliinsaturada (Tabla 1). Asimismo, por deciles de ingreso se observa una tendencia de aumentar el consumo de los tres tipos de grasa conforme se incrementa el decil de ingreso (Tabla 2).

TABLA 2

Composición nutricional de la dieta del costarricense en relación con enfermedad cardiovascular según deciles de ingreso económico familiar. Costa Rica, 1993

ELEMENTO	DECILES DE INGRESO									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Energía (Kcal)	2274,0	2421,0	2271,0	2312,0	2284,0	2334,0	2330,0	2336,0	2401,0	2326,0
Carbohidratos (%)	64,0	64,0	62,0	61,0	60,0	60,0	59,0	59,0	59,0	56,0
Grasa (%)	27,0	26,0	28,0	29,0	29,0	29,0	30,0	30,0	31,0	33,0
Grasa Saturada (%)	12,0	11,6	12,3	12,5	12,6	12,8	12,9	13,0	12,8	13,3
Grasa Monoinsaturada (%)	9,7	9,7	10,1	10,7	10,7	10,8	11,2	11,3	11,5	12,3
Grasa Poliinsaturada (%)	3,1	3,2	3,1	3,5	3,3	3,4	3,4	3,7	3,8	4,4
Colesterol (mg)	146,0	170,0	184,0	209,0	205,0	219,0	217,0	237,0	240,0	282,0
Relación P/S*	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Índice CSI**	37,8	40,1	40,6	42,9	42,5	44,4	44,5	45,9	46,5	48,8
Fibra (g)	27,3	27,7	25,0	25,5	23,7	24,6	23,9	24,2	25,1	24,4
Vitamina A (RE)	394,0	517,0	491,0	759,0	681,0	681,0	713,0	809,0	851,0	1047,0
Vitamina C (mg)	43,8	54,9	48,4	66,0	62,1	66,7	68,9	73,0	76,6	99,8
Vitamina E (mg)	21,8	22,4	20,1	21,1	20,4	20,5	20,3	21,5	22,6	23,3

Datos derivados de la II Encuesta Nacional sobre Consumo Aparente de Alimentos, Costa Rica, 1991

\* Relación P/S. Ácidos grasos poliinsaturados/ácidos grasos saturados

\*\* Índice CSI: Índice grasa saturada/colesterol

Cabe destacar que no se presentan diferencias importantes entre las diferentes regiones del país. (Tabla 3).

TABLA 3

Composición nutricional de la dieta del costarricense en relación con enfermedad cardiovascular según Regiones de Planificación Costa Rica, 1993

ELEMENTO	GRADO DE URBANIZACION					
	Central	Chorotega	Pac. Central	BruncaH.	Atlantica	H. Norte
Energía (kcal)	2272,0	2365,0	2478,0	2232,0	2724,0	2367,0
Carbohidratos (%)	60,0	62,0	60,0	62,0	59,0	61,0
Grasa (%)	30,0	28,0	29,0	28,0	31,0	28,0
Grasa Saturada (%)	12,6	13,0	12,8	12,5	13,0	12,8
Grasa Monoinsaturada (%)	11,2	10,2	11,0	10,2	11,5	10,4
Grasa Poliinsaturada (%)	3,7	3,1	3,6	3,2	4,0	3,2
Colesterol (mg)	233,0	182,0	214,0	171,0	232,0	194,0
Relación P/S*	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2
Índice CSI**	43,7	43,7	46,2	39,8	51,2	43,6
Fibra (g)	24,3	25,6	24,4	26,0	27,2	26,9
Vitamina A (RE)	855,0	462,0	587,0	480,0	727,0	533,0
Vitamina C (mg)	76,5	36,6	54,4	60,6	79,5	62,4
Vitamina E (mg)	20,5	21,6	23,9	21,1	28,3	21,7

Datos derivados de la II Encuesta Nacional sobre Consumo Aparente de Alimentos, Costa Rica, 1991.

\* Relación P/S. Acidos grasos poliinsaturados grasos saturados.

\*\* Índice CSI: Índice grasa saturada/colesterol

La relación P/S es de 0.3 a nivel nacional, manteniéndose similar en los hogares de los diferentes grupos poblacionales estudiados.

El consumo de colesterol se encuentra dentro de las recomendaciones diarias establecidas (menor de 300 mg), excepto en los hogares del estrato alto de la zona urbana del país.

El CSI muestra valores de riesgo aterogénico en todas las dietas analizadas. Los valores más altos se presentaron en los hogares de la región Huetar Atlántica, del estrato alto del decil 10.

Con respecto al consumo de fibra dietética total, en todos los casos se encuentra cerca del límite inferior de lo recomendado (25 g). Esta cifra es mayor en los hogares de la zona rural, en los deciles de ingreso inferiores y en la región Huetar Atlántica.

El consumo de vitamina A muestra valores inferiores a las recomendaciones en los hogares de la zona rural y de los deciles de ingreso menor. Las regiones Chorotega y Brunca presentan los valores más bajos.

Con respecto a la Vitamina C y E, ambas sobrepasan las recomendaciones a nivel nacional y en todas las áreas geográficas y niveles socioeconómicos del país.

En las Tablas 4, 5 y 6 se muestran los principales alimentos fuente de los nutrientes relacionados con enfermedades cardiovasculares a nivel nacional y para cada uno de los grupos poblacionales del estudio.

El principal alimento contribuyente al consumo de grasa saturada a nivel nacional fue la manteca vegetal seguido por la leche. El aporte de manteca vegetal fue mayor en los hogares de la zona rural (18 g) con respecto a los de la zona urbana (13.1 g). Asimismo, estuvo incrementado en los hogares de las regiones Chorotega y Huetar Atlántica y en los del estrato bajo. Por deciles de ingreso económico este aporte presenta una tendencia descendente conforme disminuye

el nivel de ingreso.

La manteca vegetal constituye de nuevo la principal fuente de grasa monoinsaturada, a excepción de los hogares del estrato socioeconómico alto, donde este alimento es sustituido por el aceite vegetal.

A nivel nacional, en los hogares de la zona rural, de todas las regiones de planificación, del estrato socioeconómico bajo y de los nueve deciles de ingreso inferiores, la manteca vegetal sigue siendo el principal contribuyente al consumo de grasa poliinsaturada. Cabe destacar que en los hogares de la zona urbana, de los estratos socioeconómico alto y medio y en los del decil diez, el aceite vegetal desplaza a la manteca vegetal.

Con relación al consumo de colesterol, el huevo y la leche son las principales fuentes de este nutriente para todos los grupos poblacionales.

En todas las dietas, la vitamina E está siendo aportada principalmente por la manteca vegetal, a excepción de los hogares del estrato socioeconómico alto y en los del decil diez, en los cuales el aceite es la primera fuente.

Los frijoles son el principal alimento que aporta fibra dietética, sin mostrar variaciones en las diferentes dietas. El aporte de los diferentes grupos de alimentos a la ingesta total de fibra se muestra en la Tabla 7. El aporte de fibra proveniente de los grupos de las raíces, tubérculos y plátanos, los vegetales y las frutas es limitado en todos los casos.

TABLA 4

Contribución de los principales alimentos al consumo de nutrientes asociados con enfermedad cardiovascular a nivel nacional, por grado de urbanización y estrato socioeconómico para la zona urbana del país Costa Rica, 1993

Elemento	Grado de Urbanización			Estrato Socioeconómico		
	Nacional	Urbano	Rural	Alto	Medio	Bajo
<b>Grasa Saturada (g)</b>						
Manteca	15,5	13,1	18,8	6,4	11,6	14,7
Leche	4,4	4,8	4,4	5,9	5,1	4,6
<b>Grasa Monoinsaturada (g)</b>						
Manteca	11,7	9,8	13,5	-	8,8	11,1
Margarina	3,6	4,3	2,8	5,4	4,7	4,0
Aceite	-	-	-	7,3	-	-
<b>Grasa Poliinsaturada (g)</b>						
Manteca	2,9	2,5	3,4	1,2	2,2	2,8
Aceite	1,9	2,7	1,1	6,4	3,6	1,8
<b>Colesterol (mg)</b>						
Huevo	108,2	120,6	95,4	143,1	130,8	112,5
Leche	28,6	31,1	28,8	38,4	33,5	29,7
<b>Vitamina E (mg)</b>						
Manteca	12,1	10,2	14,1	5,0	9,1	11,5
Aceite	4,7	6,7	2,6	15,8	9,0	4,4
<b>Fibra (g)</b>						
Frijoles	11,4	9,7	13,2	7,8	9,0	10,3
Plátano	2,1	2,3	-	2,3	2,5	2,2
Harina de maíz	-	-	2,2	-	-	-

Datos derivados de la II Encuesta Nacional sobre Consumo Aparente de Alimentos, Costa Rica, 1991.

**TABLA 5**  
Contribución de los principales alimentos al consumo de nutrientes asociados con enfermedad cardiovascular según deciles de ingreso económico familiar. Costa Rica, 1993

ELEMENTO	DECILES DE INGRESO									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Grasa Saturada (g)</b>										
Manteca	19,8	18,7	17,7	16,0	16,5	16,4	16,0	15,3	14,7	11,3
Leche	3,3	3,9	4,4	4,7	4,5	4,8	4,5	4,9	4,8	5,4
<b>Grasa Monoinsaturada (g)</b>										
Manteca	14,9	14,1	13,3	12,1	12,4	12,4	12,1	11,5	11,1	8,5
Margarina	1,7	2,2	2,7	3,6	3,3	3,3	4,0	3,9	4,3	4,5
<b>Grasa Poliinsaturada (g)</b>										
Manteca	3,8	3,5	3,4	3,0	3,1	3,1	3,0	2,9	2,8	2,2
Aceite	0,8	1,2	0,6	1,5	1,2	1,3	1,3	2,0	2,6	3,9
<b>Colesterol (mg)</b>										
Huevo	79,7	86,1	100,1	101,0	102,7	109,5	106,9	114,6	114,6	130,8
Leche	21,6	25,3	28,8	30,3	29,3	31,2	29,0	31,7	31,1	35,2
<b>Vitamina E (mg)</b>										
Manteca	15,5	14,6	13,8	12,5	12,9	12,8	12,5	12,0	11,5	8,9
Aceite	2,0	2,9	1,6	3,7	3,0	3,2	3,3	5,0	6,4	9,6
<b>Fibra (g)</b>										
Frijoles	148,0	13,9	12,8	12,1	11,3	11,6	11,2	10,9	11,1	9,4
Harina de maíz	2,2	2,2	2,1	-	-	-	-	-	-	-
Plátano	-	-	-	2,0	1,9	2,0	2,0	2,0	2,4	2,6

Datos derivados a partir de la II Encuesta Nacional sobre Consumo Aparente de Alimentos, Costa Rica, 1991.

**TABLA 6**  
Contribución de los principales alimentos al consumo de nutrientes asociados con enfermedad cardiovascular según Regiones de Planificación. Costa Rica, 1993

ELEMENTO	Regiones de Planificación				
	Central	Chrotega	Pac. Brunca	H. Atlántica	H. Norte
<b>Grasa Saturada (g)</b>					
Manteca	13,3	20,9	19,2	18,6	19,8
Leche	4,7	4,0	4,3	4,0	5,0
<b>Grasa Monoinsaturada (g)</b>					
Manteca	10,0	15,8	14,5	14,0	14,9
Margarina	4,4	-	2,4	-	3,2
Leche	-	1,9	-	1,8	-
Aceite	-	-	-	-	3,5
<b>Grasa Poliinsaturada (g)</b>					
Manteca	2,5	4,0	3,7	3,5	3,8
Aceite	2,2	-	1,8	0,9	3,1
Pollo	-	0,6	-	-	-
<b>Colesterol (mg)</b>					
Huevo	118,0	85,2	9,7	88,2	96,3
Leche	30,2	26,2	27,7	25,8	32,3
<b>Vitamina E (mg)</b>					
Manteca	10,4	16,4	15,1	14,5	15,5
Aceite	5,4	-	4,5	2,3	7,6
Harina de Trigo	-	-	-	-	2,6
Frijoles	-	1,3	-	-	-
<b>Fibra (g)</b>					
Frijoles	10,5	5,2	12,5	13,5	12,7
Plátano	2,1	-	-	1,9	2,7
Harina de maíz	-	2,4	2,2	-	2,9

Datos derivados a partir de la II Encuesta Nacional sobre Consumo Aparente de Alimentos, Costa Rica, 1991.

**TABLA 7**  
Contribución de los grupos de alimentos al consumo total de fibra (en gramos) a nivel nacional, por grado de urbanización y estrato socioeconómico para la zona urbana del país. Costa Rica, 1993

Elemento	Grado de Urbanización			Estrato Socioeconómico		
	Nacional	Urbano	Rural	Alto	Medio	Bajo
Frijoles	11,4	9,7	13,2	7,8	9,0	10,3
Cereales	7,3	6,2	8,4	5,7	6,5	6,1
<b>Raíces y Tubérculos</b>						
Tubérculos	3,5	3,8	3,1	4,0	4,1	3,6
Vegetales	1,5	1,8	1,2	2,6	2,1	1,6
Frutas	1,2	1,5	1,0	2,2	1,7	1,3

Datos derivados a partir de la II Encuesta Nacional sobre Consumo Aparente de Alimentos, Costa Rica, 1991.

## DISCUSION

En este estudio se observa que entre los deciles socioeconómicos del país existen pequeñas diferencias en los alimentos que componen la dieta, aunque en los análisis nutricionales las cifras no varían significativamente, debido a que se sustituyen los alimentos que aportan los mismos nutrientes al mejorar el ingreso económico. Tal es el caso de las grasas saturadas y la fibra dietética.

En los hogares de los deciles de ingreso más bajo la energía de la dieta, en su mayoría, es aportada por los carbohidratos. Este consumo se reduce a medida que aumenta el ingreso económico y es sustituido por las grasas.

Se ha recomendado que la dieta debe proveer carbohidratos complejos (fuente de fibra soluble e insoluble) como elementos

protectores de varias enfermedades crónicas (25) y como medida terapéutica para reducir niveles de colesterol séricos elevados (16). En este estudio a pesar de que la dieta muestra valores elevados de carbohidratos, más de un 19 % del total de energía proviene de sacarosa, la cual carece de estos elementos y por el contrario está asociada al desarrollo de caries dentales, sobrepeso y aumento de triglicéridos séricos (26).

En este estudio se demuestra que el frijol sigue siendo el principal alimento en aportar fibra dietética y es el responsable del 46 % de este elemento protector en la dieta, a nivel nacional. La contribución del frijol a la fibra dietética fue mayor en la zona rural del país comparado con la zona urbana. Esto se explica claramente por el mayor consumo de frijoles en la zona rural (16 g. adicionales), que en la práctica representa dos cucharadas de frijol cocido por día. Es importante, por lo tanto, promover el consumo de este alimento, ya que además en el país se presenta una tendencia a disminuir su ingesta.

El plátano, tanto maduro como verde, representó el segundo alimento en aportar fibra a la dieta. El consumo de plátano forma parte de los hábitos alimentarios del costarricense por lo que debería considerarse como fuente importante de fibra, siendo su aporte mayor que el del grupo de frutas y vegetales.

Los vegetales y las frutas son fuente importante de vitamina A y C, que actúan como elementos antioxidantes preventivos contra el cáncer y aterogénesis. En el estudio de Abbey, se demostró que una dieta suplementada con beta-carotenos y vitamina C provenientes de frutas y vegetales, tuvo un efecto protector pequeño, pero importante, sobre la oxidación de las LDL-colesterol (27). En el presente análisis, la vitamina C sobrepasa las recomendaciones diarias, mientras que el contenido de vitamina A (RE) se encuentra deficiente en la zona rural, en los hogares de bajos ingresos económicos y en algunas regiones del país. Sin embargo, estos datos podrían estar sobreestimando el consumo considerando que ambas vitaminas se oxidan rápidamente, por lo que sería importante analizar por métodos químicos directos el aporte de éstas a la dieta.

En estudios longitudinales, la vitamina E ha mostrado una asociación inversa con la enfermedad cardiovascular (28). La cantidad requerida para evitar la oxidación de los LDL-colesterol, es difícil de alcanzar sin un aumento en el consumo de grasas en la dieta; por lo tanto, algunos autores recomiendan que el aumento sea por medio de suplementos (24,27). El consumo de vitamina E en nuestro estudio fue adecuado para llenar las necesidades nutricionales diarias y al igual que en otros estudios, las grasas son el principal contribuyente (19).

Las grasas saturadas son los elementos dietéticos que están asociados con niveles de colesterol sérico elevados (7,9); además, el potencial que tienen cada ácido graso saturado para producir estas elevaciones es diferente (29,30). Al igual que en un estudio previo en el área metropolitana de San José, en este estudio, el ácido palmítico (proveniente de la manteca vegetal) representó el principal ácido saturado de la dieta.

A medida que aumenta el decil de ingreso económico disminuye el consumo de manteca de palma africana, siendo sustituido por aceite vegetal. Esta situación le da una connotación económica a dicha práctica alimentaria.

El aceite vegetal tiene una concentración ligeramente mayor de ácidos grasos monoinsaturados que la manteca vegetal (41 % y 38 %) y cuatro veces mayor cantidad de ácidos grasos poliinsaturados (45 % y 11 %) (31,32). A pesar de lo anterior, la manteca figura como principal fuente tanto de ácidos grasos moninsaturados como de poliinsaturados, debido a que su consumo fue generalizado en la

población y fue superior que el del aceite (40 g y 5 g/persona/día, respectivamente).

El aporte de ácidos grasos poliinsaturados estuvo en el límite inferior de las recomendaciones diarias para poblaciones (33), situación que podría ser riesgosa pues apenas se cubren los requerimientos de ácidos grasos esenciales.

El contenido de ácidos grasos poliinsaturados con respecto a los saturados (relación P/S) en todas las dietas muestra una desproporción, en detrimento de los beneficios que se han identificado con la reducción en el consumo de ácidos grasos saturados (34).

El contenido total de grasas en la dieta no varió más de 6 % en los deciles de ingreso y únicamente en el decil diez excede los promedios previamente señalados en otros estudios del país (19). Según los datos por regiones de planificación se confirma, que en Costa Rica, la grasa total de la dieta mantiene un valor de un 30 % de la energía total y se identifica, además un problema de desbalance de ácidos grasos, donde la grasa saturada a nivel nacional aporta el 12.6 % de la energía diaria, cifra que es superior a las recomendaciones establecidas para poblaciones (35).

Si comparamos la ingesta de grasas saturadas de este estudio con las recomendaciones de Estados Unidos (23), existe un 30 % de exceso (10 % vs 13 % del VCT); sin embargo, al comparar los mismos datos con las recomendaciones establecidas para América Latina (22) este exceso se incrementa a un 62 % (8 % vs. 13 % del VCT).

La carne, el pollo y los embutidos no son consumidos en cantidades importantes a nivel nacional, por lo que no figuran como fuente de ácidos grasos saturados. Por lo tanto, no se considera importante aplicar en nuestro país la recomendación de disminuir el consumo de carne, ya que este alimento, además de aportar en su mayoría ácido esteárico, identificado al momento como neutro en su capacidad de elevar el colesterol sérico (36), es una fuente importante de hierro de alta biodisponibilidad (hemínico).

A medida que aumenta el ingreso económico, la dieta se diversifica aumentando el consumo de alimentos protéicos que contienen colesterol. Este aumento en el consumo de colesterol hace que el índice de colesterol-grasa saturada (CSI) muestre condiciones aterogénicas.

En conclusión, el análisis de la segunda Encuesta Nacional sobre Consumo Aparente muestra que, en general, la dieta del costarricense presenta factores de riesgo aterogénico. Es evidente el desbalance entre los diferentes ácidos grasos y el bajo consumo de los elementos identificados como protectores. Además, desde el punto de vista nutricional, al aumentar el ingreso económico no necesariamente mejoró la dieta en sus características preventivas, sino que por el contrario, la dieta se vuelve más aterogénica.

Además, cabe destacar que en Costa Rica el 20 % de la población adulta (37) presenta valores de colesterol sérico elevados y la prevalencia de obesidad es de 31,7 % (38), por lo que se podría considerar que la alimentación contribuye de manera importante como un factor de riesgo de la enfermedad cardiovascular.

En este sentido, es necesario continuar realizando estudios dietéticos que permitan determinar la contribución que tienen la dieta dentro de los factores de riesgo modificables de la Enfermedad Cardiovascular.

## REFERENCIAS

1. Ministerio de Salud. Indicadores de mortalidad general por cantón. Departamento de Estadística. 1994.
2. Stehbens WE. Diet and Atherogenesis. Nutr Reviews; 47(1):1-10, 1989.

3. Nordoy A, Goodnight S. Dietary lipids and thrombosis «Relations to Atherosclerosis». *Arteriosclerosis*; 10:149-163, 1990.
4. Connor WE and Connor SL. Dietary treatment of familial hypercholesterolemia. *Arteriosclerosis suppl* 1, 9(1):1-91, 1-105, 1989.
5. Lowering blood cholesterol to prevent heart disease. Consensus conference. *JAMA*; 253(14); 2080-2086, 1985.
6. Mc Murry MP, Cerquera MT, Connor SL and Connor WE. Changes in lipid and lipoprotein levels and body weight in Tarahumara indians after consumption of an affluent diet. 1991. *N England Med*; 325:1704-1708, 1991.
7. Connor SL, Guftafson JR, Artaud-Wild SM, Classick-Kohn CJ and Connor WE. The cholesterol-saturated fat index for coronary prevention: Background, use and a comprehensive table of foods. *J Am Diet Assoc*; 89:807-816, 1989.
8. Brown MS and Goldstein JL. A receptor-mediated pathway for cholesterol homeostasis. *Science*; 232:34-47, 1986.
9. Wardlaw GM and Snook JT. Effects of diets high in butter, corn oil, or high oleic acid sunflower oil on serum lipids and apoproteins in man. *Am J Clin Nutr*; 51:815-821, 1990.
10. Hayes KC and Pramod K. Dietary fatty acid thresholds and cholesterolemia. *FABEB J*; 6:2600-2607, 1992.
11. Ginsberg HN, Barr SL, Gilbert A., Karmally W., Deckerlbaun R., Kaplan K., Ramakrishnan, Hollerran S., and Dell RB. Reduction of plasma cholesterol levels in normal men on an American Heart Association step 1 diet or step diet with added monounsaturated fat. *N England Med*; 322:574-579, 1990.
12. Mattsan FH and Grundy SM. Comparison of the effect of dietary saturated, monounsaturated and polyunsaturated fatty acids on plasma lipids and lipoproteins in man. *J Lipid Res*; 26:194-202, 1985.
13. McDonald BE, Gerrard JM, Bruce VM and Corner EJ. Comparison of the effect of canola oil and sunflower oil on plasma lipids and lipoproteins and on in vivo thromboxane A2 and prostacyclin production in healthy young men. *Am J Clin Nutr*; 50:1382-1388, 1989.
14. Anderson JM, Gustafson NJ. High carbohydrate, high fiber diet «It is practical and effective in treating hyperlipidemia? *Postgraduate Med*; 82(4):40-51, 1987
15. Slavin JL. Dietary fiber: Clasificación, chemical, analyses and food sources. *J. Am. Diet Assoc*; 87(9):1165-1171, 1987.
16. Anderson JW, Garrity TF, Wood CL, Whitis SE, Smith BM and Peltgen. Prospective, randomized, controlled comparison of the effect of low fat and low fat plus high-fiber diets on serum lipid concentrations. *Am J Clin Nutr*; 6:887-894, 1992.
17. Stampfer MJ, Hennekens CH, Manson JA, Coldits GA, Rosner B and Willet WC. Vitamin E consumption and the risk of coronary disease in woman. *N England J Med*; 328:1444-9, 1993.
18. Daniel Steinberg. Antioxidant vitamins and coronary heart disease. (Editorial). *N England Med*; 328:1487-1489, 1993.
19. Araúz AG, Monge R., Muñoz L., Rojas MT. La Dieta como factor de riesgo de la enfermedad cardiovascular en habitantes del área metropolitana. San José, Costa Rica. *Arch Lat Nutr*; 41(3):350-362, 1991.
20. Meza N y Rodríguez N. II Encuesta Nacional sobre Consumo Aparente de Alimentos 1991. Ministerio de Salud. Departamento de Nutrición y Atención Integral, Costa Rica, Datos Inéditos. 1993.
21. Meza N, Rodríguez N, Castro G. Diseño y aplicación de la metodología sobre consumo aparente de alimentos. *Rev Cost Salud Pública*; 2:5-8, 1992.
22. Guías de Alimentación. Bases para su desarrollo en América Latina. Caracas, Venezuela, 22-28 de Noviembre de 1987. Informe de la reunión-taller. Editado por José María Bengoa, Benjamín Torín, Nevin Scrimshaw y Moisés Béhar. Caracas, 1988.
23. National Academy of Sciences report on diet and health. *Nutrition Reviews*; 47(5):142-149, 1992.
24. Designed for the maintenance of good nutrition of practically all healthy people in the United States. National Research Council (U.S). Subcommittee in the Tenth Edition of the RDAs. Food and Nutrition Board. Commission on Life Sciences, National Research Council. *Recommended Dietary Allowances*, 10th ed. Washington DC: National Academy Press, p.284, 1989.
25. Kesaniemi YA, Tarpila S. and Miettinen TA. Low vs. high dietary fiber and serum biliary and fecal lipids in middle-aged men. *Am. J. Clin. Nutr.* 51:1007-1012, 1991.
26. Mesquita MJ, Seabras MP, Halpen MJ. Simple carbohydrate in the diet. *Am. J. Clin Nutr*; 45:1197-1201, 1987.
27. Abbey M., Noaker, Nestel P. Dietary supplementation with orange and carrot juice in cigarette smokers lowers oxidation products in copper-oxidized low-density lipoproteins. *J. Am. Diet Assoc*; 95:671-675, 1995.
28. Rimm EB, Stampfer MJ, Ascherio A., Giovannucci E., Colditz G. and Willet W. Vitamin E consumption and the risk of coronary heart disease in men. *N Engl J Med*; 328:1450-1456, 1993.
29. Denke MA and Grundy SM. Comparison on effect of lauric acid and palmitic acid on plasma lipids and lipoproteins. *Am. J. Clin. Nutr*: 56:895-898, 1992.
30. Denke MA and Grundy S. Effect of fat high in stearic acid on lipid and lipoprotein concentration in men. *Am. J. Clin. Nutr*: 54:1036-1040, 1991.
31. *Fats in the diet: why and where?* Scientific Status summary by the Institute of food Technologists Expert panel on food safety and Nutrition. *Food Technology*, October 115-120, 1986.
32. Alfaro T. Composición de ácidos grasos y contenido de colesterol en grasas y aceites de Costa Rica (Tesis de Licenciatura en Tecnología de Alimentos. Carrera Interdisciplinaria de Tecnología de Alimentos. Universidad de Costa Rica). 1990.
33. Ernest ND, Cleeman J., Mullis R., Sooter-Bochevek J. and Van Horn L. The national cholesterol education program: Implications for dietetic practitioners from the adult treatment panel recommendations. *J. Am. Diet. Assoc*; 88(11):1401-1411, 1988.
34. Masana L., Camprubi M., Sarda P., Sola R., Joven J. and Turner PR. The mediterranean type diet: is there a need for further modification? *Am. J. Clin. Nutr*; 53:886-889, 1991.
35. Consensus Conference. Lowering blood cholesterol to prevent heart disease. *JAMA*; 253:2080-2086, 1985.
36. Morgan SA, Sinclair AJ and O'Dea K. Effect on serum lipids of addition of safflower oil or olive oil to very-low-fat diets rich in lean beef. *Am. J. Clin. Nutr*; 93:644-648, 1993.
37. Jiménez JG, Castro V., Piza J., Díaz G., Valverde P. y Díaz C. Colesterol y triglicéridos en la población costarricense. Interpretación de los resultados obtenidos en la Encuesta Nacional de Nutrición de 1982. *Rev. Cost. Cienc. Med. B.* (2):89-95, 1987.
38. Novygrodt RM. «Epidemiología de la obesidad en Costa Rica». Tesis de Magister en Alimentación y Nutrición en Salud. Universidad de San Carlos. Guatemala, 1988.

Recibido: 14-11-1994

Aceptado: 23-11-1995

## Colon cancer in rats and diet in the Sonoran desert region of Mexico

C. Jane Wyatt<sup>1</sup>, Isabel Dorado<sup>2</sup>, Mauro E. Valencia<sup>3</sup> y E. Navarro<sup>4</sup>

Instituto Mexicano del Seguro Social, Hospital General Regional Nº 2. Hermosillo, Sonora, México

**SUMMARY.** The role of dietary fiber in colon cancer is still not clear. Epidemiological studies suggest a protective role for high fiber intake. However the data suggest that the effects of fiber must be considered in the context of the total diet and its interactions with other dietary components. The typical Sonora diet is high in dietary fiber (7.8%) and the majority of this fiber (71%) is insoluble. Comparing the incidence of colon cancer in Sonora with its neighboring state of Arizona, in 1991, Sonora reported 40 cases of colon cancer, a population of 1,823,606, compared to 1432 for Arizona (3,763,322 inhabitants). The typical regional diet was evaluated for its protective effect in the development of colon cancer in rats injected with azoxymethane, AOM. The regional diet showed a tendency to protect against colon cancer, an incidence of 45% compared to 66% for the control diet, although this effect was not significant ( $p=0.15$ ). Further studies are needed to fully evaluate the diet and certain interactive dietary factors such as fat, quantity as well as type, protein, calcium and antioxidant nutrients.

**RESUMEN.** El cáncer de colon en ratas y la dieta regional en Sonora, México. Existen numerosos artículos científicos que han sugerido efecto protector de la fibra dietética en contra del cáncer de colon sin conocer exactamente el mecanismo. Se sabe por diversos estudios, que la fibra tiene que ser evaluada en la dieta total ya que existen interacciones con diferentes componentes. La dieta sonorense es alta en fibra (7.8 %) siendo en su mayoría insoluble (71 %). De acuerdo a los registros sobre la incidencia de cáncer de colon en el estado de Sonora en 1991 fue de 40 (1,823,606 habitantes) casos comparados con 1432 casos para el vecino estado de Arizona (E.U) (3,763,322 habitantes). Se evaluó el desarrollo de cáncer de colon en ratas alimentadas con la dieta regional y tratadas con un agente carcinogénico, azoximetano (AOM). Se encontró una incidencia de 45% de tumores en la dieta regional comparada a una incidencia de 66 % en la dieta control aunque no fue significativa. Los resultados obtenidos en esta investigación permiten sugerir la posibilidad de un efecto protector de la dieta regional en contra del cáncer de colon. Lo cual, puede ser debido al aporte de fibra dietética de algunos de sus componentes (principalmente frijol, tortillas de maíz y de harina). Por lo que se requiere más estudios que evalúen la dieta total y que tomen en cuenta ciertos factores que influyen como son la grasa, proteína, calcio y nutrientes antioxidantes.

### INTRODUCTION

The diet in Sonora is changing and is influenced to a certain extent by the changes occurring in the socioeconomic development of the area. As the area becomes more industrialized and the economy improves, the people of Sonora have begun to change their dietary habits, influenced by neighboring regions. In the last ten years, nutrition surveys have shown low rates of protein-energy malnutrition. Ballesteros et al (1) evaluated the protein quality of the typical Sonoran diet, 45% animal protein and 55% vegetable protein, and showed it to have a high apparent digestibility (90%) and a corrected amino acid score of 90 for adults. No third degree malnutrition has been identified in pre-school children for both rural and urban sectors. Only 6-8% of the pre-school children studied showed signs of moderate malnutrition, and 25-28% were in the mild category; however, the adult population shows a considerable degree of overweight and obesity. In a region of fifteen rural municipalities,

40% of the adult men and 55% of the adult women had some degree of obesity when evaluated by the Quetelet's Index (2).

Vitamin deficiencies have been identified through dietary, clinical and biochemical studies (2,3,4). Vitamin A and ascorbic acid seem to be some of the most limiting nutrients due to the low fruit and vegetable consumption in these sectors of the population.

More recently, a dietary survey of the state of Sonora has been completed. The survey included individuals from all age and socioeconomic groups. This study showed that animal products, mainly beef, eggs and milk are prevalent in the diet; their frequencies are 83, 62 and 60% respectively (1). Nevertheless the main providers of energy and protein in the diet are beans, corn and flour tortillas (88, 53 and 61%, respectively). Basically, 20 different foods represent the most commonly consumed items in Sonora and the order of frequency is the only thing that will vary by regions. Table 1 presents the basic food items and their per capita consumption in the regional diet. Fig. 1 presents an inverse relationship of the preponderance of the 3 basic food items, beans, corn and flour tortillas. In practically all regions, beans occupy first place in frequency of consumption to be followed by coffee, sodas, corn and flour tortillas, and milk. What dictates the frequency of consumption more than anything is availability and price, that is to say in some of the small towns corn tortillas are not readily consumed because no commercial source exists and the families depend upon tortillas made in the home, which are usually of flour. Flour tortillas commercially made are much more expensive than corn tortillas and therefore are not purchased by the lower income people (5).

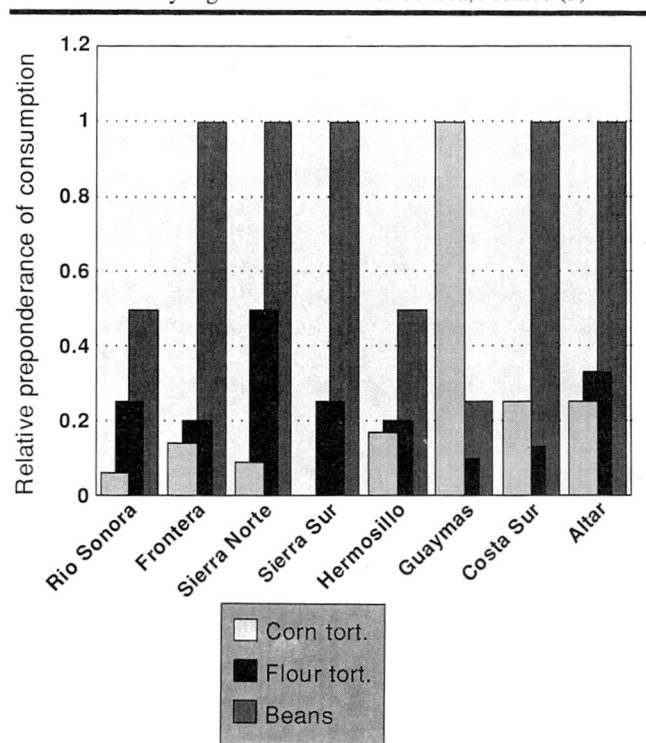
- 1 Jefe del Departamento de Nutrición, Dirección de Nutrición, Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, Hermosillo, México.
- 2 M en C., Centro de Investigación y Desarrollo, CIAD Hermosillo, México.
- 3 Director de la Dirección de Nutrición, CIAD Hermosillo, México.
- 4 Jefe del Laboratorio de Patología, Instituto Mexicano del Seguro Social, Hospital General Regional Nº 2, Hermosillo, México.

TABLE 1  
Basic food items and percapita consumption (g/d)  
for the regional diet (5)

Basic food item	
Beans	211
Milk	223
Soda	192
Coffee	156
Corn tortilla	121
Meat	67
Flour tortilla	88
Eggs	52
Potatoes	42
Tomato	32
White bread	27
Pasta soup	26
White mex cheese	13
Rice	20
Beer	35
Oranges	42
Bananas	15
Fish	10
Sugar	13
Lettuce	10

FIGURE 1

Relative preponderance of consumption of beans, corn and flour tortillas by regions in the state of Sonora, Mexico (5)



The distribution of energy is 50% from carbohydrates, 14% from protein and 36% from fat. Although some studies in the United States reported 40% of the energy from fat (6), the Sonoran diet shows a tendency similar to the US and other industrially developed countries to have a high fat content. This similarity is due to the close proximity

of Sonora to the United States, which greatly influences diets as well as life-style.

The main difference in the Sonoran diet from westernized diets is the high dietary fiber content, which can be attributed principally to the consumption of beans, corn and flour tortillas, with a daily per capita consumption of 211, 121 and 88 g respectively. These three items constitute 68% of the total dietary fiber intake of the Sonoran diet which provides approximately 50 g of fiber daily (5).

Many studies have described the relationship of dietary factors with colon cancer mostly based upon epidemiology studies (7). Fiber has received a great deal of attention as well as fat in the diet, type of fat, calories and certain antioxidant compounds such as ascorbic acid, vitamin E, selenium (Se) and carotenoids. Type of fiber, soluble or insoluble, is also very important. Experimental diets rich insoluble dietary fiber have been shown to be the most successful at reducing colon cancer (7). Insoluble dietary fiber passes through the digestive tract largely unmetabolized and is excreted in the feces.

Health statistics for the state of Sonora present an interesting panorama in regards to the incidence of colon cancer in comparison to our neighboring state and other more industrialized countries. In 1991, Sonora with a population of 1,823,606, report 40 cases of colon cancer compared to 1432 for Arizona, with a population of 3,763,322 (8,9).

The incidence of colon cancer remains low in Sonora regardless of what is happening in other parts of Mexico. However it is believed that this situation will change quickly in the near future. As a result of the North American Free Trade Agreement (NAFTA), the food scene is changing rapidly with an influx of fast food chain restaurants and introduction into the supermarkets of a wide variety of imported foods, including prepared and frozen foods.

Villalobos et al (10), reported an increase in the incidence of cancer of the gastrointestinal tract from 24% to 32% during the period of 1978 to 1981. These authors attributed this increase in a large part to the decrease in consumption of the foods indicated as basics such as beans and tortillas to the inclusion of more processed foods, refined sugar and thus a resultant decrease of dietary fiber.

To evaluate the effect of the typical Sonoran diet, high in insoluble fiber, in the development of colon cancer a model diet was prepared and this diet was evaluated in rats. Male rats (F344) were injected with the carcinogen axoxymethane (AOM) and control animals were injected with saline solution.

**Experimental Procedures:** Preparation of diets: The composition of this diet was based upon the results of a study published by Wyatt et al (11) on the chemical composition of diets for low income adults 25 years or older in Sonora, Mexico. The food items and the g/d that constitute this model diet are shown in Table 2 and the chemical composition is shown in Table 3. As can be seen in the Table the insoluble dietary fraction represents 71% of the total dietary fiber. All of the individual food items were prepared according to Wyatt et al (11), weighed and mixed together using a food blender (Leland Mixer, Model 100D, Leland Detroit Manufacturing Co, Detroit MI). Because of the high moisture content of the diet, it was pre-dried at 70 °C for 10-12 hrs (Vorton Oven Model 380, Beloit, WI). The pellets were prepared in a Hobart Mill, (Model 4152 Hobart Co, Ann Arbor, MI) using a 3/8 inch screen. A final drying to a moisture content of less than 10% was obtained by drying the pellets at 62 °C for an additional 6-8 hrs. The diet was stored at 5 °C until fed to the animals. Semipurified rat diet AIN 76 (American Institute of Nutrition, United States Biochemical Corp. Cleveland OH) was used as the control diet.

TABLE 2  
Composite diet for low income 25 years or older in Sonora  
Mexico (g/d, wt/wt) (11)

Food	Intake (g)
Refried beans ( <i>Phaseolus vulgaris</i> Var. Pinto)	329
Corn tortilla	253
Flour Tortilla	105
Patatoes fried	110
Cheese, white	40
Chile serrano	10
Tomatoes	41
Onion, white	25
Soda	380
Meat, fried	60
Milk	228
Coffee	435
Sugar	24
Eggs, fried	70
Vegetable oil	10
Rice, cooked	200

TABLE 3  
Chemical composition of the experimental diet

	Dry wt g/100g
Fat	14.62 ± 0.66
Protein	12.62 ± 0.42
Ash	3.55 ± 0.08
Carbohydrates (by difference)	61.31
<b>Dietary Fiber</b>	
Soluble	1.33 ± 0.28
Insoluble	5.61 ± 0.23
Total	7.86 ± 0.14

n=5

**Animals:** Fifty males Fisher 344 (Sprague Dawley, Indianapolis, IN), 5-6 weeks old, were placed in quarantine for 1 week fed the control diet then weighed and randomly placed in 4 treatment groups. Each rat was injected once a week for 3 weeks with 15 mg/kg body weight of azoxymethane dissolved in saline solution (Sigma Chemical Co., St. Louis MO) or saline solution (Table 4). Body weights were obtained weekly (Ohaus Model 01010-00, Cole Parmer Instrument Co., Chicago, IL) and at the end of 35 weeks after the last injection, the animals were sacrificed by asphyxiation with ether. All organs were dissected and weighed and the location and number of tumors identified.

TABLE 4  
Experiment Design

Diet	Treatment	
	AOM	Saline
Control (AIN76)	13 rats	12 rats
Experimental (Regional)	13 rats	12 rats

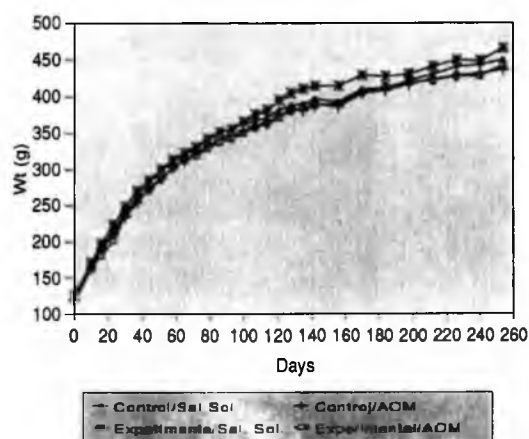
**Tissue analysis:** Both normal and tumorous tissues were fixed in 10% formalin (Merck of Mexico), imbedded in paraffin and tissue analysis conducted by the method of Rodríguez and Rosai, (12).

**Statistical analysis:** Animal weights were analyzed by analysis of variance utilizing the Duncan's multiple ranges for averages and the incidence of tumors was analyzed by calculation the Z value (13).

## RESULTS AND DISCUSSION

**Body weights:** The average body weight gain of the animals in the study according to the treatment is presented in Fig. 2. No significant differences were noted in weight gains in the animals treated with AOM and those injected with saline solution either for the regional diet or the control AIN 76 diet. Both diets were equal in calories/g. Lower body weights for AOM treated animals were expected. In a study by Nigro et al (14), they showed lower body weights for treated animals on diets with different types of fibers.

FIGURE 2  
Average weight (g) of F 344 rats fed a control  
and experimental diet



**Tumor incidence:** Table 5 presents the tumor incidence and location according to treatment. In total, 13 tumors were examined histologically. Eight animals in the control diet treated with AOM had tumors, predominantly located in the colon, however, 1 tumor each was located in the duodenum and jejunum. Five animals fed the regional diet treated with AOM had well differentiated adenocarcinomas, again predominantly located in the colon, however, 1 was located in the ileum. An incidence of 66% tumors was observed in the control diet compared to 45% for the regional diet ( $p=0.15$ ). No tumors were found in the animals not treated with AOM. In a study conducted by Nigro et al (14) the addition of 20-30% fiber to the experimental diet reduced the average number of tumors. They also found a positive correlation between tumor promoting fecal bile acid concentration and tumor frequency.

**Location of the tumors:** The tumors were polypodes and ranged in diameter from 0.4 to 3.5 cm. No apparent differences were noted in regards to treatment (control vs. regional diets) for tumor size in the colon, however, we found larger tumors located in other parts of the intestinal tract, in the rats fed the control diet. In Fig. 3, the largest tumor found is shown, which was located in the jejunum of a AOM

treated rat fed the control diet. Fig. 4 shows a segment of the colon of a rat with a malignant mucosa polypoid tumor. This animal was AOM treated and fed the control diet.

TABLE 5

Effect of experimental diets in the development of cancer in F344 rats treated with AOM

Diet	No of animals at end of experiment	Carcinomas	Incidence %	Area of tumor
Control (sal sol)	12	0	0.00	—————
Control (AOM)	12	8	66.66	colon (6), jejunum (1), duodenum (1)
Experimental (sal sol)	12	0	0.00	—————
Experimental (AOM)	11	5	45.45	colon (4), ileum (1)

FIGURE 3

Stomach, duodenum and a segment of the jejunum with a 3.5 cm in diameter adenocarcinoma AOM treated, control diet



FIGURE 4

Segment of a rat colon with a polipoide mucosa tumor, AOM treated, control diet



**Histological examination:** Fig. 5 presents the examination fo a section of an adenocarcinoma located in the colonic mucosa of a rat treated with AOM, fed the regional diet, showing a well differentiated dysplatic adenoma. Fig. 6 presents normal tissue and a section of the colonic mucosa from a rat treated with AOM on the control diet, whereby one can observe the differences in the cellular structure.

FIGURE 5

Malignant colonic mucosa tissue from a rat treated with AOM and fed the regional diet (10X)

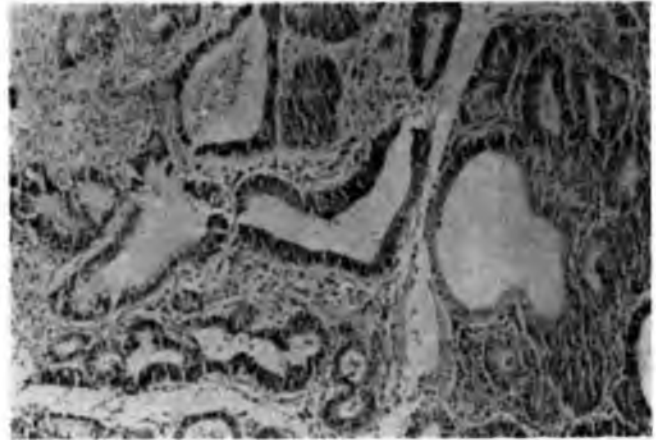
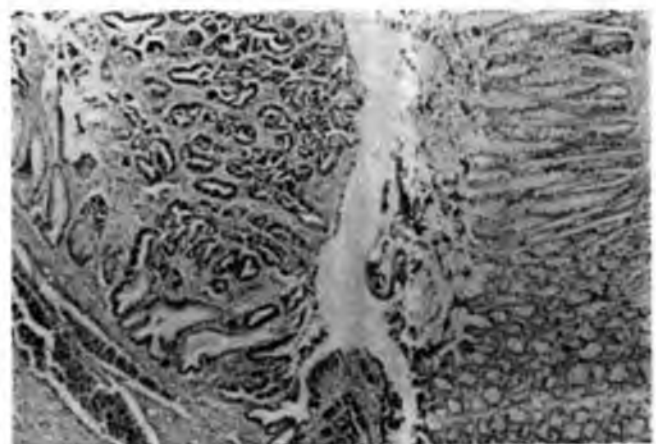


FIGURE 6

Mixed tissue, normal and malignant colonic mucosa from a rat treated with AOM fed the control diet (10X)



**Unanswered questions:** From the data of this study it appears that the typical regional diet offers a degree of protection against the development of colon cancer, however not completely. Of course the obvious controversy exists, that is, how valid is it to extrapolate data from animal studies to humans? This issue has long been argued, but it is generally accepted that animal data does provide insight as to what might be expected in humans. Nigro (15) states «Conclusions arrived at from animal studies certainly are speculative when applied to humans. However, evidence from human studies correlate fairly well with those from animal experiments. Therefore, such speculations are worth considering. «The majority of the studies relating fiber and colon cancer have either been epidemiological studies examining certain populations and their diet or animal studies evaluating certain

isolated fibers such as bran, cellulose, alfalfa, etc. Few studies have been conducted feeding mixed natural diets. The diet factors most often correlated with colon cancer incidence are the absence or presence of fruits and vegetables, cereals, fats (amounts and type), calcium, and red meats. The interaction among dietary components is quite complex and difficult to study in intestinal carcinogenesis. The protective effect of dietary factors such as fiber, antioxidant nutrients, seems to be well defined but many factors come to play in a mixed diet and there are certain chemical aspects of the Sonoran diet that lend itself to some very interesting dilemmas. There seems to be a general consensus that diets high in fiber and low in fat, particularly saturated fat, are inhibitory to colon cancer. The Sonoran diet is clearly high in fiber, 56% of the calories coming from carbohydrates, primarily legumes and cereals. Relatively high in fat, 36% of the calories coming from fat and probably this fat is high saturated, however specific chemical data is lacking to substantiate this, and overtly absent in fresh fruits and vegetables. The average fiber consumption of 50 g/d is as high as in the African natives diet that was first historically described by Burkitt (16) and shown to have a low colon cancer incidence.

Not all studies support this simple relationship that diets high in fat and low in fiber induce colon cancer. Some workers have shown a high Ca content (in this case the Ca coming primarily from dairy products) helps overcome the adverse effect of a high fat content (17,18). The Sonoran diet is high in Ca (1164 mg/d) (19) but how available is this Ca remains to be studied. Approximately 9% of the Ca comes from the corn tortilla. Some studies have shown the lye treating process for the corn used in making tortillas makes the Ca more soluble. In our studies conducted in this center, we found that 80% of the Ca in corn tortillas was soluble (19). However other researchers based studies have concluded that the Ca in Mexican diets is not very available (20). The 3 main providers of energy in the diet, beans, flour and corn tortillas, provide 24% of the daily intake of Ca.

Also lacking is information of the effect of the regional diet in regards to what happens with fecal bile acids. Jensen et al (21) showed that fecal bile acid concentration was correlated positively with the risk of colon cancer. A comparison of fecal bile acid concentrations in Finns and Americans showed that while the two groups excreted the same amount of bile acid (275 mg/d), the concentration of fecal bile acids was 4.6 mg/g in the Finns and 12.3 mg/g in the Americans (22). Hill et al (23) found average fecal bile acid concentrations in Uganda, Japan and India (countries with low incidence of colon cancer) to be  $0.61 \pm 0.13$  mg/g feces, whereas the average concentration in England, Scotland and the United States was  $6.15 \pm 0.66$  mg/g (countries with higher incidence of colon cancer). Dietary fiber binds bile acids and bile salts, the level of binding depending on both the fiber and the bile acid derivative (24,25). No data exists for Mexico.

## REFERENCES

- Ballesteros MN, Valencia ME, Brown PS. Effect of diet composition on protein requirements of children and adults in northern Mexico. *Am J Clin Nutr and Met.* 37:90-100. 1993.
- Valencia ME., Jardines RP., Noriega GE., Wong P., Grijalva MI, Cruz MR, Saucedo MS, Celaya S., Ramos BL., Soler FI. Estudio Nutricional en la Zona Serrana del Estado de Noreste, A.C. (Presently CIAD, A.C). Hermosillo, Mexico. 1980.
- Valencia ME, Jardines RP., Noriega GE., Wong P., Grijalva MI, Cruz MR, Saucedo MS, Celaya S., Ramos BL., Soler FI. Estudio Nutricional en la Zona Serrana del Estado de Sonora. Tech. Rep 81-001. Instituto de Investigaciones y Estudios Superiores del Noroeste A.C. (Presently CIAD, A.C). Hermosillo, Mexico. 1981.
- Mejía LA, Dávalos R., Romo A. Growth and vitamin A status of free living Mexican children with *Giardias*. *The FASEP Journal* 2(5) Abst 5213. 1988.
- Valencia ME, Hoyos LC, Ballesteros MN, Ortega MI, Palacios MR, Grijalva MI, Atondo JL. Canasta estatal del consumo de alimentos y aporte de nutrimentos. Reporte Técnico en proceso. División de Nutrición. CIAD, A.C. Hermosillo, Mexico. 1992.
- McCarron DA, Morris CD, Henry HJ, Stanton JL. Blood pressure and nutrient intake in the United States. *Science* 224:(6)1392-1398. 1984.
- Reddy BS. Dietary fiber and colon cancer. *Animal model studies.* *Prev Med* 126:559-565. 1987.
- Arizona Department of Health Services. *Cancer Incidence and Survival 1991.* Arizona Cancer Registry June 1994. Phoenix, Az 85007.
- Secretaria de Salud Pública del Estado de Sonora. Dirección General de Servicios de Salud. Dirección de Epidemiología, Hermosillo, Son. Mexico. 1994.
- Villalobos JJ, Vargas R, Villarreal HA, Olivera MA, Anzures ME, Rodríguez L., Boom R, Olaeta R., Pérez HR, Santoyo R., Peláez M., Esquivel F., Contreras R. Estudio prolectivo de 10 años de cáncer del aparato digestivo. *Rev Gastroenterol Mex* 55:(1)17. 1990.
- Wyatt CJ, Méndez RO, Triana MA, Meléndez JM. Protein energy, fat, and mineral composition of diet for low income adults in Sonora, Mexico. *J Agric and Food Chem* (in press) 1995.
- Rodríguez HA., Rosai J. Gross techniques in surgical pathology. In: Ackerman's Surgical Pathological. 6th ed. The C.V. Mosby Co., St. Louis MO. 1981.
- SAS. SAS User's Guide. SAS Inst., Inc, Cary NC. 1989.
- Nigro ND, Bull AW, Klopfer BS, Pak MS, Campbell RL. Effect of dietary fiber on azoxymethane induced intestinal carcinogenesis in rats. *J Nat Cancer Inst.* 62:(4)1097-1102. 1979.
- Nigro ND. Animal experimentation and prevention of colorectal cancer: In *Dietary Fiber: Basic and Clinical Aspects.* G.V. Vahouny and D. Kritchevsky, Eds. Plenum, New York, p 481-485.
- Burkitt DP. Related disease-related cause. *Lancet* 1:1229-1231. 1969.
- Lipkin M. and Newmark HL. Effect of added dietary calcium on colonic epithelial cell proliferation in subjects at high risk for familial cancer. *New Engl J Med.* 313:1381-1284. 1985.
- Newmark HL, Worgovich MJ, and Bruce WR. Colon cancer and dietary fat, phosphate and calcium. A hypothesis. *J Natl Cancer Inst.* 72:1323-1325. 1984.
- Wyatt CJ, Triana MA. Soluble and insoluble Zn, Fe, Ca and phytates in foods commonly consumed in northern Mexico. *J Agric and Food Chem* 42:(10), 2204-2209. 1994.
- Rosado JL, López P, Morales M., Muñoz E, Allen LH. Bioavailability of energy, nitrogen, fat, zinc, iron and calcium from rural and urban Mexican diets. *Br J of Nutr* 68:45-58. 1992.
- Jensen OM, MacLennon R., Wahrendorf J. Diet, bowel function, fecal characteristics and large bowel cancer in Denmark and Finland. *Nutr Cancer* 4:5. 1982.
- Reddy BS, Hedges Ar, Laakso K., Wynder EL. Metabolic epidemiology of large bowel cancer. *Cancer* 42:2832. 1978.
- Hill MJ, Drasar BS, Aries VC, Crowther JS, Hawsworth G, Williams REO. Bacteria and the aetiology of cancer of the large bowel. *Lancet* 1:95. 1971.
- Eastwood MA, Hamilton D. Studies on the absorption of bile salts to non-absorbed components of diet. *Biochim Biophys Acta* 152:165. 1968.
- Story JA, Kritchevsky D. Comparison of the binding of various bile acids and bile salts by several types of fiber. *J Nutr* 106:1292. 1976.

Recibido: 22-03-1995

Aceptado: 27-10-1995

## Variaciones en el contenido de calcio, fosfato, magnesio y sodio en huesos de ratas ovariectomizadas

Miguel Angel de Bortoli<sup>1</sup>, José Miguel Ascar<sup>2</sup>, Patricia Arce<sup>3</sup> y Luis Villegas<sup>4</sup>

Universidad Nacional de San Luis (UNSL). San Luis, Argentina

**RESUMEN.** Se trabajó con dos lotes de 10 ratas hembras Wistar de tres meses de edad. En el día cero un lote fue bilateralmente ovariectomizado (OVX). El otro lote (Sham) fue sometido a operación simulada. La alimentación fue *ad libitum* para el lote Sham y restringida para el OVC. En los días 15, 30, 45 y 90 de la experiencia a las 20 ratas se les seccionó un segmento de cola. El día 180 se sacrificaron todos los animales y se extrajo el fémur izquierdo. Con los huesos de los segmentos de cola y los fémures se determinaron Ca<sup>++</sup>, Mg<sup>++</sup>, Na<sup>+</sup> y Po<sub>4</sub><sup>-3</sup>. A los 15 días los contenidos de Ca<sup>++</sup>, Mg<sup>++</sup>, Na<sup>+</sup> y Po<sub>4</sub><sup>-3</sup> no mostraron diferencias entre los dos lotes (p<0,05). A los 30 días encontramos una disminución significativa sólo en la concentración de Ca<sup>++</sup> (p<0,05) en las ratas OVX con respecto a las ratas Sham. A los 45 días todos los iones analizados disminuyeron significativamente (<0,05) en las ratas OVX, disminución que se profundizó a los 90 días. A los 180 días -en fémur- se observaron las disminuciones máximas en las ratas OVX que fueron, con respecto a las ratas Sham: para el Ca<sup>++</sup> 31 %, para el PO<sub>4</sub><sup>-3</sup> 29 %, para el Mg<sup>++</sup> 31,6 % y para el Na<sup>+</sup> 29 %.

Nuestros resultados permiten inferir que en ratas ovariectomizadas a los tres meses de edad, el contenido de calcio, fosfato, magnesio y sodio en huesos de la cola es un buen indicador de la pérdida de masa ósea, a partir de los 45 días de la ovariectomía.

**SUMMARY.** Variations in the contents of calcium, phosphate, magnesium and sodium in bones of ovariectomized rats. Bilateral ovariectomies (OVX) or sham surgeries -respectively- were performed in two lots of ten female Wistar rats, 90 days old. Food was available *ad libitum* to sham rats, and it was restricted to OVX ones. At 15, 30, 45 and 90 days, a segment of their tails was sectioned. At 180 days all rats were sacrificed and the left femurs were excised. With the tail's bones and the femurs we determined Ca<sup>++</sup>, PO<sub>4</sub><sup>-3</sup>, Mg<sup>++</sup> y Na<sup>+</sup> concentration.

After 15 days, no significant differences inter lots were observed (p<0.05) in all ions contents. After 30 days Ca<sup>++</sup> value was significantly less (p<0.05) in the OVX rats than in the sham ones. After 45 days all the analyzed OVX rats ions were significantly less (p<0.05) than the sham values. That difference inter lots was greater after 90 days. Finally, day 180<sup>th</sup> gave a decrease in the OVX rat values -from the femur- as follows: for Ca<sup>++</sup> 31 %, for PO<sub>4</sub><sup>-3</sup> 29 %, for Mg<sup>++</sup> 31,6 % and for Na<sup>+</sup> 29 %.

Our results shown that in 90 days old ovariectomized rats, the concentration of calcium, phosphate, magnesium and sodium in the tail bones is a good indicator of bone mass loss, after 45 days of ovariectomy.

### INTRODUCCION

La osteoporosis es una enfermedad con un significado socio-económico de una magnitud muy importante. De 15 a 20 millones de americanos la padecen y se producen por su causa alrededor de 1,3 millones de fracturas anuales en personas mayores de 45 años (1). Indudablemente la tendencia en las costumbres alimentarias a consumir menos lácteos -en las clases medias y altas-, y la menor posibilidad de compra de esos productos ricos en calcio en las clases socio-económicamente mas pobres -cada día más numerosas-, contribuyen en gran medida a una mineralización ósea deficiente y mayores posibilidades de osteopatías futuras.

Dentro de las denominadas osteoporosis involutivas, la que se produce después de la menopausia es la más frecuente (2). En la mujer posmenopáusica se produce una pérdida de masa ósea cuya

causa más aceptada es el déficit de hormonas ováricas (3). Cuando ésta osteopenia alcanza una cierta magnitud se produce la osteoporosis. El modelo animal que representa más aproximadamente la pérdida de masa ósea que ocurre en la mujer posmenopáusica por el déficit de hormonas ováricas es la rata ovariectomizada (OVX) (4). En efecto, la disminución de estrógenos que ocurre en este modelo animal le produce un incremento del turnover óseo (5) con resorción excediendo a formación, gran pérdida de hueso reticular (6), con decremento en la absorción de calcio intestinal. Se observa además efecto benéfico del aumento de peso (7); buena respuesta a la terapia con estrógenos (8), con tamoxifeno (9), con clomifeno (10), con fluoruros (11), con propranolol (12), con bifosfonatos (13), con parathormona (14), con calcitonina (15), con calcitriol (16), con ejercicio físico (17), y con ingestas aumentadas de calcio.

Los numerosos trabajos realizados con ratas OVX han estudiado los cambios hormonales (23), turnover óseo (24), densitometría (25), fragilidad ósea (26), estructura mecánica (27), histomorfometría (28), resorción ósea reticular (29), balance de calcio, calcemia (30), fosfatasa alcalina y 25 (OH) vitamina D sérica (31), etc.

Encontramos pocos estudios secuenciales cuantitativos de las variaciones de los elementos minerales en el hueso de la rata después de la OVX (18,19,20). Por este motivo nuestro objetivo fue analizar la variación de las concentraciones de los iones inorgánicos más abundantes en hueso: calcio, fosfato, magnesio y sodio, después de la OVX. Por otro lado dosar esos iones en hueso de cola de rata -no

1 Profesor Adjunto en Biología General, Facultad de Ciencias Humanas, UNSL

2 Profesor Asociado en Bromatología, Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia (FQBF), UNSL.

3 Jefe Trabajos Prácticos en Química Analítica, FQBF, UNSL.

4 Alumno de la carrera de Farmacia, FQBF, UNSL.

utilizado hasta ahora en nuestro conocimiento- nos permitiría ver en que medida esta metodología que no implica el sacrificio de lotes enteros de animales para cada determinación, refleja la osteopenia pos OVX.

**MATERIAL Y METODOS**

Se utilizaron dos lotes de 10 ratas hembras Wistar de tres meses de edad y un peso medio de 215 g (D.E.=14). En el día cero las 10 ratas del lote OVX fueron bilateralmente ovariectomizadas por abordaje dorsal usando éter para anestesia. Al otro lote (Sham) se lo sometió a operación simulada. Cualitativamente se les dio la misma alimentación a los dos lotes: dieta balanceada conteniendo proteínas 24 %, grasas 6 %, calcio 1 %, fósforo 0,5 %,cloruro de sodio 0,5 %, magnesio 0,05 %, vitamina D 300 UI/100 g, y un valor energético de 2.780 cal/g.

Cuantitativamente a las ratas Sham se les dio alimento *ad libitum* y a las OVX se les restringió el alimento a 15 g/rata/día, para evitar la diferencia de peso que se produce cuando consumen la misma cantidad de alimento (7, 32). El consumo promedio de los controles fue de 17 g/rata/día.

El agua se dio *ad libitum* a los dos lotes.

Los animales colocados en jaulas grandes, cinco en cada una, a una temperatura entre 20 y 28 °C, y con un ciclo luz/oscuridad de 13 h/11 h

A los 15, 30, 45 y 90 días se pesaron las 20 ratas y se seccionó un segmento de cola a cada una. A los 180 días todas las ratas fueron pesadas y sacrificadas, y el fémur izquierdo fue extraído. La ovariectomía fue confirmada por la falta de tejido ovárico y la marcada atrofia de los cuernos uterinos después del sacrificio. Los huesos fueron totalmente descarnados, secados 12 hs. a 100 °C y pesados. A este peso fueron referidas las concentraciones.

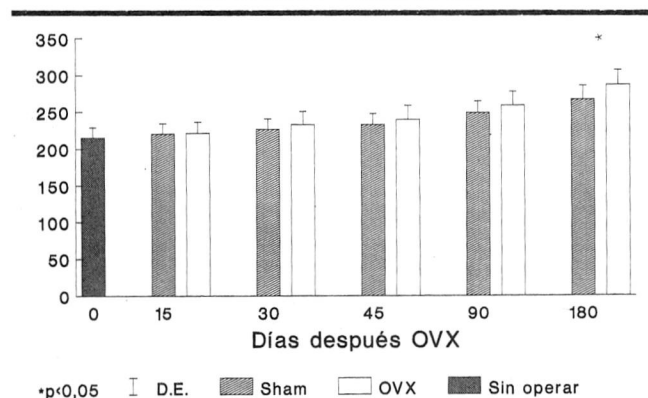
Luego todos los huesos fueron llevados a cenizas (12 hs. a 600 °C) y pesados. Las determinaciones de calcio, magnesio y sodio se hicieron en extractos del HCl por espectrometría de absorción atómica; y la de fósforo por espectrometría de absorción molecular, por formación de fosfomolibdato complejo.

El análisis estadístico se realizó con test t de Student, valores de p menores a 0,05 fueron considerados significativos.

**RESULTADOS**

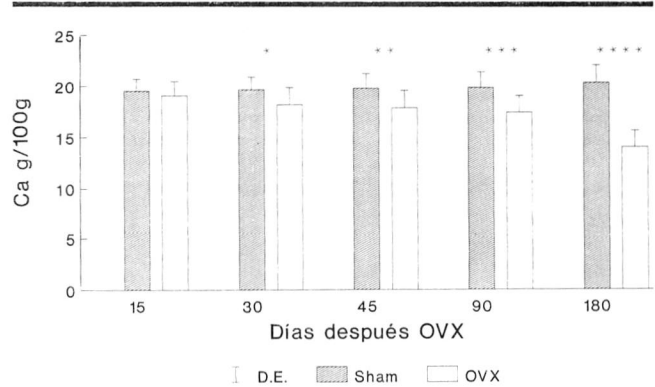
Los pesos (Figura 1) de las ratas OVX evolucionaron en forma similar a las Sham, observándose recién a los 180 días una diferencia significativa entre los dos lotes (p<0,05).

**FIGURA 1**  
Peso de ratas ovariectomizadas



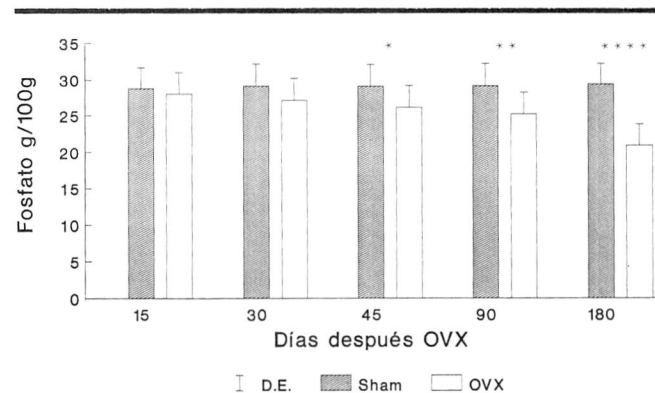
La concentración de calcio (Figura 2) en huesos de la cola disminuyó significativamente en las ratas OVX a partir del corte de los 30 días (p<0,05), aumentando la diferencia a los 45 y 90 días. A los 180 días (en fémur) el calcio de las OVX fue un 69 % del valor de las Sham.

**FIGURA 2**  
Calcio óseo en ratas ovariectomizadas



La concentración de fósforo (Figura 3) en huesos de la cola disminuyó significativamente en las ratas OVX a partir de los 45 días (p<0,05), disminuyó algo más a los 90 días, llegando a ser a los 180 días (en fémur) un 71 % del valor de las Sham.

**FIGURA 3**  
Fósforo óseo en ratas ovariectomizadas



La concentración de magnesio (Figura 4) en huesos de la cola disminuyó significativamente en las ratas OVX a partir de los 45 días (p<0,05), disminuyó más a los 90 días, llegando a ser a los 180 días (en fémur) un 68,2 % del valor de las Sham.

La concentración de sodio (Figura 5) en huesos de la cola disminuyó significativamente en las ratas OVX a partir de los 45 días (p<0,05), bajó algo más a los 90 días, llegando a ser a los 180 días (en fémur) un 71 % del valor de las Sham.

El peso de las cenizas (expresión de la parte mineral) (Figura 6) en porcentaje del peso de hueso seco sufrió una disminución significativa en las ratas OVX a partir de los 30 días (p<0,05), disminuyendo más a los 45 y 90 días, llegando a los 180 días a ser un 73 % de los valores de las Sham.

FIGURA 4  
Magnesio óseo en ratas ovariectomizadas

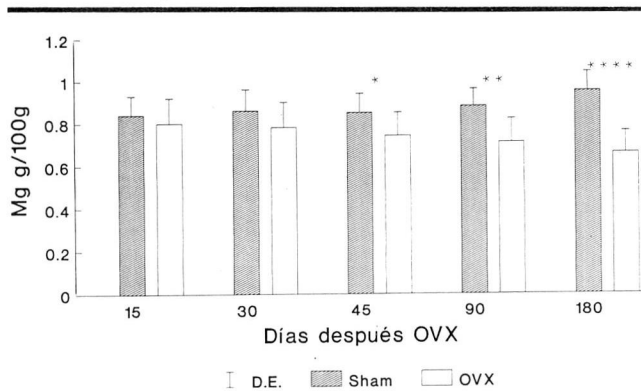


FIGURA 5  
Sodio óseo en ratas ovariectomizadas

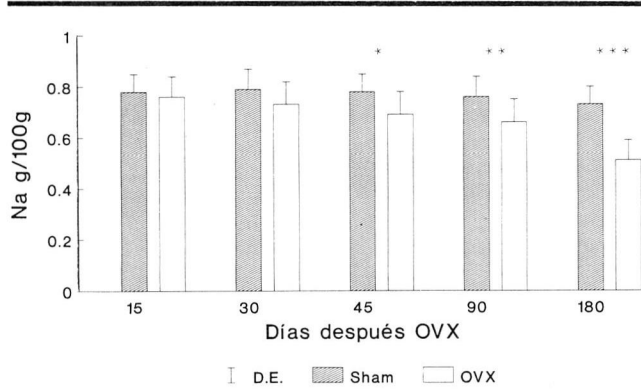
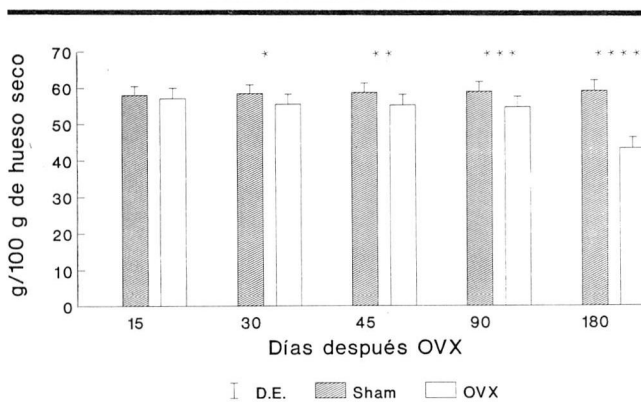


FIGURA 6  
Cenizas de huesos de ratas



El peso y volumen del fémur no mostró diferencias significativas entre los dos lotes a los 180 días (datos no mostrados).

## DISCUSION

Los valores de calcio, fosfato y cenizas en fémur encontrados coinciden con los de M. Kaye (19), y con los de M. Yasui y col (18), difiriendo en cambio con los informados por Swissa-Sivan y col (20). En el modelo «rata madura» de tres meses de edad elegido, se ha

descrito (21, 22) una pérdida de hueso reticular (en tibia proximal) significativa a los 15 días de los OVX y marcada a los 30 días, con los efectos más agudos del aumento de resorción ósea a los 100 días de la OVX.

Las variaciones que encontramos en la concentración de los iones estudiados -principalmente calcio y fosfato-, y en el porcentaje de cenizas en huesos de la cola de rata, no fueron tan marcadas como las de los parámetros mencionados arriba (21, 22) en tiempos iguales. En nuestros resultados probablemente ha influido el ligero aumento de peso de las ratas OVX, recién significativo ( $p < 0,05$ ) a los 180 días de la experiencia.

Frente a la opinión de algunos autores, nuestra experiencia previa coincide con Wronski y col (7) en el hecho que dar la misma cantidad de alimento a los dos lotes induce a resultados erróneos. En efecto, si se alimenta *ad libitum* los dos lotes, las OVX aumentan mucho de peso. Por otro lado, si se restringe a 15 g/rata/día de alimento a los dos lotes, los controles no aumentan normalmente de peso y se desfasan significativamente a las OVX. Por este motivo seguimos el criterio de Wronski y col., es decir restringir a 15 g/rata/día a las OVX, y alimentar *ad libitum* a las Sham. De esta forma el lote Sham consumió un promedio de 17 g/rata/día, mayor que el consumo de las OVX, compensando las diferencias metabólicas (32) que motivan la tendencia al sobrepeso de las OVX.

A pesar de esto, a los 180 días hubo diferencia significativa de peso ( $p < 0,05$ ), pero esto de ninguna manera desvirtúa los resultados: a) por que en los tiempos de todas las determinaciones efectuadas en huesos de la cola de rata los pesos de los dos lotes no tuvieron diferencia significativa; b) por que a los 180 días el sobrepeso de las OVX les protege en alguna medida de la osteopenia (7), por lo que la diferencia encontrada en la concentración de los iones analizados en ese tiempo sería mayor de haberse logrado igualdad de peso entre los dos lotes.

Otro detalle que puede haber influido fue la concentración de calcio (1 g/100 g) en el alimento de las ratas. Algunos autores (4, 19) sugieren entre 0,40 y 0,87 g de calcio en 100 g de alimento como suficiente para la rata, otros autores (18) usan para ratas de 5 semanas como ingesta estándar 1,25 g de calcio en 100 g de alimento, por lo que decidimos dar 1 g de calcio/100 g atendiendo a que las ratas OVX tenían restricción alimentaria a 15 g/día, y no quisimos correr riesgos de dar menos calcio que el necesario y que esto pudiera falsear los resultados. De todas maneras, creemos que nuestra dieta tiene un pequeño exceso de calcio, pero esto solo puede haber disminuido las diferencias encontradas, nunca aumentado.

En cuanto al fósforo de la dieta, es válido el mismo razonamiento efectuado en el párrafo anterior para el calcio.

Otro factor que influyó fue el utilizar huesos de la cola en las primeras determinaciones. Los huesos largos como el fémur tienen un un recambio óseo mayor por el peso que soportan, esto hace que los cambios minerales sean más notorios. No obstante, nuestro objetivo de utilizar los huesos de la cola de rata como indicador de la pérdida de masa ósea se basó en la ventaja de que se pueden realizar varias determinaciones -en nuestro caso cuatro- en el mismo animal siguiendo las variaciones individuales, no siendo necesario sacrificar un lote de ratas en cada tiempo analizado.

Concluyendo, nuestros resultados permiten afirmar que el contenido mineral de los huesos de la cola de rata es un buen indicador de la pérdida de masa ósea por ovariectomía.

## AGRADECIMIENTOS

Al Laboratorio de Biología de la Reproducción de la UNSL por todo el apoyo brindado.

A la Profesora Ana María Tello por su ayuda en el texto en inglés.

## REFERENCIAS

- Osteoporosis: Consensus Conference, *J. Am. Med. Assoc.* 252:799-802, 1984.
- Albright F., Smith PH, Richardson AM. Postmenopausal osteoporosis: its clinical features. *J. Am. Med. Assoc.* 116:2465-2474, 1941
- Gallager JC. The pathogenesis of osteoporosis. *Bone Miner* 9:215-227, 1990.
- Kalu DN. The ovariectomized rat model of postmenopausal bone loss. *Bone Miner* 15:175-192, 1991.
- Wronski TJ, Citrón M, Dann LM. Temporal relationship between bone loss and increased bone turnover in ovariectomized rats. *Calcif Tissue Int* 43:179-183, 1988.
- Turner RT, Evans GL, Wakley GK. Mechanism of action of estrogen on cancellous bone balance in tibiae of ovariectomized growing rats: Inhibition of indices of formation and resorption. *J. Bone Miner Research* 8:359-366, 1993.
- Wronski TJ, Schenck PA, Cintrón M, Walsh CC. Effect of body weight on osteopenia in ovariectomized rats. *Calcif Tissue Int* 40:155-159, 1987.
- Danielsen CC, Mosekilde L, Svenstrup B. Cortical bone mass, composition, and mechanical properties in female rats in relation to age, long-term ovariectomy and estrogen substitution. *Calcif Tissue Int* 52:26-33, 1993.
- Kalu DN., Salerno E., Liu CC., Echón R., Ray M., Garza-Zapata M., Hollis BW. A comparative study of the actions of tamoxifen, estrogen and progesterone in the ovariectomized rat. *Bone Miner* 15:109-114, 1991.
- Chakraborty PK, Brown JL., Ruff CB, Nelson MF., Mitchell AS. Effects of long-term treatment with estradiol or clomiphene citrate on bone maintenance, and pituitary and uterine weights in ovariectomized rats. *J. Steroid Biochem Molec Biol.* 40:725-729, 1991.
- Rigalli A., Ballina JC., Puche RC. Bone mass increase and glucose tolerance in rats chronically treated with sodium fluoride. *Bone Miner* 16:101-108, 1992.
- Minkowitz B., Boskey AL., Lane JM., Pearlman HS., Vigorita VC. Effects of propranolol on bone metabolism in the rat. *J. Orthopaedic Research* 9:869-875, 1991.
- Wronski TJ, Yen CF, Scott KS. Estrogen and diphosphonate treatment provide long-term protection against osteopenia in ovariectomized rats. *J Bone Miner Res* 6:387-394, 1991.
- Liu CC, Kaly DN. Human parathyroid hormone prevents bone loss and augments bone formation in sexually mature ovariectomized rats. *J Bone Miner Res* 5:963-982, 1990.
- Hayashi T., Yamamuro T., Okumarah, Kasay R., Toda K. Effect of eel calcitonin on the prevention of osteoporosis induced by combination of immobilization and ovariectomy in the rat. *Bone* 10:25-28, 1989.
- Faugere MC, Okomoto S, DeLuca HF., Malluche HH. Calcitriol corrects bone loss induced by oophorectomy in rats. *Am. J. Physiol (Endocr Metab.13):* E35-E38, 1986.
- Barengolts EI, Curry DJ, Bapna MS, Kukreja SC. Effects of endurance exercise on bone mass and mechanical properties in intact and ovariectomized rats. *J. Bone Miner Res* 8:937-942, 1993.
- Yasui M., Yase Y., Ota K. Distribution of calcium in central nervous system tissues and bones of rats maintained on calcium-deficient diets. *J. Neurolog Sci.* 105:206-210, 1991.
- Kaye M. The effects in the rat of varying intakes of dietary calcium, phosphorus and hydrogen ion on hyperparathyroidism due to chronic renal failure. *J. Clin. Inv.* 53:256-269, 1974.
- Swissa-Sivan A., Satter M, Brooks GA, Azevedo J., Viguir C, Azoury R., Greenfield C., Oman S., Leichter I., Zinker B., Menczel J. Effect of swimming on prednisolone-induced osteoporosis in elderly rats. *J. Bone Miner Res* 7:161-169, 1992.
- Wronski TJ, Dann LM, Scott KS, Cintrón M. Long-term effects of ovariectomy and aging on the rat skeleton. *Calcif Tiss Int* 45:360-366, 1989.
- Kalu DN., Liu CC., Hardin RR., Hollis BW. The aged rat model of ovarian hormone deficiency bone loss. *Endocrinology* 124:7-16, 1989.
- Ismail F., Epstein S., Fallon MD., Reinhardt TA. Serum bone gla protein and the vitamin D endocrine system in the ophorectomized rat. *Endocrinology* 122:624-630, 1988.
- Wronski TJ., Cintron M., Doherty AL., Dann LM. Estrogen treatment prevents osteopenia and depresses bone turnover in ovariectomized rats. *Endocrinology* 123:681-686, 1988.
- Ostlere S., Gold R. Osteoporosis and bone density measurement methods. *Clin Orthop Rel Res* 271:149-161, 1991.
- Kalu DN, Hardin RR., Cockerham R. Evaluation of the pathogenesis of skeletal changes in ovariectomized rats. *Endocrinology* 115:507-512, 1984.
- Simkin A., Ayalon J., Leichten I. Increased trabecular bone density due to bone-loading exercises in postmenopausal osteoporotic women. *Calcif Tiss Int* 40:59-63, 1987.
- Bain S., Mason C., Celino D., Lantry M., Edwards M. High-dose estrogen inhibits bone resorption and stimulates bone formation in the ovariectomized mouse. *J. Bone Miner Res.* 4:435-442, 1993.
- Delvin H., Ferguson MW., Carter DH. Cancellous bone resorption in the proximal ilium of the ovariectomized rats. *Calcif Tiss Int* 46:395-400, 1990.
- Kalu DN., Echón RM., Hollis BW. Modulation of ovariectomy-related bone loss by parathyroid hormone in rats. *Mech Aging Devt* 56:49-62, 1990.
- Turner RT., Vandersteenhoven JJ, Bell NB. The effects of ovariectomy and 17 $\beta$ -estradiol on cortical bone histomorphometry in growing rats. *J. Bone Miner Res* 2:115-122, 1987.
- Tarttelin MF., Gorsky RA. The effects of ovarian steroids on food and water intake and body weight in the female rat. *Acta Endocr (Kbh)* 72:551-568, 1973.

Recibido: 31-03-1995

Aceptado: 05-10-1995

## Macroalgas marinas comestibles de Chile como fuente de fibra dietética: Efecto en la digestibilidad aparente de proteínas, fibra y energía y peso de deposiciones en ratas<sup>1</sup>

Nelly Pak<sup>2</sup> y Héctor Araya<sup>3</sup>

Departamento de Nutrición. Facultad de Medicina, Universidad de Chile

**RESUMEN.** La necesidad de un incremento de la ingesta de fibra dietética (FD) justifica el estudio de las algas como una fuente importante de ella. El objetivo del trabajo fue estudiar en ratas, el efecto de la FD de las algas, sobre el peso de las deposiciones y digestibilidad aparente de energía, proteínas y fibra. Las algas estudiadas fueron el cochayuyo (fronda) y ulte (parte basal) (*Durvilleae antarctica*), luche verde (*Ulva lactuca*) y luche rojo, (*Porphyra columbina*) cocidos a ebullición y secados a 55° C bajo corriente de aire. Ratas machos Wistar de 25 días de edad fueron alimentadas durante un período experimental de 29 días con dietas de caseína con inclusión de 10 % de FD de las algas. Como grupo control se utilizó una dieta sin fibra. La FD de las algas varió entre 58,2 g/100 g a 75,6 g/100 g (peso seco), del cual 37,9 % a 52,4 % fueron solubles. En relación al control: a) Se encontró disminución significativa de la digestibilidad de proteínas y deposiciones. La digestibilidad de la FD varió entre 21,1 % a 43,1 %. Se demuestra que las algas constituyen una excelente fuente de FD, que puede ser beneficiosa para prevenir o tratar enfermedades derivadas de su carencia.

**SUMMARY.** Chilean edible sea macroalgae as sources of dietary fiber: effect on apparent digestibility of protein, fiber, energy and fecal weight in rats. The inclusion of algae as a source of fiber in the diet is justified by the present need to increase the intake of this nutrient. The aim of this study was to study on rats, the effect of dietary algae fiber on fecal weight and apparent digestibility of energy, protein and fiber. The type of algae studied were cochayuyo (frond) and ulte (basal part) (*Durvilleae antarctica*), luche verde (*Ulva lactuca*) and luche rojo (*Porphyra columbina*). All these algae were boiled and dried at 55° under air flow.

Male rats, Wistar strain of 25 days of age, were fed during 29 days with diets containing casein plus the inclusion of 10 % (weight) of one of these algae dietary fiber. A group having no fiber intake was used as a Control group. Algae content of dietary fiber ranged between 58,2 - 75,6 g/100 g (dry weight), soluble fiber portion constituted 37,9 - 52,4%.

In relation to the Control group it was found significant reduction in the apparent digestibility of protein and energy, and a significant reduction in fecal weight. Dietary fiber digestibility ranged between 21,1 and 43,1%.

This study shows that algae can be an excellent dietary fiber source, very useful to prevent or treat different fiber-deficiency related diseases.

### INTRODUCCION

Actualmente, a nivel mundial, las algas son utilizadas para diferentes propósitos, destacándose la obtención de ficocoloides y su empleo directo en la alimentación humana (1). El hábito de ingerir algas y la preparación de ellas varía en forma importante de un país a otro. La gran variabilidad se debe principalmente a las materias primas disponibles y a la idiosincrasia y preferencias de cada país o región.

Desde hace varios miles de años las algas contribuyen un alimento muy estimado y consumido en el mercado oriental. En Occidente no existe ninguna tradición análoga. El empleo de algas como alimento específico se abandonó en general en Europa y América del Norte durante el siglo pasado (2). En la actualidad, también en estos países se están apreciando a los «vegetales marinos como una fuente de alimentos naturales».

Con respecto a las algas comestibles de Chile, las que se consumen en forma tradicional por el hombre pertenecen a las algas pardas (Cochayuyo y ulte), verdes (luche verde) y rojas (luche rojo). El

cochayuyo (Familia *Durvilleaceae*, Especie *Durvilleae antarctica*) se obtiene a partir de las frondas secadas al sol; el ulte es el talo y parte del disco adhesivo de la *Durvilleae antarctica*, que se lava y se somete a ebullición con el objeto de ablandarlos y se comercializa cocido y fresco. En menor escala se consumen el luche verde (Familia *Ulveaceae*, Especie *Ulva lactuca*) y el luche rojo (Familia *Bangaceae*, Especie *Porphyra columbina*) que se expenden generalmente al estado precocido en forma de panes, o secos (3,4).

Las especies *Ulva lactuca* y *Porphyra columbina* se encuentran a lo largo de toda la costa chilena y la *Durvilleae antarctica* se distribuye entre la zona central y sur central del país. La ingesta de algas es en general baja en nuestro país, salvo en zonas determinadas donde existe el hábito de su consumo, en forma de ensaladas, sopas o guisos.

Las algas no representan una fuente eficaz de energía y hasta el momento se dice que el principal valor nutritivo radica en su contenido de vitaminas y minerales (1,3). Sin embargo, datos recientes de la literatura señalan a las algas como fuentes importantes de fibra dietética (FD) especialmente de fibra soluble (5). Estos antecedentes lo hemos confirmado para las algas consumidas en nuestro país (6) en las que hemos encontrado valores de FD superiores, en general, a frutas y verduras (7).

Es de todos conocido que la dieta deficiente en FD se relaciona con una mayor incidencia de enfermedades crónicas como constipación, diverticulosis, cáncer al colon, obesidad, aterosclerosis (8).

1 Financiado mediante Grant 1930969, de FONDECYT

2 Profesor Titular, 3 Profesor Asociado. Departamento de Nutrición, Facultad de Medicina, Universidad de Chile.

El Consejo Nacional de Investigación en Estados Unidos, en su último informe sobre recomendaciones dietéticas (9), indica la conveniencia de incrementar el consumo de FD a partir de alimentos habituales de la dieta de las poblaciones y no de aislados de FD. Las principales fuentes alimentarias de FD están representadas por las leguminosas, cereales integrales, verduras y frutas.

Las algas marinas como alimentos podrían integrarse a este grupo, por constituir fuentes importantes de FD especialmente de fibra soluble; a esta última se le atribuyen en general, efectos hipolipidémicos y un mejor control glicémico, lo que la hace interesante para el manejo de la obesidad hipercolesterolemia y diabetes (10).

Las algas que se consumen en nuestro país pertenecen a clases diferentes (*Phaeophyta*, *Rhodophyta* y *Chlorophyta*) que difieren en sus polisacáridos de reserva, y de las paredes celulares (11). Para tal diversidad de polisacáridos, corresponden diferentes propiedades químicas, fisicoquímicas y reológicas (5). En este sentido existe muy poca información sobre los efectos fisiológicos de las algas como fuente de fibra en animales de experimentación y humanos (5).

Un posible efecto beneficioso del consumo de la FD de algas sería el de actuar aumentando el volumen de deposiciones, lo que redundaría en la prevención y tratamiento de la constipación. También es de utilidad comprobar si se produce disminución de la digestibilidad de energía de la dieta, por acción de la FD de algas, que favorece al tratamiento de la obesidad.

Otro aspecto atractivo de conocer es el grado de fermentación de la fibra insoluble y soluble de las algas por parte de la flora bacteriana presente en el colon que puede medirse a través de la digestibilidad de la fibra. Es sabido que la fermentación de la FD produce entre otros, ácidos grasos volátiles de cadena corta que influyen en el metabolismo de lípidos y glucosa, permitiendo una acción hipocolesterolémica y un mejor control glicémico, lo que es beneficioso también para el tratamiento de la obesidad (8,10,12).

El objetivo de este trabajo es estudiar en ratas en crecimiento el efecto de la FD de las algas consumidas en Chile, sobre las deposiciones y la digestibilidad aparente de energía, proteína y fibra de dietas purificadas.

## MATERIAL Y METODOS

**Obtención de las muestras:** Se adquirió en el comercio de Santiago cochayuyo, ulte y luce rojo y en la isla de Chiloé, luce verde. El cochayuyo y luce rojo correspondían a productos crudos y secos, el ulte al material cocido y fresco y el luce verde al alimento crudo y fresco.

**Tratamiento de las muestras:** Los materiales crudos se lavaron y cocieron a ebullición (45' el cochayuyo previo remojo por 12 horas, y 15' el luce rojo y verde) y luego se secaron a 55° C con aire forzado y posteriormente se molieron. Con el ulte se procedió directamente a su secado y molienda.

### Análisis de las harinas de algas

- Análisis proximal:** Se determinó la composición química de las harinas de algas en cuanto a humedad, cenizas, proteínas (Nx6,25), lípidos según los métodos oficiales de la AOAC (13), los carbohidratos totales se determinaron por diferencia.
- Determinación de fibra dietética:** La fibra dietética total y fraccionada en soluble e insoluble, se determinó en las harinas de algas, según el método gravimétrico de Lee SG y cols (14)

con modificaciones en cuanto a menor pesada de las muestras y a la precipitación de la fibra soluble para el luce rojo, que consistió en concentrar por liofilización el filtrado que contiene la fibra soluble y agregar cinco veces el volumen de alcohol de 95 °C enfriado a -10 °C (16).

### Diseño experimental

**Animales:** Se emplearon ratas machos Wistar de 25 días distribuidas en 6 grupos de 8 ratas, con un peso promedio de 46,4 g. Las ratas fueron colocadas en jaula individual con fondo criboso y cada grupo recibió alimentación *ad libitum*.

**Dietas experimentales:** (Tabla 1)

TABLA 1  
Composición de las dietas

	DIETAS g/100g l					
	Control	Salvado de trigo	Luche rojo	Luche verde	Ulte*	Cochayuyo*
Caseína	12,29	12,29	12,29	12,29	12,29	12,29
Mezcla Vit**	1	1	1	1	1	1
Mezcla Vit**	4	4	4	4	4	4
Aceite maravilla	5	5	5	5	5	5
Salvado trigo	-	25,01	-	-	-	-
Luche rojo	—	—	17,57	—	—	—
Luche verde	—	—	—	18,61	—	—
Ulte	—	—	—	—	15,90	—
Cochayuyo	-	—	—	—	—	15,42
Maicena	77,71	52,70	60,14	59,1	61,81	62,29

1 Ver Material y Métodos

\* = 10 % de fibra dietética

\*\* Pellet P. and Young V. (15).

**Dieta control:** Contiene 10 % de proteínas proveniente de caseína (Nutritional Biochemical Corp, Cleveland Ohio).

**Dieta con harina de algas:** Se incluyen las harinas de algas, al 10 % de su fibra dietética, en dietas de caseína al 10 % de proteínas en reemplazo de maicena.

**Dieta con salvado de trigo:** Con fines comparativos se incluyó salvado de trigo (adquirido en el comercio local), también al 10 % de su fibra dietética, en dieta de caseína al 10 % de proteínas en reemplazo de maicena.

**Indicadores:** Se registró el aumento de peso de los animales, la ingesta de la dieta y el peso de las deposiciones (secadas a 105 °C hasta peso constante), cada siete días.

**Digestibilidad aparente de proteínas, fibra y energía:** Las digestibilidades aparentes de proteínas, fibra y energía se calcularon como la diferencia entre la ingesta y la excreción en las heces y expresadas como porcentaje de la ingesta; estas determinaciones se efectuaron en la segunda, tercera y cuarta semana de la experiencia respectivamente. Para ello se analizaron las dietas y las deposiciones correspondientes, en cuanto a proteínas por Kjeldahl (Nx6,25) (13), fibra dietética empleando la técnica de Lee SG. y cols (14) y con las modificaciones ya señaladas al emplear el luce rojo (6) y energía bruta utilizando la bomba calorimétrica Gallenkamp.

**Análisis estadístico:** Los valores se presentaron como promedio  $\pm$  desviación estándar y se compararon usando ANOVA, con el test de Tukey-Kramer para evaluar diferencias entre los grupos. Los resultados se consideraron significativos con  $p < 0,05$ .

## RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla 2 se muestran los resultados de la composición química de las algas cocidas, expresadas con fines comparativos en g/100 g peso seco. Se indica también la humedad que tienen estos productos cocidos previo al secado para la obtención de las harinas de algas. Llama la atención el aporte elevado de proteínas en el caso

del luche rojo y verde. La fibra dietética total varió entre 58,2 g% para el luche verde a 75,6 g % para el cochayuyo. El porcentaje de fibra soluble del total de la FD osciló de 37,9 % en el cochayuyo a 52,4 % en el luche verde. Es especialmente notable que el aporte de FD obtenido por análisis se asemeje al valor de carbohidratos totales obtenidos por diferencia, empleando la información del análisis proximal. Este hecho apoya la presunción de que los carbohidratos presentes en las algas analizadas corresponden en su totalidad a FD, lo que evidentemente influye en el cálculo del aporte energético de estos alimentos. El aporte de cenizas es también importante, en cambio, los lípidos son bajos en todas las algas analizadas.

TABLA 2  
Composición química y fibra dietética de algas cocidas\*

Algas	Humedad g/100g	Cenizas**	Proteínas** Nx6,25	Lípidos**	H.de C. Totales**	Fibra Dietética**		
						Insoluble	Soluble	Total
Cochayuyo <i>Durvillea antarctica</i> (fronda)	91,0	13,9	10,2	1,5	74,4	47,0	28,6	75,6
Ulte <i>Durvillea antarctica</i> (parte basal)	90,9	17,2	8,9	1,1	72,8	40,2	31,1	71,3
Luche Rojo <i>Porphyra columbina</i>	89,4	7,4	29,7	1,3	61,6	37,9	25,7	63,6
Luche Verde <i>Ulva Lactuca</i>	84,8	16,5	24,4	0,7	58,4	27,7	30,5	58,2

\* Ver Material y Métodos

\*\* g/100 g peso seco

En la Tabla 3 se observa el efecto en ratas machos Wistar de 25 días, de la adición de harina de algas y de salvado de trigo en cantidad tal que aporten un 10 % de FD a dietas de caseína al 10 % de proteínas, sobre el aumento de peso, ingesta de la dieta y eficiencia de ella (ingesta de la dieta/aumento de peso), durante un período de 29 días. El grupo control no incluye agregado de fibra en su dieta. El análisis de varianza efectuado (ANOVA), no mostró diferencias significativas en los tres parámetros estudiados.

TABLA 3

Efecto de la adición de un 10 % de fibra dietética de algas y de salvado de trigo a dietas de caseína, sobre el aumento de peso, ingesta y eficiencia de la dieta

Dietas	Aumento de Peso* g/29 ds	Ingesta Dieta* g/29 ds	Eficiencia Dieta* <sup>1</sup> 29 días
Control	107,2 $\pm$ 23,2	356,5 $\pm$ 49,7	3,38 $\pm$ 0,33
Salvado trigo	121,5 $\pm$ 40,0	387,7 $\pm$ 84,2	3,45 $\pm$ 0,91
Luche Rojo	118,0 $\pm$ 20,5	348,8 $\pm$ 39,7	2,99 $\pm$ 0,29
Luche Verde	120,4 $\pm$ 22,8	376,1 $\pm$ 53,1	3,16 $\pm$ 0,27
Ulte	112,8 $\pm$ 28,0	371,9 $\pm$ 61,9	3,40 $\pm$ 0,50
Cochayuyo	123,0 $\pm$ 24,0	389,8 $\pm$ 41,6	3,24 $\pm$ 0,42

\* Valores promedios  $\pm$  Desviación Estándar (n=8)

<sup>1</sup> Ingesta dieta en g/aumento de peso en g Significancia estadística: Análisis de Varianza (ANOVA una dirección)= NS

En la Tabla 4 se ilustra el efecto de la adición de fibra de algas y de salvado de trigo a dietas de caseína, sobre la ingesta de dietas y el

peso de las deposiciones secas; los resultados corresponden a la cuarta semana de experiencia. Todos los productos estudiados indujeron un aumento significativo del peso de las deposiciones secas en relación a la dieta control. Este efecto se evidencia al expresar las deposiciones como cantidad absoluta o relacionada a 100 g de dieta ingerida. El luche verde es el que presenta siempre el valor más alto.

TABLA 4

Efecto de la adición de un 10 % de fibra dietética de algas y de salvado de trigo a dietas de caseína sobre la ingesta de dieta y peso de deposiciones secas (cuarta semana de experiencia)

Dietas	Ingesta* Dieta g/7 días	Deposiciones peso seco*	
		g/7 días	g/100 g dieta ingerida
Control	102,4 $\pm$ 29,1 <sup>a</sup>	3,07 $\pm$ 0,74 <sup>a</sup>	3,11 $\pm$ 0,78 <sup>a</sup>
Salvado trigo	111,8 $\pm$ 32,3 <sup>a</sup>	14,34 $\pm$ 4,30 <sup>bcd</sup>	11,78 $\pm$ 0,41 <sup>b</sup>
Luche Rojo	100,7 $\pm$ 16,6 <sup>a</sup>	15,03 $\pm$ 2,58 <sup>bcd</sup>	14,94 $\pm$ 0,56 <sup>cf</sup>
Luche Verde	112,2 $\pm$ 17,0 <sup>a</sup>	18,82 $\pm$ 3,07 <sup>c</sup>	16,76 $\pm$ 0,69 <sup>d</sup>
Ulte	114,1 $\pm$ 22,3 <sup>a</sup>	15,73 $\pm$ 3,34 <sup>bcd</sup>	13,78 $\pm$ 0,97 <sup>ef</sup>
Cochayuyo	110,7 $\pm$ 21,8 <sup>a</sup>	13,09 $\pm$ 3,40 <sup>d</sup>	11,68 $\pm$ 1,24 <sup>b</sup>

\* Valores promedio  $\pm$  Desviación Estándar (n=8)

Significancia Estadística: Análisis de Varianza (ANOVA una dirección)  $p < 0,05$ .

Test Tukey-Kramer, letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas  $p < 0,05$

La digestibilidad aparente de proteínas, FD y energía por efecto de la adición de un 10 % de FD de algas y de salvado de trigo, a dietas de caseína al 10 % de proteínas, se muestran en la Tabla 5.

**TABLA 5**  
Efecto de la adición de un 10 % de fibra dietética de algas y de salvado de trigo a dietas de caseína sobre la digestibilidad aparente de proteína, fibra dietética y energía

Dieta	Digestibilidad Aparente %		
	Proteínas*	Fibra* Dietética	Energía*
Control	90,9 ± 1,8 <sup>a</sup>	—	97,2 ± 0,7 <sup>a</sup>
Salvado trigo	83,8 ± 1,1 <sup>b</sup>	33,4 ± 4,8 <sup>bcd</sup>	86,8 ± 0,5 <sup>bc</sup>
Luche Rojo	77,8 ± 3,5 <sup>ce</sup>	21,0 ± 3,9 <sup>ab</sup>	85,4 ± 0,8 <sup>b</sup>
Luche Verde	73,7 ± 3,4 <sup>d</sup>	27,8 ± 6,1 <sup>abc</sup>	86,6 ± 0,7 <sup>bc</sup>
Ulte	73,6 ± 3,3 <sup>d</sup>	27,8 ± 6,1 <sup>abc</sup>	87,6 ± 0,7 <sup>e</sup>
Cochayuyo	79,7 ± 1,7 <sup>c</sup>	43,1 ± 13,5 <sup>c</sup>	90,0 ± 1,0 <sup>d</sup>

\* Valores Promedio ± Desviación Estándar (n=8)

Análisis de Varianza (ANOVA una dirección) p<0,05.

Test Tukey-Kramer: letras diferentes en una misma columna indican diferencias significativas p<0,05

Los materiales disminuyeron significativamente la digestibilidad aparente de proteínas de la dieta de caseína. El menor efecto lo presentó la dieta que contenía salvado de trigo. Es necesario indicar que también se incluye en la digestibilidad de proteínas, la proteína procedente de los materiales ensayados.

La digestibilidad de la FD de los productos ensayados mostró una diferencia significativa entre el cochayuyo (43,1 %) y el menor el luche rojo (21,0 %). La diferente digestibilidad de la FD encontrada, posiblemente influya en que estas algas tengan distinto efecto en el metabolismo de hidratos de carbono y lípidos (8).

La digestibilidad de energía de la dieta control disminuyó significativamente al adicionar las algas y el salvado de trigo. La dieta con salvado de trigo fue similar a las dietas con luche rojo, verde y ulte y significativamente inferior a la del cochayuyo coincide con la mayor digestibilidad de su fibra dietética.

Al realizar las correlaciones entre las ingestas de FD de cada uno de los materiales ensayados y las diferentes variables dependientes estudiadas (incluyendo el grupo control) se evidenció que estas fueron lineales e inversamente significativas para la digestibilidad de proteínas y energía y lineales y directamente significativas para el peso seco de las deposiciones (p<0,001). Como dato ilustrativo, en la Tabla 6 se señalan las correlaciones encontradas entre ingesta de FD y digestibilidad aparente de proteínas.

**TABLA 6**  
Correlación entre ingesta de fibra dietética (X) versus digestibilidad proteica (Y) en ratas

Fuente de	n	Ecuación de la recta	Coefficiente Correlación	P
Salvado trigo	16	y= 90,51 - 0,71 x	-0,87	<<0,001
Luche Rojo	16	y= 90,82 - 1,59 x	- 0,93	<<0,001
Luche Verde	16	y= 90,78 - 2,00 x	- 0,96	<<0,001
Ulte	14	y= 90,10 - 1,88 x	- 0,89	<<0,001
Cochayuyo	16	y= 90,81 - 1,19 x	- 0,95	<<0,001

De acuerdo a la literatura (1,2) las macroalgas se valorizan principalmente por su contenido de vitaminas y minerales, especialmente yodo. Sin embargo, en el presente trabajo se observa lo destacable que es el aporte de FD de las algas analizadas, que aun expresadas con la humedad tal como se consumen, dada valores que fluctúan entre 6,4 g/100 g (ulte) a 8,8 g/100 g (luche verde), cifras superiores a las encontradas en frutas y verduras (7). También es de resaltar el aporte de fibra soluble en todas las algas, especialmente en el luche verde.

Es necesario hacer hincapié sobre la técnica de FD empleada. Aunque se siguió una metodología oficial para hacer la determinación (14), fue imprescindible, dado el carácter viscoso de las muestras de algas, trabajar con pesadas inferiores a las recomendadas (100 a 500 mg), para facilitar las etapas de filtración. Por otro lado, en el caso del luche rojo, la técnica no funciona para la determinación de fibra soluble, da su especial composición. Por este motivo, se buscaron nuevas alternativas y la concentración del filtrado que contiene la fibra soluble y luego la precipitación de ésta con alcohol frío (-10 °C) fue exitosa. De acuerdo a Lahaye y cols (16), la temperatura fría se usa para disminuir la pérdida en etanol de agares metilados presentes en Porfirias.

La contribución de las algas al mayor peso de las deposiciones secas se explicaría por el aporte de fibra que no es digerida por las enzimas digestivas, a la mayor masa bacteriana inducida por la fermentación de la fibra a nivel del colon y a la menor digestibilidad de nutrientes, inducido por la ingesta de fibra, como es el caso de la mayor excreción de proteínas (17). Este efecto sobre las deposiciones les confiere a las algas un rol interesante en la normalización del tránsito intestinal.

Por otro lado, se han enunciado varias hipótesis que explican el efecto de la fibra en la menor disponibilidad de energía de los nutrientes de la dieta, como el aumento de la excreción endógena de componentes que contienen energía, aumento de la excreción de bacterias que contienen lípidos y proteínas, alteraciones en la digestión y absorción de nutrientes. Estos efectos se han visto con fibra soluble, fibra insoluble y con fibra de frutas, verduras, granos (18). En el caso de las algas todas estas posibilidades pueden ser válidas para explicar el efecto de las algas en disminuir la digestibilidad de nutrientes.

El comportamiento diferente de las algas sobre las variables estudiadas pueden ser un reflejo de la diferente composición de sus polisacáridos de reserva y de las paredes celulares (11).

Según los resultados del presente trabajo, se perfila a las algas como herramientas útiles para el control de la obesidad, dado que la inclusión de ellas en la dieta reduce el aporte energético, por su elevado contenido de FD, y por la disminución de la digestibilidad de nutrientes energéticos. Aunque en este estudio no se observó influencia de la FD sobre la saciedad, en el ser humano dado su patrón de ingesta diferente, es factible disminuir la ingesta energética debido a la saciedad producida por una ingesta alta de FD, principalmente de la soluble (8).

Los hallazgos encontrados abren una interesante perspectiva para incrementar el consumo de fibra de las personas que la requieran, a través de la incorporación de algas en su dieta.

## REFERENCIAS

1. Chapman VJ & Chapman DJ. Seaweeds and their uses. Ed Chapman and Hall Lt 3a. Ed New York. 1980.
2. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Producción, comercio y utilización de algas y productos

- derivados. Documentos Técnicos de la FAO sobre la Pesca, N°159, Roma, 1976.
3. Instituto Nacional de Normalización, Chile. Algas comunmente reconocidas en Chile para fines comerciales. Nomenclatura común y científica. NCH 1857, 1984.
  4. Schmidt-Hebbel H. Avances en Ciencia y Tecnología de los alimentos, Alfa Beta Impresores, 1981.
  5. Lahaye M. Marine algae as sources of fibres. Determination of soluble and insoluble dietary fibre contents in some sea vegetables. *J Sci Food Agric* 54:587-594, 1991.
  6. Pak N. y Araya H. Valor nutritivo y aporte de fibra dietética (soluble e insoluble) de macroalgas marinas comestibles de Chile, crudas y cocidas. Enviado a la Revista Alimentos, 1995.
  7. Pak N. Fibra Dietética: concepto, contenido en alimentos y consumo en Chile. *Rev Chil Nutr* 20: 124-135, 1992.
  8. Center for food Safety and applied nutrition food and drug administration. Department of health and human services physiological effects and health consequences of dietary fiber. Life Sciences Research Office. Federation of American Societies for Experimental Biology, Bethesda, Maryland, 1987.
  9. National Research Council. Recommended Dietary Allowances. 10th Ed. Washington, C.D. National Academy Press, 1989.
  10. Kritchevsky D. Dietary fiber. *Ann Rev Nutr* 8:301-328, 1988.
  11. Kloareg B & Quatrano RS. Structure of the cell walls of marine algae and ecophysiological function of the matrix polysaccharides. *Ann Rev Oceanogr Marine Biol* 26:259-315, 1988.
  12. Pak N. y Araya H. Efecto hipocolesterolémico del salvado de avena. *Rev Chil Nutr* 19:7-16, 1991.
  13. AOAC. Official Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemists 14th, Ed, Washington DC., USA, 1984.
  14. Lee SC., Prosky L. and De Vries JW. Determination of total soluble and insoluble dietary fiber in foods. Enzymatic-Gravimetric method, MES-TRIS buffer: Collaborative study. *J AOAC Int.* 75:395-416, 1992.
  15. Pellett PL. and Young VR. Nutritional evaluation of protein foods. The United Nations University, 1980.
  16. Lahaye M., Rochas C. and Yaphe W. A new procedure for determining the heterogeneity of agar polymers in cell walls of *Gracilaria* spp (*Gracilariaceae, Rhodophyta*). *Can J Bot* 64:579-585, 1986.
  17. Schrijver R. De, Fremaut D. and Verheyen A. Cholesterol-lowering effects and utilization of protein, lipid, fiber and energy in rats fed unprocessed and baked oat bran. *J Nutr* 122:1318-1324, 1992.
  18. Miles CW. The metabolizable energy of diets differing in dietary fat and fiber measured in humans. *J Nutr* 122:306-311, 1992.

Recibido: 24-03-1995

Aceptado: 27-10-1995

## Experiencias en el entrenamiento de un panel de degustación de carne vacuna a nivel de un matadero frigorífico industrial venezolano<sup>1</sup>

Nelson Huerta-Leidenz<sup>2</sup>, Nancy Jerez-Timaure<sup>3</sup>, Oneida Morón-Fuenmayor<sup>4</sup>, Edmundo Rincón Urdaneta<sup>2</sup> y Rosa Caro<sup>5</sup>

Instituto de Investigaciones Agronómicas. Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela.  
Matadero Industrial Centro-Occidental C.A. Barquisimeto, Venezuela

**RESUMEN.** Se describen las experiencias en el entrenamiento de un panel descriptivo para degustación de carne vacuna. El adiestramiento constó de cuatro pasos: Entrevista Persona, Selección, Entrenamiento y Evaluación del Desempeño. Previo al entrenamiento se evaluaron 37 bistés por los siete candidatos potenciales de un grupo de 12 que fueron los que asistieron regularmente a sesiones preliminares de degustación. Luego se entrevistaron todos los 12 candidatos potenciales. Para medir su habilidad natural durante la selección se realizaron pruebas de triángulo que permitieron la selección de diez candidatos. Durante el entrenamiento el líder instruyó las técnicas de degustación y se uniformizaron criterios en la asignación de puntuaciones. Una vez entrenados, se realizó una primera prueba de desempeño, de 12 sesiones distribuidas en 4 días, con 3 sesiones por día, 3 muestras por sesión para un total de 9 muestras diferentes. Se calculó el valor F con un análisis de varianza por panelista, para medir la habilidad de los panelistas en acertar y ser consistentes en las puntuaciones de las nueve muestras, durante las 4 repeticiones, para cada atributo. Los resultados fueron satisfactorios; en la primera prueba de desempeño se descartaron 2 candidatos con los menores valores F, quedando el panel constituido por 8 catadores. Después de 300 pruebas de degustación se realizó una segunda prueba de desempeño para conocer su nivel de mejora, obteniéndose cambios en el ordenamiento por habilidad de los panelistas y una mayor uniformidad del panel en sus evaluaciones. El efecto panelista fue detectado antes ( $P < 0.05$ ) y después ( $P < 0.001$ ) del entrenamiento con muestras de *longissimus* ( $N=37$  y  $N=40$ , respectivamente). Sin embargo, las medidas para panelistas entrenados fueron menos variables y sólo difirieron en décimas dentro de una escala de ocho puntos para cinco diferentes atributos. Los resultados validan las metodologías utilizadas para entrenamiento y la adecuación del panel para la evaluación sensorial de carnes no procesadas.

**SUMMARY.** Experiences during training of a descriptive taste panel at a packing house of Venezuela. During three months, a group of people (meat consumers and active personnel) of a Venezuelan packing house were asked to assign discretionary scores to a sample of 103 beef *longissimus* steaks in order to familiarize them with the score sheet and to their future job as panelists. Scores assigned to 37 steaks by seven candidates that assisted regularly to these preliminary sessions (out of 12 attendants), were subjected to Analysis of Variance (ANOVA) to determine variability among judges before training. The whole group ( $n=12$ ) potential candidates from both sexes, and ranging between 25 and 45 years, were interviewed and pre selected for formal training. Triangle tests were used as selection tool and allowed for dismissing two of them. Training reinforced acquaintance with test procedures and improved natural abilities, sensitivity and memory for test attributes by using an 8-point descriptive scale to describe samples differing in fiber tenderness, amount of connective tissue, overall tenderness, juiciness, and flavor intensity. After 2 mo. of training (5 h weekly) the first panel performance evaluation (PPE) was conducted over 4 days with 3 sessions per day and 3 samples per session with 9 different samples. Data for each candidate were subjected to one-way ANOVA and F-ratio served as criteria to rank candidates' ability for describing each attribute. Panelist 7 and 8 rated last and were excused to conform an 8-member panel. The panel evaluated 300 samples during a 6-mo period and a second PPE was conducted. The second PPE revealed changes in relative ranking positions. Data from the first 40 (out of 300) samples were subjected to ANOVA for testing score (panelist) variability after training. A significant effect of panelist was detected before ( $P < .05$ ) and after ( $P < .001$ ) training, but a much greater variability became apparent in untrained candidates. Mean separation for trained panelist only differed in decimal units within the same points or adjacent points of the scale. Results validated methodologies used for panel training and the panel capability for sensorial evaluation of non-processed beef.

### INTRODUCCION

La calidad final de la carne se basa en los atributos sensoriales que determinan el grado de aceptación por parte del consumidor. Existen una serie de instrumentos reológicos para medir objetivamente

ciertos atributos, pero en última instancia, el medio más confiable lo constituye el mismo ser humano. La utilización de panel de consumidores o de catadores entrenados, ha mostrado ser el método universal para la evaluación sensorial de alimentos.

La Asociación Americana para la Ciencia de la Carne ha publicado una Guía de Cocción y Evaluación Sensorial de la Carne (1), producto de las recomendaciones de un comité designado a fin de uniformar criterios. En tal sentido, se han descrito los pasos para entrenar y evaluar catadores de carnes, así como la validación del panel (2). En la literatura venezolana, no se han reportado experiencias de este tipo, a nivel académico o industrial. Un estudio preliminar para caracterizar la carne de res en Venezuela (3) comprendió la degustación de 103 bistés de diferentes tipos de reses por parte de un grupo de consumidores, personal de un matadero industrial. Este fue

1 Se agradece el financiamiento otorgado por el Consejo de Desarrollo Humanístico y Científico de LUZ y el Matadero Industrial Centro-Occidental C.A.  
2 Profesor titular del Departamento de Zootecnia e I.I.A. (LUZ)  
3 Profesora asistente del I.I.A. (LUZ)  
4 Profesora agregado del I.I.A. (LUZ)  
5 Técnico superior en alimentos del M.I.C.O.C.A

el inicio de la selección y entrenamiento de un panel de catadores para la misma empresa, objeto del presente trabajo. Se describe la experiencia adquirida durante el entrenamiento del primer panel de catadores para la evaluación organoléptica de carne de res en Venezuela y se compara estadísticamente la variación entre panelistas antes y después del entrenamiento.

## MATERIALES Y METODOS

Las pruebas se realizaron en el Laboratorio de Control de Calidad del Matadero Industrial Centro-Occidental, C.A. (CCLAB) ubicado en el Caserío Veragacha, en las afueras de Barquisimeto, Estado Lara. Los animales beneficiados eran evaluados sistemáticamente para diferentes características en pié (*antemortem*) y en canal (*postmortem*) y se pudo contar con información de su condición sexual (toros, novillos, vacas y novillas), el tipo racial determinado fenotípicamente (predominio de razas cebuñas, lecheras y continentales europeas), edad aproximada por cronología dentaria (desde 6 meses hasta 10 años) y otras reseñas (región de origen, condición muscular). La mayoría de los animales eran toros, mestizos de raza cebuña o sus cruces con razas lecheras de diversa edad y manejados en sistemas extensivos de alimentación a pastoreo. Además de conocer las condiciones *antemortem*, también se hizo fácil el conocimiento, la manipulación o el control de las condiciones *postmortem* (características en canal, tiempo de oreo, temperatura y período de refrigeración de los canales, inducción de rigor por descongelación en algunos casos, etc.) de las muestras

### Metodología de adiestramiento:

La metodología que se siguió (2) para el adiestramiento del panel de catadores en la evaluación sensorial de la carne, constó de cuatro pasos: 1. Entrevista personal, 2. Selección, 3. Entrenamiento y 4. Evaluación del desempeño. Las mismas se describen a continuación:

#### Paso 1. Entrevista personal y experiencia durante la pre-selección:

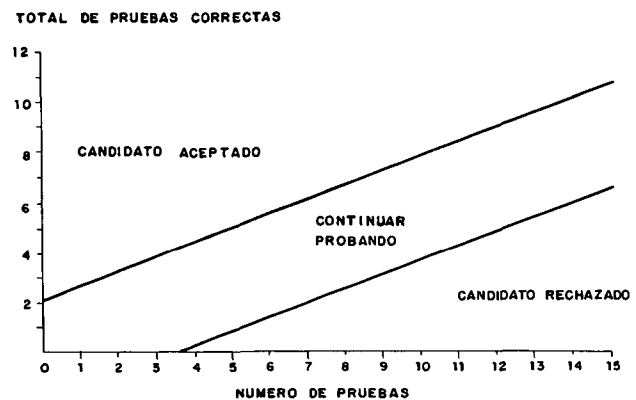
Se presentaron para la entrevista los 12 candidatos pre-seleccionados por la empresa, consumidores de carne de res, miembros activos del personal de la planta, de ambos sexos, con diferentes niveles de instrucción y en edades comprendidas entre los 25 y 45 años. El líder del panel entrevistó individualmente a los aspirantes a catadores, con el fin de conocer su disponibilidad, disposición, capacidad de comunicación y razones para participar en la prueba. El líder del panel (autor principal) había participado como catador de carne, así como en el entrenamiento y conducción de otro panel descriptivo (4). El grupo a entrevistar había tenido una experiencia previa de evaluación sensorial sin entrenamiento sistemático. La empresa a *motu proprio* había iniciado una serie de pruebas preliminares con 103 muestras presentadas a los panelistas potenciales a fin de familiarizarlos con la planilla de evaluación y darles una idea de su futuro trabajo, sin aportarles instrucción en técnicas degustativas; de tal manera que los candidatos, si bien habían tenido una experiencia previa, ésta lo fue de carácter empírico, ya que actuaron sin patrones o criterios definidos en cuanto a tales evaluaciones. La metodología empleada en la evaluación sensorial preliminar de bistés de solomo asado, efectuada por el grupo de panelistas no entrenado fue descrita por Jerez-Timaure, *et al* (3). Para conocer la afinidad de las apreciaciones entre los integrantes del panel no entrenado, se procedió a analizar una submuestra de 37 bistés de solomo asados (*longissimus dorsi*), evaluada por 7 de los 12 integrantes. Estos siete panelistas eran comparables ya que fueron los que asistieron regularmente a las

sesiones evaluativas de la submuestra. El análisis estadístico para este grupo, comprendió la determinación del coeficiente de variación (CV), cuadrado medio del error (CME) y rangos de medias para los diferentes atributos, antes y después del entrenamiento. Se efectuó además análisis de varianza y pruebas de medias considerando el efecto **panelista**. Estos análisis permitieron comparar la variación intrínseca del panel antes y después del entrenamiento.

**Paso 2 Selección:** Para medir la habilidad natural de los candidatos, se efectuaron pruebas de triángulo (91), las cuales consistieron en proporcionarles dos muestras iguales y una diferente, preparadas de manera tal que la magnitud de las diferencias entre muestras desiguales correspondiera a un mínimo de 2 unidades en una escala estructurada de 8 puntos; la misma escala que se utilizaría para la degustación formal. Estas pruebas, en las cuales el candidato debería identificar la muestra diferente, se concentraron en los atributos de terneza, jugosidad y cantidad de tejido conectivo. Se realizaron, respectivamente, un total de 15 pruebas para los atributos de jugosidad, terneza y cantidad de tejido conectivo (CTC). Con el total de respuestas acertadas, se ubicó al candidato en la gráfica de selección para cada atributo (2), en una de las tres zonas especificadas en la Figura 1. Para seleccionar aspirantes con habilidad degustativa para el tributo de jugosidad, fue necesario realizar seis pruebas adicionales para incrementar el número de candidatos en la zona de aceptación.

FIGURA 1

Gráfico usado para determinar si se acepta, rechaza o continúa probando un panelista durante la época de selección con las pruebas de triángulo



Fuente: AMSA (1978)

**Paso 3 Entrenamiento:** El objetivo principal de esta etapa, fue mejorar las habilidades naturales del individuo para reconocer y describir atributos; asimismo, familiarizarlo con las técnicas degustativas y otros procedimientos de preparación y presentación de muestras para las evaluaciones sensoriales. A los panelistas potenciales se les indicaron los propósitos y alcances del estudio y la importancia de sus evaluaciones. El entrenamiento consistió en dos sesiones diarias con 4 muestras diferentes por sesión. La duración fue de 4 semanas con 5 horas/semana efectivas. Las sesiones fueron dedicadas a la demostración de los niveles o puntuaciones claves de cada atributo bajo estudio. Para ello se seleccionaron muestras, previamente evaluadas por el líder, con características que corres-

pondieran a las puntuaciones altas, medianas y bajas en las escalas de evaluación, para los diferentes atributos. Esta escala estaba estructurada con 8 puntos, donde el valor 8 correspondía a la descripción de extremadamente tierna, jugosa y sin tejido conectivo y el valor 1 correspondía a la descripción de extremadamente dura, seca y abundante tejido conectivo (Tabla 1).

TABLA 1  
Escala para las puntuaciones de los atributos de gustosidad

Escalas	Jugosidad	Terneza de la Fibra Muscular y Terneza General	Cantidad de tejido conectivo	Intensidad del sabor
8	Extremadamente jugosa	Extremadamente tierna	Ninguna	Extremadamente intenso
7	Muy jugosa	Muy tierna	Casi nada	Muy intenso
6	Moderadamente jugosa	Moderadamente tierna	Trazas	Moderadamente intenso
5	Ligeramente jugosa	Ligeramente tierna	Poca	Ligeramente intenso
4	Ligeramente seca	Ligeramente dura	Moderada	Moderadamente imperceptible
3	Moderadamente seca	Moderadamente dura	Ligeramente abundante	Muy imperceptible
2	Muy Seca	Muy dura	Moderadamente abundante	Extremadamente imperceptible
1	Extremadamente seca	Extremadamente dura	Abundante	Insípido

Para provocar contrastes en percepciones sensoriales de terneza (blandura vs. dureza al masticar), sabor (intenso vs. insípido), jugosidad (sequedad vs. expulsión de abundante jugo durante la masticación inicial y sostenida) y cantidad de tejido conectivo (abundante residuo o sensación de goma de mascar vs. residuos imperceptibles), se utilizaron muestras con características originales o bien sometidas a tratamientos que indujeran las percepciones deseadas. Estos tratamientos fueron, por ejemplo, el remojar varias veces, una pieza del músculo *semitendinoso* (muchacho redondo) antes de la cocción, para lograr una muestra relativamente insípida. Para obtener un espécimen que representara una muestra de dureza evidente en fibra muscular pero de bajo contenido en tejido conectivo, se utilizaron solomos provenientes de canales de terneros, que fueron retirados de la canal en fase de prerigor y congelados inmediatamente para inducir rigor en descongelación (2). Para demostrar puntuaciones correspondientes a un abundante tejido conectivo y rangos de sabor intenso, se utilizaron solomos de vacas o de toros mayores de 8 años. El músculo *psaos mayor* (lomito) de animales castrados menores de tres años, se utilizó para caracterizar puntuaciones correspondientes a descripciones de carne muy tierna. La demostración de variaciones en jugosidad se hizo modificando el tiempo de cocción y la temperatura interna del bistec. Para la puntuación que define a una carne extremadamente jugosa se cocinaron las muestras para que alcanzaran una temperatura de 60 °C (término «semicruda» de cocción) y para la puntuación correspondiente a muestras «muy» o «extremadamente secas» se cocinaron hasta una temperatura interna de 80 °C, prolongando el tiempo de cocción.

El líder del panel instruyó en las técnicas de degustación para evaluar cada atributo y se uniformizaron criterios en la asignación de

puntuaciones extremas e intermedias. Por ejemplo, para evaluar la terneza de la fibra muscular, se les instruyó que masticaran el bocado, primero con los dientes incisivos y luego con los molares, tratando de percibir la dureza con las dos primeras masticaciones. Para la determinación de jugosidad se les instruyó que debían realizar la masticación con un molar y tratar de detectar la jugosidad en la primera mordida (jugosidad inicial de la muestra), para no confundirse con la jugosidad posterior o sostenida, producto de la salivación. Para percibir la cantidad de tejido conectivo se les dijo que debían realizar varias masticaciones y medir la sensación de dificultad en desintegrar el bocado dentro de la boca, con la presencia de «bagazo» o residuos de pellejo.

En cada sesión se realizó la evaluación individual de la muestra en conjunto con el líder y posteriormente, con la orientación del mismo, se discutían las apreciaciones sobre el valor asignado individualmente a cada atributo. Se trataba, en cada ciclo de degustación, de definir sensaciones y uniformizar criterios, aclarando dudas y confusiones.

Al igual que terneza y tejido conjuntivo, también se inició el entrenamiento para interpretar las puntuaciones en las escalas de intensidad de sabor a pesar de no haberse efectuado pruebas de aceptación para este atributo. Este entrenamiento sin la fase de selección previa, se hizo asumiendo que la habilidad natural degustativa de los candidatos, demostrada en los otros atributos, los haría competentes para la apreciación del sabor. La duración total de la experiencia (incluye entrevista, selección y entrenamiento) fue de 2 meses.

**Paso 4. Evaluación del desempeño del panel:** Después del entrenamiento, se realizó una primera prueba del desempeño del panel siguiendo el procedimiento descrito por Cross *et al* (2). Atendiendo a este procedimiento, se realizaron 12 pruebas distribuidas en 4 días, con 3 sesiones por día y 3 muestras por sesión, asignadas según las especificaciones de la Tabla 2. Las nueve muestras presentadas en los cuatro días de la prueba fueron las mismas cada día y seleccionadas para incluir en lo posible, la mayor parte de las puntuaciones o rangos de cada atributo

TABLA 2  
Distribución de las muestras por día y sesión\*\*

Día 1 Sesión			Día 2 Sesión			Día 3 Sesión			Día 4 Sesión		
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
M1*	M4	M7	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3
M2	M5	M8	M4	M5	M6	M5	M6	M4	M6	M4	M5
M3	M6	M9	M7	M8	M9	M9	M7	M8	M8	M9	M7

\* Número de muestra

\*\* Fuente: AMSA, 1978

Con los datos de cada candidato se aplicó el análisis de varianza por panelista usando una sola fuente de variación con nueve tratamientos (muestras) y cuatro observaciones por celda. Se calculó el valor de F (cuadrado medio del tratamiento/cuadrado medio del error) utilizando el paquete estadístico SAS (5). El valor de F mide la habilidad de los panelistas para acertar y ser constantes en las puntuaciones de las diferentes muestras durante las cuatro repeticiones; por lo tanto, el mayor valor F debe corresponder al mejor catador para ese atributo (2). El líder del panel, sin tener conocimiento de las características de la muestra, participó en la evaluación, en igualdad

de condiciones que los panelistas potenciales.

Con los resultados de la prueba estadística, se realizó un ordenamiento con los valores obtenidos para F, a fin de determinar la posición que cada panelista obtuvo, según su habilidad para describir el atributo en estudio.

Una segunda prueba del desempeño se efectuó después que el panel fuera utilizado en la evaluación de 300 muestras, aproximadamente, en un lapso de ocho meses. En esta segunda prueba no participó el líder. Se trataba de conocer el progreso de los panelistas con respecto a la primera prueba, después de la experiencia adquirida con numerosas evaluaciones.

**Condiciones ambientales:** Dentro del CCLAB, los candidatos a panelistas fueron ubicados en un ambiente cerrado a temperatura ambiente con aire acondicionado (16 °C) y humedad relativa entre 44-55 % que sirvió como cuarto de evaluación. Esta área era contigua al ambiente de preparación y cocción de las muestras, pero podía aislarse mediante una puerta de madera. La separación de ambientes minimizaba la percepción de ruidos y olores además de evitar actividades sociales indeseables que pudieran interrumpir o afectar la apreciación. Las dimensiones del cuarto de evaluación eran de 3.35 m x 2.35 m, y podía albergar a la vez, un grupo de 6 personas. Como no se disponía de cubículos o casetas individuales para los panelistas, éstos fueron sentados de manera contigua en un mesón corrido de loza blanca, portando separadores móviles que permitían una privacidad satisfactoria. De esta manera, la separación entre panelistas fue de 60 cm. El aislamiento previsto con los separadores móviles y las instrucciones impartidas a los participantes, permitieron que los gestos, actitudes y apuntes de un panelista no fueran del conocimiento de sus panelistas vecinos. Para eliminar conjeturas o prejuicios que pudieran surgir con la apreciación visual, sobre todo, el color de las muestras cocidas, se instalaron 2 lámparas de luz roja marca Lucero, con bombillo Philips de 25 W, 120 V, que se encendían al momento de la degustación proporcionando una intensidad de 1.6 pie bujías (16 Lux), medida con un aparato Extech® (Light Meter, Extech Instruments). La iluminación normal en el cuarto de evaluación y en el área de preparación culinaria de las muestras, se efectuó con lámparas fluorescentes que proporcionaban una intensidad de 373 pie bujías (293 Lux).

**Preparación y presentación de las muestras:** Con excepción de algunas muestras que recibieron un tratamiento especial, se utilizaron dos bistés de 2.5 cm de espesor, retirados de la porción caudal de trozos de solomo de cuerito grueso (*longissimus*) a las 48 h postmortem. Los bistés frescos fueron empacados al vacío antes de la congelación, en una bolsa B620, multilaminar, termo encogible, marca Cryo-Vac®, utilizando para ello una máquina empacadora marca Kotch-Ultravac®. Los bistés se congelaron en un túnel a -30 °C. Luego de la congelación rápida se trasladaron a una cava a -20 °C. El retiro de los bistés congelados se efectuó aproximadamente a los 7 días de almacenamiento.

La descongelación se efectuó en una vitrina refrigerada a 2 °C durante 24 horas. Los bistés descongelados y debidamente identificados con número de prueba, condición sexual y fecha fueron pesados en una balanza Harvard Trip® de capacidad máxima de 2 kg; la etiqueta contenía además, información de temperatura previa, hora de inicio y de finalización de la cocción.

El conocimiento se efectuó en un asador eléctrico abierto marca Oster®, el cual fue modificado para colocar la parrillera a 8 cm por encima de la fuente de calor (resistencia) y, cumplir con las regula-

ciones de la Asociación Americana de la Ciencia de la Carne (1).

El asador se precalentó 10 minutos antes del uso. La temperatura interna del bistec fue registrada insertando un termómetro de mercurio con una escala de -20 a 110 °C, marca Brannan®. El bulbo del termómetro se colocó en el centro geométrico del bistec y al marcar la temperatura interna del bistec los 70 °C, este se retiró del asador y se pesó.

El bistec aun caliente, fue cortado en cubos de tamaño uniforme (1.3 x 1.3 x 1.3 cm). Estas secciones se colocaban en un recipiente plástico envuelto en papel celofán transparente y se conservaban a una temperatura de 35 °C en una estufa, mientras se servían las muestras a los panelistas. A cada individuo se le asignaban dos secciones de cada muestra para que anotara las puntuaciones según la escala usada para cada atributo.

**Evaluación instrumental de la terneza:** Para las pruebas del desempeño, un tercer bistec del mismo animal se utilizó para la evaluación instrumental de la terneza utilizando el aparato de Warner-Bratzler (W-B). Este aparato mide la fuerza (kg) de resistencia al corte de la carne cocida. El bistec cocido, fue horadado con un sacabocados de 1.3 cm de diámetro, en dirección paralela a las fibras, cuidando de no contener trozos de grasa o tejido conectivo. De esta manera, pudieron obtenerse entre 4 y 10 bocados, dependiendo del área del *longissimus*, que fueron sometidos a la prueba. Esta determinación sirvió para correlacionar la fuerza al corte (W-B) con las puntuaciones asignadas por los panelistas a los atributos de terneza. El grado de correspondencia entre la evaluación instrumental y la evaluación sensorial fue analizado en un estudio previo (3), resultando significativas las relaciones con terneza de la fibra ( $r = -0.56$ ) y cantidad de tejido conectivo ( $r = 0.66$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSION

**Entrevista personal:** Los candidatos a catadores entrevistados por la técnica de Cross *et al* (2) no tenían experiencia previa en degustación. En nuestro caso, los candidatos habían realizado pruebas de degustación sin entrenamiento formal. Se hace hincapié en que este tipo de entrenamiento no sistemático puede ser contraproducente, ya que es inapropiado solicitar a panelistas no entrenados, la descripción de un producto en base a escalas estructuradas. La falta de un liderazgo reconocido en esta práctica, también pudiera llevar a la formación de percepciones o criterios distorsionados que dificulten la apreciación correcta de las puntuaciones de escalas o de patrones de referencia en las fases formales del entrenamiento. Lo visiblemente positivo, sin embargo, fue que los candidatos estaban familiarizados con el llenado de la planilla de evaluación, lo que aceleró su aprendizaje. Los resultados de estas evaluaciones preliminares han sido objeto de análisis en un reporte aparte (3).

El líder de panel entrevistó a doce empleados que manifestaron su deseo en participar, al finalizar la entrevista todos fueron aceptados para la selección.

**Selección:** Después de realizar las 15 pruebas de triángulos para los atributos de terneza de la fibra y cantidad de tejido conectivo y las 21 pruebas para jugosidad, se procedió a ubicar a cada participante en la gráfica de selección según las especificaciones de AMSA (1) (Gráfico 1). Al finalizar la prueba, solo los candidatos ubicados en la zona de «aceptado» y «continuar probando» fueron seleccionados para el entrenamiento. Lo recomendable es seleccionar aquellos candidatos en la zona de «aceptado», pero en nuestro caso, la mayoría

de los candidatos se ubicaron en la zona de «seguir probando». Esta situación coincide con la reportada por otros autores (2). Del total de individuos se rechazaron dos personas, quedando un total de 10 candidatos que fueron a la fase de entrenamiento (Tabla 3).

**TABLA 3**  
Número de candidatos a «seguir probando» y «aceptados» para cada atributo en la fase de selección

ZONA	ATRIBUTO		
	Jugosidad	Terneza de la fibra	Cantidad de tejido
Seguir probando	5	1	2
Aceptados	5	9	8
Rechazados	2	2	2
Total aceptados	10	10	10

**Entrenamiento y evaluación del desempeño:** La evaluación del desempeño permite identificar problemas específicos en forma individual y además confirmar las observaciones del líder. Los resultados de la primera prueba por análisis de varianza (valor F) para los 10 panelistas y el líder del panel son presentados en la Tabla 4.

**TABLA 4**  
Valor F para los atributos de gustosidad de la carne en la primera prueba de desempeño para panelistas entrenados

Atributo	Líder	Panelista									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Jugosidad	1.52	2.13	1.08	1.51	2.86	1.45	1.42	1.87	0.46	1.11	2.26
Terneza de la fibra	20.28	14.21	7.15	6.98	8.56	7.20	13.85	3.76	5.28	11.57	17.30
Cantidad de Tejido	12.12	16.77	10.55	11.29	4.11	4.29	15.28	4.32	7.92	4.28	20.49
Terneza general	13.75	23.17	10.71	8.25	5.99	8.40	15.42	4.14	6.26	9.86	15.05
Intensidad del sabor	4.98	1.53	2.02	2.13	2.40	4.13	0.75	1.53	0.67	1.12	3.32

Para este caso, se descartaron parcialmente, los dos panelistas con valores de F más bajos considerándolos como personal de reserva, sin interrumpir su entrenamiento. Con el descarte, el panel quedó constituido por 8 miembros. La Asociación Americana de la Ciencia de la Carne (1) acepta hasta un mínimo de 5 panelistas.

En la Tabla 5 se presenta el arreglo de los valores F por orden ascendente, para la primera prueba del desempeño, donde el primer puesto (valor 1) corresponde al mayor valor F que define al mejor panelista, es decir aquel que logró acertar y darle la misma puntuación o puntuaciones similares a cada muestra durante las 4 repeticiones. Las habilidades cambian según el atributo, por ejemplo, para el atributo de jugosidad el panelista 4 resultó ser el mejor, pero para la cantidad de tejido conectivo (CTC), ocupó el último puesto. Asimismo, se observó que el panelista 10, resultó ser el más destacado, ya que obtuvo los valores F más altos, ubicándose entre los tres mejores en todos los atributos y ocupando el primer puesto en la ubicación general. No es extraño que el líder pueda ser aventajado por otros panelistas (2).

Los resultados de la segunda prueba del desempeño realizada ocho meses después, se presentan en las Tablas 6 y 7. Comparando las Tablas 5 y 7, se observó que los panelistas 2, 3 y 6 mejoraron sustancialmente en su habilidad degustativa con respecto a la primera prueba, ocupando las primeras posiciones en la segunda, mientras

que, panelista 10, pasó del primer al tercer puesto con la segunda, mientras que, panelista 10, pasó del primer al tercer puesto con la segunda prueba. Los rangos de los valores F se mantuvieron igual para las dos pruebas del desempeño.

**TABLA 5**  
Ordenamiento de Panelistas de acuerdo a su habilidad degustativa durante la primera prueba de desempeño para panelistas entrenados

Atributo*	Líder	Panelista									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Jugosidad	5	3	10	6	1	7	8	4	11	9	2
Terneza de la fibra	1	3	8	9	6	7	4	11	10	5	2
Cantidad de Tejido conectivo	5	2	7	6	11	10	3	9	8	4	1
Terneza general	4	1	5	8	10	7	2	11	9	6	3
Intensidad del sabor	1	8	6	5	4	2	10	7	11	9	3
Sumatoria	16	17	36	34	32	33	27	42	49	33	11
Ubicación general	2	3	8	7	5	6	4	9	10	6	1

\* 1: Primer puesto; 10: Último puesto

**TABLA 6**  
Valor F para los atributos de gustosidad de la carne en la 2da. prueba de desempeño para panelistas experimentados

Atributo	Panelista*									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Jugosidad	2.56	1.44	2.85	2.46	3.04	5.86	2.21	-	3.71	6.43
Terneza de la fibra	7.96	12.31	11.76	9.72	4.30	11.48	5.54	-	10.89	8.75
Cantidad de Tejido conectivo	9.76	13.10	17.36	7.80	4.84	12.79	6.49	-	12.92	6.00
Terneza general	16.95	12.85	9.28	9.38	3.08	12.79	5.01	-	9.24	20.19
Intensidad del sabor	1.97	3.37	2.39	1.00	1.70	3.00	3.37	-	0.00	2.63

\* El líder no participó en esta prueba, mientras que el panelista 8 fue eliminado.

**TABLA 7**  
Ordenamiento de Panelistas de acuerdo a su habilidad degustativa después del entrenamiento (2da. prueba del desempeño)

Atributo	Panelista*									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Jugosidad	7	10	6	8	5	3	9	-	4	2
Terneza de la fibra	8	2	3	6	10	4	9	-	5	7
Cantidad de tejido conectivo	6	3	2	7	10	5	8	-	4	9
Terneza general	3	4	7	6	10	5	9	-	8	2
Intensidad del sabor	7	2	6	9	8	4	3	-	10	5
Sumatoria	31	21	24	36	43	21	38	-	31	25
Ubicación general	4	1	2	5	7	1	6	-	4	3

\* El líder no participó en la prueba, mientras que el panelista 8 fue eliminado.

\*\* 1: Primer puesto; 7: Último puesto.

### Estudio sobre la variabilidad intrínseca del panel antes y después del entrenamiento:

Esta comparación del panel sin entrenar vs. panel entrenado, se realizó según los resultados obtenidos en las pruebas de análisis de varianza para determinar el rango, CV, CME, y diferencias entre

medias por el método de mínimos cuadrados (Tablas 8, 9 y 10). Sin embargo, dado que estas pruebas incluyeron número y tipos diferentes de muestras; y que además, no se realizaron en épocas comparables, sólo se pueden indicar las tendencias en las comparaciones realizadas para estudiar el efecto de panelista, con o sin entrenamiento formal.

**TABLA 8**  
Medias cuadráticas  $\pm$  error estándar para los atributos de gustosidad de muestras (N=37) de carne de res (*longissimus*) según el panelista en un panel no entrenado

Atributos	Panelista no entrenado						
	1	2	3	4	5	6	7
Jugosidad	3.92 $\pm$ 0.33 <sup>c</sup>	4.29 $\pm$ 0.32 <sup>bc</sup>	4.81 $\pm$ 0.35 <sup>b</sup>	6.52 $\pm$ 0.32 <sup>a</sup>	4.88 $\pm$ 0.41 <sup>b</sup>	4.57 $\pm$ 0.41 <sup>bc</sup>	4.65 $\pm$ 0.33 <sup>c</sup>
Terneza de la fibra	6.48 $\pm$ 0.37 <sup>a</sup>	5.26 $\pm$ 0.36 <sup>b</sup>	5.54 $\pm$ 0.38 <sup>b</sup>	5.53 $\pm$ 0.36 <sup>b</sup>	6.19 $\pm$ 0.45 <sup>ab</sup>	5.07 $\pm$ 0.36 <sup>b</sup>	5.20 $\pm$ 0.36 <sup>b</sup>
Cantidad de tejido conectivo	6.00 $\pm$ 0.36 <sup>a</sup>	5.70 $\pm$ 0.36 <sup>a</sup>	5.40 $\pm$ 0.38 <sup>ab</sup>	5.93 $\pm$ 0.35 <sup>a</sup>	4.56 $\pm$ 0.44 <sup>b</sup>	6.28 $\pm$ 0.35 <sup>a</sup>	5.64 $\pm$ 0.36 <sup>a</sup>
Terneza general	6.05 $\pm$ 0.33 <sup>a</sup>	5.42 $\pm$ 0.32 <sup>ab</sup>	5.48 $\pm$ 0.39 <sup>ab</sup>	5.34 $\pm$ 0.32 <sup>b</sup>	5.37 $\pm$ 0.40 <sup>ab</sup>	5.65 $\pm$ 0.32 <sup>ab</sup>	5.37 $\pm$ 0.33 <sup>ab</sup>
Intensidad del sabor	4.50 $\pm$ 0.36 <sup>bc</sup>	4.50 $\pm$ 0.25 <sup>bc</sup>	6.26 $\pm$ 0.27 <sup>a</sup>	5.84 $\pm$ 0.25 <sup>ab</sup>	5.08 $\pm$ 0.31 <sup>b</sup>	5.31 $\pm$ 0.25 <sup>bd</sup>	4.96 $\pm$ 0.26 <sup>b</sup>

a,b,c,d medias con letras distintas en una misma hilera son diferentes (P<.05).

**TABLA 9**  
Medias cuadráticas  $\pm$  error estándar para los atributos de gustosidad de muestras (N=40) de carne de res (*longissimus*) según el panelista en un panel entrenado.

Atributos	Panelista entrenado						
	1	2	3	4	5	6	7
Jugosidad	5.00 $\pm$ 0.07 <sup>ad</sup>	5.27 $\pm$ 0.07 <sup>bc</sup>	4.92 $\pm$ 0.07 <sup>a</sup>	5.20 $\pm$ 0.07 <sup>bc</sup>	5.08 $\pm$ 0.07 <sup>b</sup>	5.27 $\pm$ 0.07 <sup>bc</sup>	5.11 $\pm$ 0.07 <sup>b</sup>
Terneza de la fibra	5.04 $\pm$ 0.08 <sup>bd</sup>	4.66 $\pm$ 0.08 <sup>a</sup>	4.88 $\pm$ 0.07 <sup>bcd</sup>	4.96 $\pm$ 0.08 <sup>bce</sup>	5.01 $\pm$ 0.08 <sup>bd</sup>	4.66 $\pm$ 0.07 <sup>a</sup>	4.82 $\pm$ 0.08 <sup>ac</sup>
Cantidad de Tejido Conectivo	4.10 $\pm$ 0.08 <sup>bc</sup>	3.88 $\pm$ 0.07 <sup>a</sup>	4.13 $\pm$ 0.07 <sup>bc</sup>	4.36 $\pm$ 0.07 <sup>b</sup>	4.33 $\pm$ 0.07 <sup>b</sup>	3.88 $\pm$ 0.07 <sup>a</sup>	3.98 $\pm$ 0.08 <sup>ac</sup>
Terneza General	4.61 $\pm$ 0.09 <sup>bd</sup>	4.47 $\pm$ 0.08 <sup>a</sup>	4.59 $\pm$ 0.08 <sup>b</sup>	4.54 $\pm$ 0.08 <sup>b</sup>	4.66 $\pm$ 0.08 <sup>bde</sup>	4.47 $\pm$ 0.08 <sup>a</sup>	4.59 $\pm$ 0.08 <sup>bc</sup>
Intensidad del sabor	6.06 $\pm$ 0.07 <sup>bde</sup>	5.96 $\pm$ 0.07 <sup>b</sup>	6.03 $\pm$ 0.07 <sup>b</sup>	5.98 $\pm$ 0.07 <sup>b</sup>	5.93 $\pm$ 0.07 <sup>bc</sup>	5.96 $\pm$ 0.07 <sup>b</sup>	5.84 $\pm$ 0.07 <sup>a</sup>

a,b,d,e,f: medias con letras distintas en una misma hilera son diferentes (P<.05).

En la Tabla 8, se puede apreciar la comparación de medias cuadráticas de los atributos de gustosidad para el efecto del panelista no entrenado. Las medias indican una variabilidad en la apreciación de jugosidad (P=0.0001), terneza de la fibra (P=0.01), terneza general (P=0.03), cantidad de tejido conectivo (P=0.05) y la intensidad del sabor (P=0.0001). Esta variabilidad es notable ya que oscila entre 1 y 2 puntos en la escala descrita en la Tabla 1.

En la Tabla 9, se presentan las medias cuadráticas de los atributos de gustosidad para el panel entrenado. También se detectaron efectos del panelista entrenado para los atributos de jugosidad (P=0.0001), terneza de la fibra (P=0.0001), cantidad de tejido conectivo (P=0.0001), terneza general (P=0.0001) e intensidad del sabor (P=0.0001). Sin embargo, esta vez, las diferencias de las medias son muy estrechas (de décimas) y la mayoría de las calificaciones corresponden a una descripción común según la escala estructurada.

La mayor variabilidad en puntuaciones dadas por los panelistas no entrenados se comprueba al contrastar el rango, CV y CME para cada atributo (Tabla 10), con el efecto panelista, antes y después del entrenamiento. Los rangos y los valores de CV, fueron mayores cuando el grupo no estaba entrenado. Estos resultados fueron deseables y esperados, ya que con el entrenamiento se buscaba uniformizar los criterios de un grupo de personas que servirán, como un todo, de

«instrumentos objetivos de evaluación» para características sensoriales que son de carácter subjetivo.

**TABLA 10**  
Valores de Rangos entre medias, coeficientes de variación (CV), y cuadrado medio del error (CME) para cada atributo según el panel antes y después del entrenamiento<sup>a</sup>

Atributos	Parámetros		
	Rangos	C.V.	CME
Jugosidad	2.6/0.4	28.7/21.7	1.71/1.11
Terneza de la Fibra	1.4/0.5	30.8/21.5	2.34/1.08
Cantidad de tejido conectivo	1.7/0.5	28.9/22.8	2.25/0.85
Terneza general	0.7/0.4	26.7/22.9	1.83/1.03
Intensidad del sabor	1.8/0.4	19.8/12.6	1.05/0.52

<sup>a</sup> Valores antes y después del/, corresponden a los estadísticos obtenidos antes y después del entrenamiento.

**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Los resultados obtenidos permiten recomendar la metodología utilizada para el entrenamiento de catadores de carne. El panel entrenado de esta manera garantiza la validez de los resultados obtenidos en las evaluaciones organolépticas de carne. Dada la práctica ausencia de investigaciones en materia de evaluación sensorial de la carne de res en Venezuela, se recomienda la iniciación de esfuerzos en tal sentido, entrenando y utilizando paneles de degustación en diferentes laboratorios del sector público y privado que puedan validarse entre sí. Hoy en día, la mayor parte de las revistas científicas no reportan investigaciones en calidad sensorial que no sean avaladas por paneles de catadores debidamente entrenados/validados.

**REFERENCIAS**

1. AMSA. Guidelines for cooking and sensory evaluation of meat. Published by American Meat Science Association in Cooperation with National Live Stock & Meat Board. Chicago, Illinois, USA. 1978
2. Cross H.R., Moen R. and Stanfiel M. Training and testing of judges for sensory analysis of meat quality. *Food Technology*. 48-52. 1978.
3. Jerez-Timaure N., Huerta-Leidenz N., Rincón E. y Arispe M. Estudio preliminar sobre las características que afectan las propiedades organolépticas de la carne de res en Venezuela. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)* 11(3):283-295. 1994.
4. Huerta-Leidenz N.O. The effect of blade tenderization on the palatability and retail case life of beef steaks. Tesis de Maestría (Master of Science). Texas A & M University. 1976.
5. SAS. SAS User's Guide: Statistics. SAS Institute, Inc, Cary, N.C. 1985.

Recibido: 20-01-1995

Aceptado: 12-09-1995

## Evaluación de la pérdida de color de una fórmula dietética en función de la temperatura, tiempo de almacenamiento y envase

Alexia Torres<sup>1</sup> y Marisa Guerra<sup>2</sup>

Universidad Simón Bolívar. Caracas, Venezuela

**RESUMEN.** Se evaluó la influencia del almacenamiento por seis meses a temperaturas de 25, 30, 35 y 40 °C, en envases de vidrio, sobres laminados y latas compuestas, sobre la pérdida de color de un producto elaborado a base de auyama (*Cucurbita maxima*), arroz, carne de gallina y aceites vegetales. Se hicieron pruebas aceleradas almacenando el producto a 40, 50 y 70 °C por un mes, y se halló la cinética de deterioro del color (indicador de calidad del producto) con un orden de reacción  $n=1$  y una  $E_a=11,5$  Kcal/mol. Se midió el color por el método instrumental (colorímetro) y por evaluación sensorial (escala hedónica), para cada condición de temperatura, envase y tiempo. El análisis estadístico del efecto de la temperatura, tiempo de almacenamiento y envase sobre la pérdida de color (instrumental) se hizo siguiendo un diseño de bloques aleatorios a un nivel de significancia  $p<0,05$ . De los resultados de la medición de color instrumental y de la evaluación sensorial se determinó que, tanto la temperatura como el tiempo de almacenamiento ejercieron efecto significativo ( $p<0,05$ ), mientras que el material de envase no tuvo efecto sobre el color del alimento. Se concluyó que el producto podía ser almacenado a temperaturas menores a 35 °C durante seis meses sin presentar cambios perceptibles de color.

**SUMMARY.** Color loss evaluation of a dietetic formulae as a function of temperature, storage time and packaging. Color loss of a dietetic formulae based on pumpkin (*Cucurbita maxima*), rice, hen and vegetable oils was evaluated. The product was under an accelerated test at temperatures of 40, 50 and 70 °C for a month. The kinetic reaction of color loss (quality loss indicator) was obtained with  $n=1$  and  $E_a=11.5$  Kcal/mol. The product was also stored for sixth months at temperatures of 25, 30, 35 and 40 °C using glass containers, laminated and composite cans (non metallic). The color was measured by a colorimetric method and by sensory evaluation under the defined conditions of time, temperature and package. The statistical analysis of the color loss measured by instrument was performed by a randomized block design with a significance level of  $p<0.05$ . The results obtained both by the instrument and by the sensory evaluation method, showed that the temperature and storage time has significant effect ( $p<0.05$ ) on the other hand, the package does not have a significant effect. It was concluded from this study that the product could be stored for 6 months at temperatures below 35 °C without changes in color.

### INTRODUCCION

Los alimentos deshidratados cobran cada día mayor auge por factores como: costo, largo tiempo de vida útil, fácil manejo, disponibilidad en cualquier época del año.

Dentro de los alimentos deshidratados, tienen particular interés aquellos formulados para regímenes especiales los cuales tienen una composición definida por los requerimientos de acuerdo al tipo de paciente, edad y estado nutricional, entre otros. Uno de los usos más importantes de estas formulaciones es para el tratamiento de enfermedades gastrointestinales, específicamente en niños, donde la diarrea es la causa principal de desnutrición y muerte en menores de 2 años en países como Venezuela (1).

En Venezuela el uso de este tipo de productos está limitado por el alto costo ya que son normalmente importados. Siguiendo recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS) (2) se ha venido trabajando en el desarrollo de fórmulas de realimentación que además de presentar alto valor nutritivo, buena digestibilidad, tolerancia, osmolalidad y buenas propiedades funcionales, se elaboren con materia prima nacional para reducir los costos (3)(4)(5)(6).

Hernández y Guerra (6) desarrollaron una formulación a base de auyama (*Cucurbita máxima*) (17,5 g/100 g), harina precocida de arroz (54,5 g/100 g y aceite de coco 7,9 g/100 g), la cual fue aprobada a nivel de hospitales y comunidades marginales, con niños que presentaban diarrea, pudiéndose comprobar que la misma era bien aceptada y que fue efectiva en la disminución del volumen y frecuencia de las evacuaciones, además de observarse un aumento de peso en los pacientes.

Para completar la evaluación de la fórmula y realizar pruebas preliminares de mercadeo, era necesario estudiar el efecto del tiempo, la temperatura de almacenamiento y el de material de envase que se utilizaría de tal manera de garantizar la mayor vida útil del producto. Debido a las características de composición del alimento, con un alto contenido de carbohidratos, proteínas y lípidos, se esperaba que uno de los factores limitantes de la vida útil del alimento fueran principalmente las reacciones de oscurecimiento no enzimático. En este proyecto se propusieron los siguientes objetivos:

- Estimar la cinética de deterioro del producto en función del cambio de color mediante pruebas aceleradas a temperaturas de 40, 50 y 70 °C por un mes y predecir la vida útil a otras temperaturas;
- Evaluar la vida útil del producto durante almacenamiento de seis meses, tomando como indicador de calidad el color del mismo, empleando envases de vidrio, sobre laminado (papel-polietileno de baja densidad-papel aluminio) y latas compuestas (cartón - polietileno de baja densidad - papel aluminio), a temperaturas de 25, 30, 35 y 40 °C, y,

1 Profesor Asistente. Departamento de Tecnología de Procesos Biológicos y Bioquímicos. Universidad Simón Bolívar.

2 Profesor Titular. Departamento de Tecnología de Procesos Biológicos y Bioquímicos. Universidad Simón Bolívar.

- c. Establecer correlación del color instrumental con color evaluado mediante una prueba sensorial de aceptabilidad (escala hedónica).

### MATERIAL Y METODOS

- a. **Materias primas. Mezclado:** Se empleó harina de auyama procesada por deshidratación en tambor (a partir de pulpa con 13% sólidos totales, adición de ácido ascórbico al 0,1%, secado a 60 lb/plg<sup>2</sup>, velocidad de rotación 1/2 (rev/min) distancia entre rodillos de 0,07 mm, granulometría de la harina de 1 mm), según metodología establecida por Del Moral (4), harina de arroz precocida donada por Arroccera Las Mercedes (granulometría de 0,3 mm), carne de gallina deshidratada preparada por Industria Nestlé, sin sal, con hierbas aromáticas (romero, tomillo y salvia), ácido cítrico (100 ppm) y ácido ascórbico (200 ppm) (granulometría de 0,8 mm) según metodología de León (5), mezclas de aceites vegetales donados por Industrias Mavesa y aceite de coco, elaborado por Facegra con adición de ácido cítrico al 0,1%. Al producto ya mezclado se le hicieron análisis de humedad, proteínas, cenizas, sodio, potasio, fibra cruda, grasa e índice de peróxido, según metodología descrita en AOAC (8). El color fue medido utilizando colorímetro Gardner XL-23 (9) comparando contra una placa de referencia (valores de L=78,8; a=1,20 y b=22,7). Se calculó el porcentaje de color como  $L = \left( \frac{L_{\text{muestra}}}{L_{\text{placa}}} \right) \times 100$ , la actividad de agua (medida a temperatura de 24,7 °C) utilizando un equipo Decagon CX-1 (10) y el índice de absorción y solubilidad en agua según el método señalado por Kite y col (11).
- b. **Invasado del producto:** Una vez mezclado el producto fue dispensado en envases de vidrio (200 ml capacidad, 60 g/envase, espacio de tope de 5 cm), sobre laminados (90 g capacidad, 60 g/envase, espacio de tope de 4 cm) y en latas compuestas (150 g capacidad, 100 g/envase, espacio de tope de 4 cm). Estos últimos envases fueron donados por las industrias Sonoco y Montana Gráfica. Los envases de vidrio se sellaron manualmente, los sobres se cerraron usando una selladora manual (marca Komet) y las latas se llenaron y sellaron con una tapa de papel aluminio en la Industria Sonoco con una selladora especial (marca Dixie Canner).
- c. **Pruebas aceleradas de vida útil. Cálculo de la cinética de deterioro.**  
Se almacenó el producto ( $a_w$  del producto = 0,4) en envases de vidrio a temperaturas de 40, 50 y 70 °C. La humedad relativa del ambiente no fue considerada por emplearse un envase impermeable al vapor de agua. Cada siete días, por un mes, se midieron parámetros como el color instrumental e índice de peróxidos del producto, tomando tres réplicas. Se aplicó un modelo cinético matemático para determinar la cinética de deterioro del color y posterior predicción de la vida útil del alimento. Se empleó la ecuación que describe la pérdida de calidad de un indicador dado:  $dC/dt = -KC^n$  (I); donde  $dC/dt$  = variación de C (indicador escogido) con respecto al tiempo; k = velocidad de reacción de la pérdida de color (min<sup>-1</sup>); C = indicador de calidad (% color) y n = orden de la reacción. El efecto de la temperatura se evaluó mediante la ecuación de Arrhenius (10):  $k = k_0 \exp(-E_a/RT)$  (II), donde:  $k_0$  = factor de

frecuencia (min<sup>-1</sup>);  $E_a$  = energía de activación (cal/mol);  $R = 1,987$  cal/mol °K;  $T$  = temperatura absoluta (°K). Una vez conocido el orden de la reacción (n=1) se representó gráficamente  $\ln C$  vs tiempo, se halló el valor k a cada temperatura estudiada y de la gráfica de  $\ln k$  vs  $1/T$  se obtuvo  $E_a/R$ .

- d. **Evaluación de la vida útil:** El producto envasado se almacenó en estufas de estabilidad (marca Lab-Line) con temperaturas controladas de 25, 30, 35 y 40 °C por un período de seis meses. La humedad relativa de las estufas no se consideró porque los envases a evaluar estaban herméticamente cerrados. Para evaluar el efecto del tiempo y temperatura de almacenamiento y el envase sobre el cambio de color del producto, se siguió un diseño experimental de bloques aleatorios (tratamientos corresponden a las temperaturas y los bloques a los tipos de envase) y posterior aplicación de análisis de varianza. Los envases se almacenaron en estufas con control de temperatura (sin luz). La medición del color se hizo una vez al mes, utilizando un colorímetro (Gardner XL-23)(9). Los resultados para cada condición de temperatura-envase en el tiempo se reportan como promedio de tres réplicas. En los casos en que se encontró efecto significativo entre las medias de los tratamientos, se explicó la prueba de comparación de Duncan (12).
- e. **Evaluación sensorial:** La evaluación sensorial del color se hizo con un panel semientrenado de 12 jueces, usando una prueba de aceptabilidad, según Wittig (13). Al panelista se le presentaban las muestras en polvo, se le pedía que evaluara el color de cada muestra en una escala entre 1 (me disgusta mucho), 2 (me disgustaba moderadamente), 3 (me disgusta ligeramente), 4 (indiferente), 5 (me gusta ligeramente), 6 (me gusta moderadamente) y 7 (me gusta mucho). Con los datos obtenidos de esta prueba y los medidos por el colorímetro se estableció una correlación.

### RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla 1 se presentan los ingredientes del producto. El criterio de formulación se basó en los requerimientos de fórmulas infantiles para niños con síndrome diarreico, previamente calculados y evaluados por Hernández y Guerra (6). En la Tabla 2 se puede apreciar que la fórmula tienen un alto contenido de carbohidratos (56%), lípidos (17,5%) y proteínas (17,3%) que le dan al niño enfermo un buen aporte calórico proteico y de minerales como el sodio y el potasio, necesarios en su recuperación. En la Tabla 2 también se reportan otros parámetros medidos al inicio de la investigación, tales como color del alimento, actividad de agua (a 24,7 °C), índice de solubilidad y peróxidos, como parámetros de caracterización del producto.

TABLA 1  
Ingredientes empleados en la fórmula dietética

Ingredientes	Composición (g/100g)
Harina de auyama	17,5
Harina precocida arroz	54,5
Gallina deshidratada	16,0
Mezcla aceite vegetal	5,0
Aceite de coco	7,0

TABLA 2  
Análisis fisicoquímico de la fórmula dietética

Componente	Contenido
Humedad	4,49 g/100 g
Proteína	17,29 g/100 g
Grasa	17,48 g/100 g
Fibra cruda	1,25 g/100 g
Cenizas	3,49 g/100 g
Carbohidratos (1)	56,0 g/100 g
Sodio	80 mg/100 g
Potasio	751 mg/100 g
Porcentaje color	71,66 %
Actividad agua (aw)	0,458 (24,7 C)
Índice peróxido	14,07 meqO <sub>2</sub> /kg grasa
Índice solubilidad	15,9 %

(1) Por diferencia

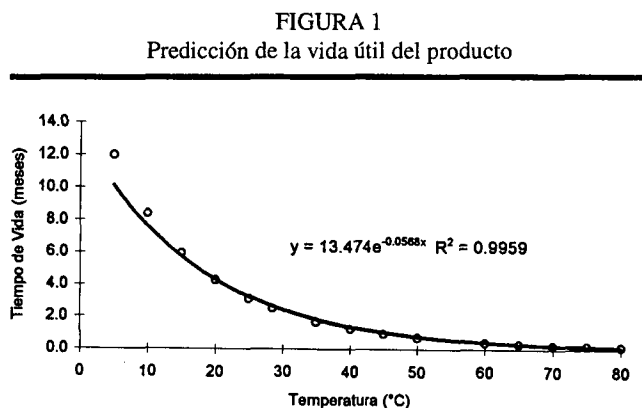
**Prueba acelerada de vida útil:** Tal como se expuso previamente el producto fue sometido a temperaturas de 40, 50 y 70 °C por un mes en envase de vidrio, para evaluar el efecto acelerado de las altas temperaturas sobre parámetros como el color e índice de peróxidos del alimento. Se pudo observar que al mes de almacenamiento a la temperatura de 40 °C el producto presentaba un color oscuro. A 50 y 70 °C el color era mucho más oscuro que a 40 °C y la apariencia del alimento era desagradable. El color del alimento es un atributo sensorial muy importante ya que es determinante a la hora de escoger un producto en el mercado, especialmente si el envase es transparente, además un cambio en el color puede ser indicativo de reacciones químicas de deterioro que impliquen pérdidas de nutrientes. Los valores medidos de peróxidos dieron resultados menos significativos del deterioro, razón por la cual se decidió evaluar sólo la pérdida de color como indicador de deterioro del producto, tomándose como límite crítico en la vida útil el color evaluado a 40 °C a un mes de almacenamiento (60 %). Con los datos obtenidos de color, se procedió a calcular la cinética de deterioro del mismo en el alimento, para lo cual se aplicó la ecuación que predice la pérdida de calidad de un indicador dado:  $dC/dt = -kC^n$  (I). Se determinó el orden de la reacción como  $n=1$ . Se evaluó el efecto de la temperatura sobre la pérdida de color y para ello se empleó la ecuación de Arrhenius:  $k=k_0 \exp(-E_a/RT)$  (II). El valor obtenido de  $E_a$  fue de 11,5 Kcal/mol con un factor de frecuencia de 5,29 min<sup>-1</sup>, lo cual concuerda con lo que reportan Saguy y Karel (14) que para un tipo de reacción que implique cambio de color, textura y sabor se obtiene una energía de activación de 10-30 Kcal/mol. Sustituyendo el valor  $k$  de (II) en (I) y luego de integración entre  $C_0$ - $C$  y  $t_0$ - $t$  se obtiene para  $n=1$  y temperatura constante:

$\ln(C/C_0) = -k_0 \exp(-E_a/RT)(t-t_0)$  (III); de donde se puede despejar el tiempo como:

$$t = (\ln C_0 - \ln C) / k \quad (IV)$$

Suponiendo cualquier temperatura (°K) se halla el valor de  $k$ , y luego fijando un valor de  $C$  (indicador de calidad) crítico (en este caso 60 %, el cual es el porcentaje de color de la muestra a 40 °C al mes de almacenamiento), y un valor de  $C$  inicial (al inicio del almacenamiento, 71,66 %) se puede predecir el tiempo de vida útil en función del indicador de calidad escogido, tal como se aprecia en la

Figura 1. En la misma Figura 1 se puede apreciar que el producto podría durar hasta 3-4 meses a temperatura de 25 y 30 °C sin alcanzar un color oscuro (60 %) de aspecto desagradable.



**Evaluación de la vida útil. Prueba de aceptabilidad:** Una vez realizado el estudio acelerado, se escogieron cuatro temperaturas de trabajo (25, 30, 35 y 40 °C) por debajo de las empleadas inicialmente, y se consideraron tres envases, con el fin de determinar el tiempo real de vida útil en función del oscurecimiento del producto y comparar con los resultados de la prueba anterior.

El seguimiento del cambio de color del producto se hizo mediante una evaluación continua de los efectos de las temperaturas escogidas, materiales de envases y el tiempo de almacenamiento. Una vez obtenidos los resultados se aplicó análisis estadístico y se halló que la temperatura y el tiempo de almacenamiento ejercieron un efecto estadísticamente significativo (a un nivel de  $p < 0.05$ ) sobre el color del producto tal como se aprecia en la Figura 2 (2a, 2b y 2c), para cada tipo de envase. En la Figura 3 (3a, 3b y 3c) se presenta la relación entre el porcentaje de color y las cuatro temperaturas estudiadas considerando los tres tipos de materiales de envases evaluados al mes, a los tres y seis meses de almacenamiento. Como puede apreciarse en la Figura 3 no hay un efecto estadísticamente significativo del envase, observándose, en cambio, una fuerte influencia de la temperatura particularmente la de 40 °C.

Cada muestra analizada para color instrumental fue evaluada sensorialmente mediante una prueba de aceptabilidad (escala hedónica) y se pudo establecer una correlación entre los datos de porcentaje de color y respuesta sensorial tal como se presenta en la Figura 4. Esta correlación permite interpretar la respuesta sensorial en términos instrumentales de tal manera que se podía fijar un valor de color como crítico (60 %) a 40 °C, porque el panel ya lo detectaba como inaceptable (3= me disgusta ligeramente). Se determinó que las muestras del producto, almacenadas a 25 y 30 °C (Figura 2) no evidenciaban cambios importantes de color durante los seis meses de almacenamiento. La variación de color a estas temperaturas durante este período fue aproximadamente entre 72 a 68 % lo que llevado a la escala hedónica (Figura 4) correspondía a respuestas aceptables como «me gusta ligeramente» a «me gusta moderadamente», mientras que las muestras almacenadas a 35 °C a partir de los tres meses comenzaban a presentar un color más oscuro (valores entre 67 a 61 %) lo que equivale en la escala hedónica a «me disgusta ligeramente» e «indiferente», y por ende el panel comenzaba a rechazar el color del producto.

FIGURA 2  
Efecto del tiempo y temperatura de almacenamiento sobre el color del producto en diferentes envases

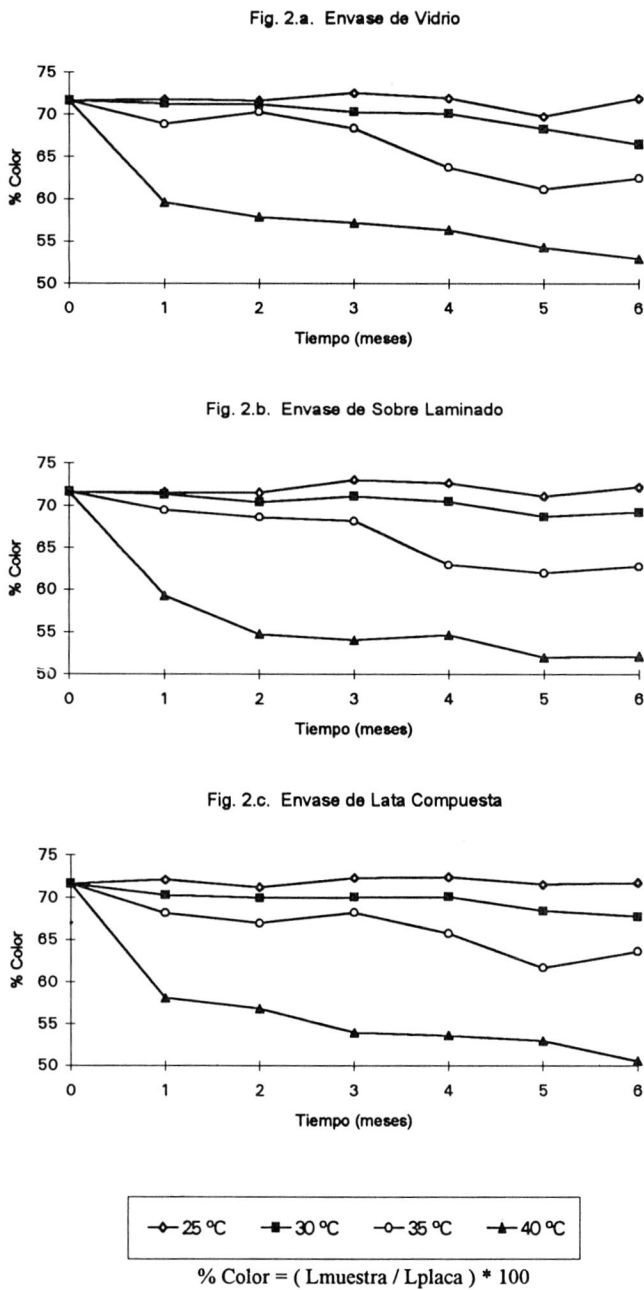


FIGURA 3  
Porcentaje de color en función de la temperatura en los diferentes envases

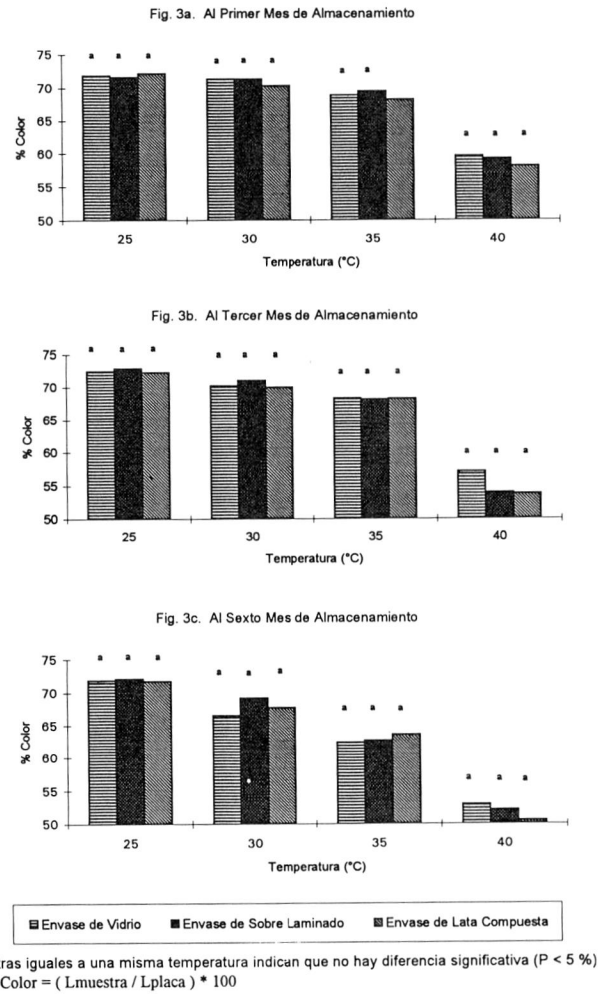
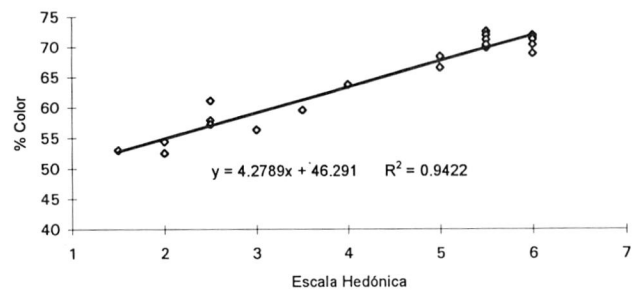


FIGURA 4  
Correlación entre % color y aceptabilidad del producto (escala hedónica)



ESCALA = 1: Me disgusta mucho  
 7: Me gusta mucho  
 $\% \text{ Color} = (L_{\text{muestra}} / L_{\text{placa}}) * 100$

De los resultados anteriores se puede concluir que este producto presentaba un color aceptable (similar al color del producto original) hasta 6 meses de almacenamiento a temperaturas menores a los 35 °C. Se comprobó que los resultados de este ensayo y los de predicción de la vida útil hallados a partir de la prueba acelerada son bastante aproximados. Sin embargo es importante considerar que la prueba acelerada somete el producto a condiciones de ensayo extremas (temperaturas muy altas) que podrían provocar un deterioro no usual en el alimento, por lo cual aplicar estas pruebas hay que tener presente las limitaciones de la misma.

El valor de  $a_w$  del alimento (0,4 medido a 27,4 °C) favorece reacciones de deterioro como la oxidación de lípidos, oscurecimiento no enzimático, entre otras (7). La fórmula evaluada presentaba un alto contenido de carbohidratos, proteínas y lípidos y se esperaba que debido al valor de  $a_w$  del producto y uso de temperaturas altas, las reacciones de deterioro predominantes fueran las reacciones de oscurecimiento no enzimático tal como las de Maillard, las cuales están presentes durante el almacenamiento de productos secos y concentrados, e implica la reacción de un aldehído (usualmente un azúcar reductor) y un grupo amino (un aminoácido o una proteína). Como producto de tales reacciones se generan compuestos altamente coloreados, sabores y aromas volátiles en el alimento, hay pérdida de aminoácidos limitantes como la lisina, y azúcares reductores lo cual disminuiría por una parte la calidad biológica de las proteínas y por otra la disponibilidad de azúcares reductores para procesos metabólicos. En trabajos posteriores se tiene planteado evaluar la pérdida de la lisina disponible como una medida de la disminución del valor nutricional del producto.

Los envases utilizados normalmente para productos deshidratados son de baja permeabilidad al oxígeno y al vapor de agua, de tal manera de prevenir los daños por microorganismos, pero las reacciones de tipo químico entre los componentes del propio alimento o entre estos y el oxígeno pueden provocar la alteración rápida de alimento. Para los efectos de este estudio los envases escogidos (vidrio, sobre laminado y latas compuestas, los dos últimos materiales multicapa) resultaron no tener un efecto significativo en el color del alimento debido a sus propiedades de alta barrera al vapor de agua y a gases. Esto permite concluir que las reacciones que originaron el cambio de color no fueron promovidas por efecto de la luz, el vapor de agua y la entrada de gases a través de las paredes del envase, sino por factores como la temperatura, el oxígeno del espacio de tope en los envases, y el tiempo de almacenamiento, entre otros.

### CONCLUSIONES

Como conclusión general de esta investigación se tiene que el producto evaluado se puede almacenar hasta seis meses a 25 y 30 °C sin alteraciones evidentes del color, empleando cualquiera de los

materiales de envases propuestos, dependiendo su elección del costo del mismo en el mercado. Se recomienda hacer el estudio sobre la pérdida de nutrientes importantes como la lisina.

### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado en parte con el apoyo del Proyecto CONICIT SI-1775. Se agradece el aporte de materiales suministrados por las Empresas: Arroceras Las Mercedes, Mavesa, Facegra, Nestlé, Sonoco-Menfica y Montana Gráfica.

### REFERENCIAS

1. Martínez M., Dahdad J., Méndez T., González B., Abraham A., Medina M., Daoud N. y Daoud G. Terapia nutricional en la diarrea aguda. Arch. Ven Puer. Ped. 54(4) Sup:12. 1991.
2. Organización Mundial de la Salud (OMS). Noticias del programa OMS de la lucha contra las enfermedades diarreicas. Boletín OMS, 38(6):218. 1984.
3. Guerra M. Fórmulas dietéticas para la alimentación en la gastroenteritis infantil. Anal. Ven Nutr Vol 1:138-145. 1988.
4. Del Moral D. Posibilidad de utilización de la auyama en fórmulas semielementales. Tesis de Maestría en Ciencia de los Alimentos. Universidad Simón Bolívar. Sartenejas, Venezuela. 1987.
5. León A.M. Desarrollo de fórmulas modulares y semielementales a base de plátano y pollo para niños con diarrea. Tesis de Maestría en Ciencias de los Alimentos. Universidad Simón Bolívar. Sartenejas, Venezuela. 1988.
6. Hernández B. y Guerra M. Evaluación de la aceptabilidad de una fórmula para niños con diarrea en una comunidad marginal. GEN Revista de la Soc. Vzlna de Gastroenterología. Vol 49(2):122-127. 1995.
7. Gray J.I., Harte B.R. y Miltz J. Food Product-Package Compatibility. Technomic Publ Co. Inc Penn. USA. 1987.
8. AOAC. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 15 ava. edición. Washington DC. USA. 1990.
9. Anónimo. Manual de Instrucciones Colorímetro Gardner (XL-23). Gardner Laboratories Maryland. USA.
10. Anónimo. Manual de Instrucciones Detector Actividad Agua. DECAGON.
11. Kite F.E., Schock T.J y Leach H.W. Granule swelling and paste viscosity of thick-boiling starches. Baker's Dig. 31(4):42. 1957.
12. Montgomeri D.C. Design and Analysis of Experiments. John Wiley & Sons. New York, USA. 1976.
13. Wittig E. Evaluación Sensorial. Una Metodología Actual para Tecnología de Alimentos. Talleres Gráficos USACH. Chile, 1986.
14. Saguy I, Karel M. Modeling of quality deterioration during food processing and storage. J. Food Technol. 34(2):78-85. 1980.

Recibido: 07-12-1994

Aceptado: 09-11-1995

## Calidad física, química y microbiológica de los jugos concentrados de naranja fabricados en Venezuela

Rita María Cava R.<sup>1</sup>, y Pilar Hernández S.<sup>2</sup>

Universidad Central de Venezuela

**RESUMEN.** Los jugos concentrados de frutas son un producto de gran atractivo ya que representan una reducción considerable en los costos de embalaje, transporte y almacenamiento, además de permitir el consumo más allá de la temporada de cosecha.

Debido al potencial ingreso de divisas que su comercialización representa para el país, se hace necesaria una evaluación de las principales causas que puedan afectar la calidad y disminuya su período de vida útil. Con este propósito se evaluaron muestras de producción nacional a las que se practicó análisis físico, químico, microbiológico y se determinó el índice de diacetilo con el propósito de valorar la calidad higiénico-sanitaria.

Los resultados obtenidos se encuentran dentro de los parámetros establecidos en la Norma Venezolana Covenin N° 2395-86. Concentrados de frutas para consumo directo.

Se recomienda la determinación de la población de levaduras xerotolerantes, microorganismos responsables del deterioro al interrumpirse la cadena fría y que no pueden ser detectadas con los procedimientos oficiales para determinación de levaduras.

**SUMMARY.** Physical, chemical and microbiological quality of concentrated orange juices made in Venezuela. Concentrated fruit juices are a very attractive type of product because of the many advantages they offer for reductions in packing, transportation and storage costs, and in addition, they offer the possibility of consumption outside harvesting time.

Due to their potencial in the international market, it is necessary to evaluate if they are accomplishing the quality requirements, and to know the different factors that can affect their stability. For this purpose, samples of national products were analyzed for physical, chemical and microbiological characteristics; the diacetyl test was performed as a measure of the sanitary conditions under processing.

The samples analyzed comply with the national standards established by the Comision Venezolana de Normas Industriales (COVENIN N° 2395-86 Concentrados de frutas para consumo directo).

It is advisable to determine the xerotolerant yeasts population because this type of microorganisms are responsible for spoilage whenever cold storage is interrupted, and because they can not be detected by the official procedures used to detect yeasts.

### INTRODUCCION

La producción de jugos concentrados ha ocupado una posición relevante dentro de la industria de alimentos en los últimos años debido a la reducción de costos en el material de embalaje, en el transporte y el almacenamiento así como la posibilidad de consumir la fruta en períodos fuera de la cosecha lo que contribuye a la estabilización de precios en el mercado, a la vez que dichos concentrados constituyen la materia prima para la elaboración de diversos subproductos.

La naranja es una fruta de gran producción en el país y a la vez tiene una gran demanda y aceptación, se obtiene un gran rendimiento durante el procesamiento ya que pueden elaborarse una serie de productos a partir de la pulpa y del jugo tales como néctares, concentrados, cocteles, vinos y bebidas carbonatadas.

Se hace necesaria la evaluación y estudio de las principales causas que contribuyen a alterar la calidad y disminuyen el período de vida útil de estos productos con fines de comercialización, debido al potencial ingresos de divisas que supone la venta de concentrados en el mercado internacional y específicamente en Estados Unidos donde el concentrado es muy apreciado, pero donde privan rigurosos criterios de control de calidad.

Pueden evitarse pérdidas económicas considerables mediante controles rutinarios de materia prima, del producto en proceso y del producto final. La determinación del índice de diacetilo nos permite evaluar la calidad higiénico-sanitaria del producto (1, 2, 3) y a su vez, la determinación de microorganismos potencialmente causantes del deterioro como lo son las levaduras xerotolerantes, las cuales constituyen un parámetro importante en la evaluación de la calidad microbiológica (4-10), especialmente si en algún momento se interrumpe la cadena fría durante el transporte y el almacenamiento.

Se hizo el presente estudio con el propósito de evaluar la competitividad del concentrado de naranja venezolano en mercados internacionales desde el punto de vista de la calidad del producto.

### MATERIAL Y METODOS

Se analizaron 50 muestras de jugo concentrado de naranja de una marca comercial. Se evaluaron 10 lotes de 5 muestras cada uno. Las muestras fueron adquiridas en los distintos mercados de Caracas.

**Análisis físico-químico:** Se evaluaron los siguientes parámetros:

- *Actividad de agua (aw):* mediante el higrómetro (Decagon-modelo 20 C-X Decagon Devices Inc., WA, USA). Las determinaciones se realizaron a temperatura de 25° después de calibrar el aparato con diversas soluciones saturadas.
- *Sólidos solubles:* Las mediciones se realizaron empleando un refractómetro de bolsillo modelo Atago (Atago Co, LTD, Japón) después de haber homogeneizado y filtrado el producto, los

1 Master en Ciencias y Tecnología de Alimentos  
2 Profesor Asociado. Jefe de la Cátedra de Microbiología de Alimentos. Facultad de Farmacia U.C.V.

resultados se expresaron en grados Brix.

- *pH*: para ello se empleó un pH metro digital EXTECH 701.
- *Contenido de diacetilo*: esta determinación tuvo como propósito el conocer la calidad sanitaria del producto. Se reconstituyó el concentrado de naranja hasta alcanzar una concentración de 12 °Brix, se destilaron mediante un condensador 300 ml de jugo reconstituido, al cual se le añadieron unas gotas de antiespumante, recogiendo los primeros 25 ml de destilado. La formación de diacetilo se evidenció mediante el añadido de solución etílica de  $\beta$ -naftol (Riedel - de Haën Hannover, Alemania), solución de KOH y creatina (Riedel - de Haën Hannover, Alemania) las lecturas se llevaron a cabo en un espectrofotómetro Spectronic 20 a 530 nm previa construcción de una curva patrón. Los resultados se expresaron en ppm de diacetilo. Debido a que se ha reportado presencia de diacetilo y acetilmetilcarbinol en los jugos de naranja recién exprimidos (11), y se desconocían los valores en la variedad de naranja utilizada para la elaboración del concentrado, se procedió a su determinación en muestras de jugo recién exprimido con el propósito de conocer la cantidad generada por el crecimiento bacteriano.

#### Análisis microbiológico

Se prepararon diluciones decimales de la muestra en agua peptonada al 0,1 % y se realizaron las siguientes determinaciones:

- *Recuento de aerobios mesófilos*: Se sembró en profundidad 1 ml de cada una de las diluciones en placas por duplicado y se utilizó agar Plate Count (e. Merck, Darmstadt, Alemania). Las placas fueron incubadas a 32 °C durante 48 horas. Se escogió para el recuento aquellas placas con 25-250 colonias, expresándose los resultados en unidades formadoras de colonias por ml (UFC/ml). Se sembró 1 ml de cada dilución por técnica de profundidad, utilizando placas por duplicado de Orange Serum Agar (Difco Laboratories, Detroit Michigan), medio especialmente recomendado para el aislamiento, cultivo y determinación de lactobacilos y microorganismos acidúricos responsables del deterioro de los concentrados cítricos (2, 3).
- *Recuento de levaduras*: Se efectuó mediante la técnica de siembra en profundidad utilizando Agar Papa Dextrosa (Difco Laboratories, Detroit, Michigan) en placas por duplicado. El agar fue acidificado, pH 3.5, utilizando solución de ácido tartárico al 10 %. Las placas fueron incubadas a 25 °C durante cinco días, escogiéndose para el recuento aquellas con 10 a 150 colonias, expresándose los resultados como UFC/ml.
- *Recuento de levaduras xerotolerantes*: Para el recuento de levaduras xerotolerantes se evaluaron dos técnicas, ambas contemplaron la preparación de las diluciones de la muestra empleando solución salina peptonada suplementada con 45 % p/p de sacarosa para evitar el choque osmótico (9,12, 13). Se sembró en profundidad 1 ml de cada dilución en placas por duplicado de Agar extracto de malta-extracto de levadura con 52% de sacarosa p/p (YEMS 52) compuesto por 0.34% p/p de extracto de levadura (Difco), 1.4% p/p de extracto de malta (Difco), 1,5 % p/p de agar (Difco) y 52 % p/p de sacarosa (aw 0.924, pH 5.6) y asimismo, se sembró 0.1 ml de cada dilución, en superficie por duplicado en Agar Plate count (Merck) suplementado con 52 % p/p de sacarosa (PCAS 52) (aw 0.921, pH 7.0). Las placas de ambos medios se incubaron a 32 °C durante seis días. Las colonias de levaduras xerotolerantes fueron tomadas al azar y se probó su capacidad de crecer en medios de 50% p/p de glucosa (aw 0.90) y 60 % p/p de glucosa (aw 0.84) respectivamente.

Fueron identificadas de acuerdo a los criterios de Lodder (14), esto es, estudiando sus características morfológicas, características de la reproducción asexual, características del crecimiento en medio sólido y líquido, capacidad para reproducirse sexualmente y características de las esporas sexuales y mediante pruebas bioquímicas (zimograma y auxanograma).

#### Análisis estadístico

Se determinaron las medias, los coeficientes de variación, desviaciones standard y los rangos. Se comparó los resultados obtenidos con los diferentes agares mediante el análisis de varianza simple (F de Snedecor) a objeto de establecer diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0.05$ ).

## RESULTADOS

#### Análisis fisicoquímico:

En la Tabla 1 se presentan los valores obtenidos en las determinaciones de aw, sólidos solubles, pH e índice de diacetilo y se comparan con los requisitos establecidos por la norma COVENIN N° 2395-86.

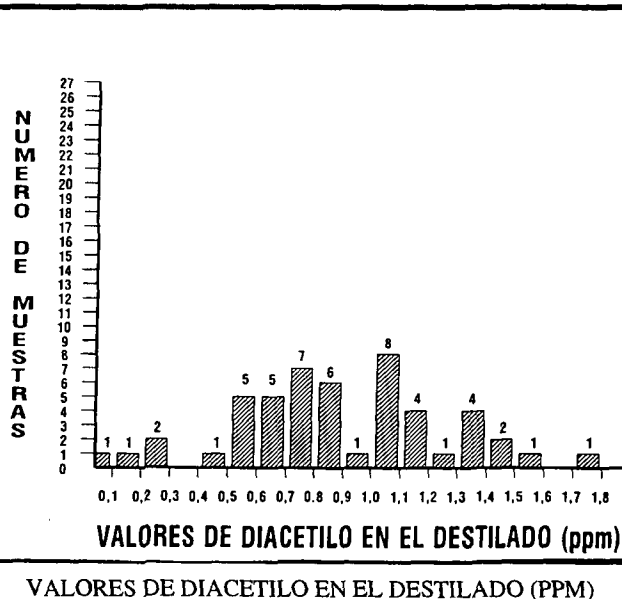
TABLA 1  
Evaluación física y química del jugo concentrado de naranja.  
Comparación con los requisitos establecidos en la norma  
COVENIN 2395-86

Parámetros	Valor encontrado	COVENIN 2395-86
Sólidos Solubles (°Brix)	48.23±0.85	min. 40 - max. 65
pH	3,41±0.16	min. 3.2 - max 3.8
Diacetilo (ppm)	0.88±0.36	NE
Aw	0.9201±0.0064	NE

NE= No establecido

En la Fig. 1 se presenta el histograma de frecuencia de los valores de diacetilo obtenidos en las muestras analizadas.

FIGURA 1  
Histograma de frecuencia del índice de diacetilo

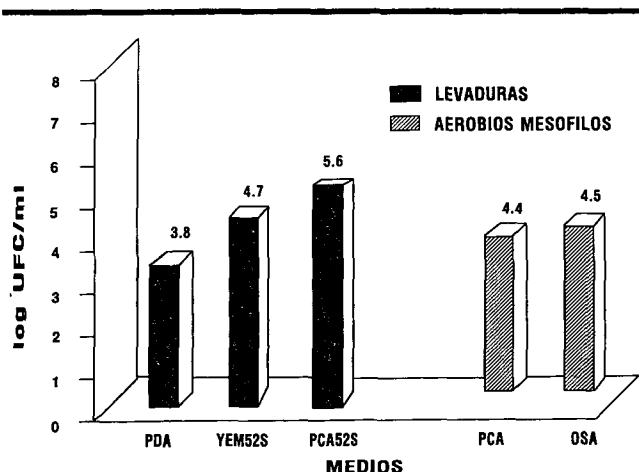


**Análisis microbiológico:**

En la Fig. 2 se comparan los resultados obtenidos para los recuentos de levaduras y aerobios mesófilos en los diferentes medios de cultivo evaluados. En la Tabla 2 se comparan los resultados obtenidos con los requisitos de la Norma COVENIN N° 2395-86.

**FIGURA 2**

Comparación de los valores promedio de levadura y aerobios mesofilos obtenidos en los diferentes medios



**FIG. 2.- COMPARACION DE LOS VALORES PROMEDIO DE LEVADURAS Y AEROBIOS MESOFILOS OBTENIDOS EN LOS DIFERENTES MEDIOS.**

**TABLA 2**

Evaluación microbiológica del jugo concentrado de naranja. Comparación con los requisitos establecidos en la norma COVENIN 2395-86

Población (UFC/ml)	Valor encontrado		Norma COVENIN	
	m	M	m	M
Aerobios mesófilos	<1	1x10 <sup>4</sup>	5x10 <sup>3</sup>	1x10 <sup>4</sup>
Levaduras (medio PDA)	<10	1x10 <sup>4</sup>	5x10 <sup>3</sup>	1x10 <sup>4</sup>
Levaduras xerotolerantes (medio PCA 52S)	<10	8x10 <sup>6</sup>	NE	NE

m= límite mínimo  
M= límite máximo  
NE= No establecido

Los cultivos de levaduras xerotolerantes aislados fueron identificados como *Zygosaccharomyces rouxii*.

**DISCUSION**

Los resultados obtenidos en la evaluación fisicoquímica, muestran que el producto se encuentra dentro de los parámetros especificados por la Norma establecida por la Comisión Venezolana de Normas Industriales, COVENIN (5). Ferro Fontan y col (16) encontraron para el jugo de manzana de 45 ° brix valores de aw de 0.93, aunque la composición de los concentrados presente diferencias, los valores teóricos de ambos son semejantes y se corresponden con los encontrados por Brokaw (17) y Murdock y Brokaw (18) y los resultados del presente estudio.

Conforme a lo determinado por Byer (19) y Fields (20) el diacetilo y el acetilmetil carbinol se concentran de 8 a 9.46 veces. En el presente estudio, se encontraron concentraciones de 8.46 veces en los primeros 25 ml del destilado.

Se recomienda la determinación de diacetilo como un método rápido y confiable que permita tener un índice de la calidad sanitaria del producto. Se ha sugerido su utilización en el control de la calidad de los jugos concentrados, en sustitución de las pruebas organolépticas ya que es mucho más sensible que el umbral más bajo de los paneles de degustación entrenados, los cuales se encuentran en el orden de 0.25 ppm, mientras que con esta prueba se puede detectar hasta 0.05 ppm de diacetilo (21). Sin embargo debe tenerse en consideración que factores tales como la población bacteriana, tipo de cepa, pH del jugo, diseño de evaporador y el tipo de procesamiento pueden afectar la tasa de crecimiento bacteriano produciendo un sabor y aroma desagradables. Por este motivo, el valor máximo permisible de diacetilo no es el mismo para todas las plantas procesadoras. Hilly Wenzel (22) encontraron valores de diacetilo en los concentrados de naranja congelados que oscilaban entre 0.1 a 3.3 ppm, con un 88 % de las muestras por debajo de 1.0 ppm, mientras que en los productos en los que se detectó mal sabor y mal aroma, evaluados mediante pruebas organolépticas, los valores de diacetilo fueron 1.3 a 3.3 ppm. Hill y col (23) consideraron que valores de 0.00 a 1.01 ppm no tienen efecto negativo sobre las propiedades organolépticas del jugo.

En todo caso, la presencia de altas concentraciones de diacetilo en el destilado es indicativo de las condiciones sanitarias deficientes antes de la evaporación. En el presente estudio, se encontraron valores promedio de 0.88 ppm de diacetilo en el destilado y conforme se aprecia en la Fig. 1, un 64% de las muestras analizadas presentan concentraciones menores o iguales a 1.3 ppm lo cual permite afirmar que el procesamiento fue realizado bajo buenas prácticas sanitarias y que el consumidor difícilmente podrá encontrar sabor u olor a mantequilla en el producto.

El recuento de levaduras utilizando la técnica de siembra en profundidad y el medio de agar papa dextrosa modificado mostraron resultados que se hallan dentro de las normas nacionales. Al emplear medios específicos para levaduras xerotolerantes (YEM52S y PCA52S) se obtuvieron recuentos más altos. Queda evidenciado así que una parte de la población de levaduras no está siendo detectada por los procedimientos tradicionales y representa un gran potencial de deterioro especialmente cuando las condiciones de almacenamiento no son las adecuadas.

Sin embargo, los recuentos de levaduras xerotolerantes hallados con estos dos medios son inferiores a los determinados por Jermini y col (24) para el jugo concentrado de naranja. Tokuoka (25) encontró que *Z. rouxii* es una de las especies de levaduras xerotolerantes aisladas con más frecuencia en los jugos concentrados de fruta, este hallazgo coincide con los resultados obtenidos. La población de aerobios mesófilos es un índice de la calidad de la fruta y condiciones higiénicas del proceso y varía de acuerdo a la naturaleza de la fruta, método de procesamiento, y tipo de preservación. Los resultados obtenidos coinciden con los reportados para los jugos concentrados congelados por Hatcher y col (26) y con los requisitos establecidos por la norma nacional.

El tratamiento térmico aplicado destruye los microorganismos acidúricos viables, pero algunos esporulados pueden sobrevivir a este proceso y son evidenciados cuando se utilizan medios no selectivos para los recuentos, si bien ellos no tienen relevancia en la determinación de la vida útil del producto, sí van a contribuir a establecer la diferencia de recuentos que se observaron en las

poblaciones de levaduras y aerobios mesófilos. Por otro lado, las temperaturas alcanzadas en el evaporador, por encima de 90 °C, son capaces de destruir la mayor parte de los microorganismos, pero existe la posibilidad de recontaminación del producto concentrado. Estos hechos pueden contribuir a explicar los recuentos más elevados de aerobios mesófilos si se compara con los de levaduras. Sin embargo, los recuentos en los agares YEM52S y PCA52S fueron mayores a los obtenidos en los agares Plate count y Orange Serum lo cual corrobora que parte de la población de levaduras permanece sin detectar. Se observaron resultados significativamente mayores ( $p \leq 0.05$ ) al utilizar el agar Plate Count suplementado con sacarosa los cuales pueden explicarse por la ausencia de choque osmótico y por brindar las condiciones adecuadas para la recuperación de células estresadas por el proceso y condiciones de almacenamiento.

El análisis estadístico revela que si bien los resultados en agar papa dextrosa difieren en casi un grado exponencial con los hallados al utilizar agar YEM 52S, no existe diferencia estadísticamente significativa entre ambos ( $p \leq 0.05$ ). Estas diferencias si son estadísticamente significativas cuando se utilizó el agar suplementado con sacarosa. Los resultados confirman los hallazgos de otros autores en el sentido de que el agar papa dextrosa acidificado no es el método idóneo para estimar la población de levaduras en los jugos concentrados (27-29).

Asimismo, los recuentos más elevados obtenidos cuando se siembra empleando la técnica de superficie, usada para el agar PCA 52S, concuerdan con los de Beuchat (30) y Kennedy y col (31).

Los resultados permiten afirmar que el agar PCA 52S constituye el medio más apropiado para evaluar la población de levaduras xerotolerantes y por otro lado un método económico para controles de rutina al utilizar la sacarosa para prevenir el choque osmótico por lo que se recomendaría su utilización aunque no existan requisitos nacionales o internacionales sobre el contenido de levaduras xerotolerantes en este tipo de producto. La calidad de los jugos concentrados de naranja está acorde con la norma nacional de calidad (COVENIN N° 2395-86).

#### AGRADECIMIENTO

Este material forma parte del trabajo de grado de R. Cava para optar al título de Magister en la Universidad Central de Venezuela.

#### REFERENCIAS

- Murdock D.L. Diacetyl test as a quality control tool in processing frozen concentrated orange juice. *Food Tech.* 22:90-93, 1968.
- Hays S.G.L. The isolation, cultivation and identification of organisms which have caused spoilage in frozen orange juice. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 64:135, 1951.
- Hays S.G.L. and Riester D.W. The control of «off-odor» spoilage in frozen concentrated orange juice. *Food Tech.* 6:386-389, 1952.
- Tilbury R.H. The microbial stability of intermediate moisture foods with respect to yeast. En: *Intermediate moisture foods*. R. Davies, Birch G.G. y Parker K.J. (Eds) London, Applied Science Publishers Ltd. p.138. 1976.
- Troller J.A. Influence of water activity on microorganisms in foods. *Food Tech.* 3415, 76, 1980.
- Troller J.A. and Christian J.H. *Water Activity and Food*. Academic Press, New York, 1978.
- Pitt J.I. Xerophilic fungi and the spoilage of foods of plant origin. En: *water relations of foods* R.B. Duckworth (ed) New York, Academic Press. p.273. 1975.
- Deak T. and Beuchat L.R. Yeasts associated with fruit juice concentrates. *J Food Protect* 56:777-782. 1993.
- Beuchat L.R. Media for detecting and enumerating yeasts and moulds. *Int J. Food Microbiol.* 17:145-158. 1992.
- Fleet G. Spoilage yeasts. *Crit. Rev. Biotechnol.* 12:1-44, 1992
- American Public Health Association. *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods* 3rd. Ed. Washington D.C. p. 957-958. 1992
- Jermine M.F. and Schmidt-Lorenz W. Heat resistance of vegetative cells and asci of two *Zygosaccharomyces* yeasts in broths at different water activity values. *J Food Protect.* 50:835-841. 1987
- Beuchat L.R. and Hocking A.D. Some considerations when analyzing foods *J. Food Protect.* 53:984-989. 1990.
- Lodder J. *The yeasts. A taxonomic study*. 2nd ed. Amsterdam, North Holland Publishing Co. 1970.
- Comision Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). Norma Venezolana. Concentrados de frutas para Consumo Directo N° 2395-86.
- Ferro Fontan, Benmergui C. and Chirife E.A. The prediction of water activity of aqueous solution in connection with intermediate moisture foods. *Aw prediction in multicomponent strong electrolyte aqueous solutions.* *J Food Technol.* 15:47-58, 1980.
- Brokaw Ch. The role of sanitation in quality control of Frozen citrus concentrate. *Food Tech.* 6:344, 1952.
- Murdock D.I. and Brokaw Ch. Spoilage developing in 6-OZ cans of frozen concentrated orange juice during storage at room temperature and 40 °F, with particular reference to microflora present. *Food Tech.* 234:666, 1965.
- Byer L.M. Visual detection of either diacetyl or acetyl-methyl-carbinol in frozen concentrated orange juice. *Food Tech* 8(3):173-174. 1954.
- Fields M.L. Acetylmethylcarbinol and diacetyl as chemical index of microbial quality of apple juice. *Food Tech* 18:114-118. 1964.
- Beisel G.C., Dean R.W., Kitdel R.L. and Rowel K.M. Sources and detection of Voges Proskauer reactants in California orange juice. *Food Research*, 19:633, 1954.
- Hill E.C. and Wenzel F.W. The diacetyl test as an aid for quality control of citrus products. *Detection of bacterial growth in orange juice during concentration.* *Food Tech.* 11:240-243, 1957.
- Hill E.C., Wenzel F.W. and Barreto A. Colorimetric method for detection of microbiological spoilage in citrus juices. *Food Technol.* 8:168-171, 1954.
- Jermine M.G. Geiges O. and Smidt-Lorenz M. Detection, isolation and identification of osmotolerant yeast from high sugar products. *J. Food Protect.* 50:468-472, 1987.
- Tokuoka K. Sugar and salt tolerant yeast. *J. Appl Bacteriol.* 74:101-110, 1993
- Hatcher W.S., E.C. Hill, D.F. Splittstoesser and Weihe J.L. Fruit Beverage. En: *Compendium of methods for the microbiological examination of foods*. C. Vanderzant y Splittstoesser D.F. (eds) Washington D.C., American Public Health Association p. 953-960, 1992.
- Nelson F.E. Plating medium pH as a factor in apparent survival of sublethally stressed yeast. *Appl. Microbiol* 24:236-239, 1972.
- Beuchat L.R. Injury and repair of yeast and molds. En: *The Revival of injured microbes* Andrew M.E. and Russel A.D. (eds). London Academic Press. p.293-308. 1984.
- Jarvis B. and Williams A.P. Methods for detecting fungi in food and beverages En: *Food and beverage micology* 2nd Ed. L.R. Beuchat (ed) New York, Van Nostrand Reinhold. p.599-636, 1987.
- Beuchat L.R. Selective media for detecting and enumerating foodborne yeast. *Int. J Food Microbiol.* 19:1-14, 1993.
- Kennedy J.E., Phillips J.R. and Oblinger J.R. Effect of stored pre-pour plates on microbial enumeration using the surface plate method. *J Food Protect.* 43:592-594, 1980.

Recibido: 26-07-1995

Aceptado: 21-11-1995

## Influencia del ciclo luz-oscuridad en el crecimiento de ratas macho con diferente estado de nutrición

Cecilia Sommer Finkelman<sup>1</sup>, José Monroy-Ruíz<sup>2</sup>, Patricia Candelaria Silva<sup>3</sup> y Patricia de Gortari Gallardo<sup>4</sup>

México D.F.

**RESUMEN.** El ciclo de luz-oscuridad influye en el mecanismo lipostático de los animales superiores, provocando una mayor síntesis de lípidos en el período de oscuridad (para los animales nocturnos) y una tasa más alta de lipólisis durante la etapa de reposo. Este ciclo, y la restricción de alimentos influye en el ciclo de sueño-vigilia del animal. La hormona del crecimiento es un mensajero que favorece la lipólisis y la utilización de la energía generada en esta vía para la síntesis de proteínas, liberándose durante la pubertad, y en los períodos de sueño profundo (de onda lenta) de los sujetos. Modificando el ciclo de luz oscuridad y en consecuencia el de sueño-vigilia, y el consumo de alimento, se pretende estudiar su influencia sobre la velocidad de crecimiento en talla y peso de los animales con un 100 % de requerimientos cubiertos; pretende discriminar si el ciclo alterado en los animales desnutridos revierte la deficiencia en la velocidad de crecimiento esperada en este grupo.

Ratas Wistar macho (160) de 21 días de nacidas se adaptaron a las condiciones del bioterio y se dividieron aleatoriamente en cuatro grupos: Grupo I= Bien alimentados (100 % de sus requerimientos cubiertos) y ciclo de luz-oscuridad 12h-12h; Grupo II= Bien alimentadas y con un ciclo 18h-6h; Grupo III= Desnutridas (50 % de sus requerimientos cubiertos) y ciclo 12h-12h; Grupo IV= Desnutridas y ciclo 18h-6h. Se pesaron y midieron semanalmente; se obtuvieron sus velocidades de crecimiento y los resultados se sometieron a un análisis de varianza y a contrastes ortogonales.

Se encontró una diferencia significativa en la velocidad de crecimiento en peso entre los Grupos I y II; la curva de crecimiento en peso correspondiente al Grupo III tiene una velocidad mayor a la del IV, pero no existe diferencia significativa. La velocidad de crecimiento en talla no presentó diferencia significativa entre los grupos I y II y los grupos III y IV. La ganancia final de peso de las ratas desnutridas con relación a sus grupos control representó el 55 % para las de ciclo normal y 47 % para el grupo IV. En cuanto a la talla las ratas del Grupo III presentaron un 90 % de la talla de los animales del Grupo I y el Grupo IV presentó un 82 % de la talla de los animales del Grupo II.

El ciclo de luz-oscuridad modificado favorece un aumento en la velocidad de crecimiento en peso en animales bien alimentados. Esto no sucede en los animales desnutridos. Los hábitos alimentarios de las ratas se modifican con el ciclo 18h-6h de luz-oscuridad.

**SUMMARY.** Effect of the light-dark cycle over the male rats growth under different nutrition conditions. The light-dark cycle exerts an influence over the lipostatic mechanism in the superior vertebrate animals promoting an acceleration in the lipid synthesis rate during the dark period (in the case of rodents) and a higher lipolytic rate during the day. This cycle, the feeding habits, and the awake-sleep cycle are synchronized. The Growth Hormone is a molecule that facilitates the lipolysis and the protein synthesis. This hormone is released, by the pituitary gland, during the puberty and during the short wave sleep period. Modifying the light-dark cycle and in consequence the sleep-awake cycle and the food consumption, we pretend to study its influence over the growth rate in weight and length in animals that consume 100% of its nutritional requirements. Also want to elucidate if an alteration of the cycle (18h light 6h dark) in the malnourished animals can revert the deficiency of the growth rate expected in these animals.

Male Wistar rats (160), 21 days old, adapted to the temperature and to the light-dark cycle (12h-12h) during a week. Then, four groups were formed: Group I: Well nourished rats with a light-dark (12h-12h) cycle; Group II: Well nourished rats with a light-dark (18h-6h) cycle; Group III: Malnourished rats with a light-dark (12h-12h) cycle; Group IV: Malnourished rats with a light-dark (18h-6h) cycle. Its length and weight were registered weekly, obtained its growth rates, and the results were analysed by the ONE-WAY ANOVA and orthogonal contrasts.

It was found a significant difference in the growth rate in weight between the Groups I and II; the growth rate in weight in the Group III had a higher slope than the rate in the Group IV but we did not find a significant difference. The growth rate in length did not show a significant difference between the Groups III and IV.

The last weight in the malnourished animals represented 55% of the control animals last weight; and 47% of the Group IV. The last length of the animals of the Group III represented 90% of the control value, and the last length in the Group IV represented 82% of the control animals value.

The feeding habits are modified changing the cycle to 18h light and 6h dark. Modifying the light-dark cycle appears an accelerating rate in the growth rate in weight in the well nourished animals, but not in the malnourished ones.

### INTRODUCCION

El crecimiento es el aumento en talla y/o en peso con respecto al tiempo (1). Puede deberse al cambio en el número o en el tamaño de las células por la prevalencia del anabolismo en un individuo. En cambio, el desarrollo implica no sólo el aumento de células sino la comunicación entre ellas, y la integración con las funciones que realizan (2).

Para el crecimiento y el desarrollo de un individuo, es necesaria la participación de las hormonas que regulan el metabolismo, la liberación de los mensajeros que permiten la comunicación intercelular y de los factores de crecimiento que favorecen la síntesis de tejido.

1 Licenciado en Nutrición y Ciencia de los Alimentos. Departamento de Ciencias de la Nutrición y de los Alimentos. Universidad Iberoamericana. México D.F.

2 Profesor-Investigador Titular. Departamento de Ciencias de la Nutrición y de los Alimentos. Universidad Iberoamericana. México D.F.

3 Investigador Asociado. Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados. Instituto Politécnico Nacional. México D.F.

4 Profesor-Investigador Titular. Departamento de Ciencias de la Nutrición y de los Alimentos. Universidad Iberoamericana. México D.F.

Entre las hormonas que participan en estos procesos están la hormona del crecimiento (HC), y los factores de crecimiento insulínicos (FIC) (3). La hormona del crecimiento se secreta a lo largo de toda la vida del ser humano, y de los mamíferos en general, pero se ha encontrado una síntesis y liberación mayores durante la etapa de aceleración del crecimiento (pubertad o adolescencia) (4). Su síntesis y liberación está regulada por la hipófisis bajo la influencia del hipotálamo a través de la hormona liberadora de la tirotrópina (TRH) (5). Indirectamente su liberación puede estimularse por la ingestión de dietas con un alto contenido de proteínas (más de 8 %) (6,7), por la hipoglicemia provocada por la secreción de insulina (8) sobre todo en la adolescencia y en los períodos de sueño profundo o de onda lenta de los individuos (9). La HC en estas condiciones, favorece la lipólisis y la utilización de la energía generada en esta vía para la síntesis de proteínas (8). En estas condiciones el animal presenta saciedad, mayor tiempo de reposo y es factible que utilice los nutrimentos para formación de tejido y crecer.

La secreción de HC sigue un ritmo ultradiano (10) y está asociada a los ciclos de sueño-vigilia que están regulados por el sistema cerebral que produce y libera serotonina (5-HT) (11). A su vez estos ciclos tienen influencia de factores ambientales como los períodos de luz-oscuridad y la restricción de nutrimentos (12).

Por lo anteriormente expuesto, el objetivo del presente estudio fue definir el efecto del ciclo de luz-oscuridad en la velocidad de crecimiento tanto en peso como en la talla de animales nocturnos cuya dieta cubrió el 100% de sus requerimientos. Determinar el efecto de la desnutrición en la sincronización que tiene el ciclo de luz-oscuridad con el patrón de sueño vigilia y con los patrones de alimentación. Y también pretende discriminar si la alteración del ciclo de luz oscuridad en los animales desnutridos revierte en alguna medida la deficiencia en la velocidad de crecimiento esperada en este grupo.

**MATERIAL Y METODOS**

Se utilizaron 160 ratas Wistar macho de 21 días de nacidas recién destetadas provenientes de los bioterios del CINVESTAV (Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, México). Los animales fueron pesados para conocer su estado inicial encontrándose en el peso recomendado (13). Fueron transportados al bioterio de la Universidad Iberoamericana, divididos en cuatro grupos de 20 individuos cada uno más una réplica del mismo tamaño para cada caso. Tuvieron un período de adaptación de una semana, tomando en cuenta la condiciones de las que venían, 23 grados centígrados y un ciclo de luz-oscuridad de 12-12 hrs., y alimentados *ad libitum*, utilizando una ración comercial (PMI Feeds, Inc. Formulab 5008); con la siguiente composición: 48 % de carbohidratos, 24 % de proteínas, 1 0% de humedad, 7 % de lípidos, 7 % de cenizas y 4 % de fibra.

Después del período de adaptación cada grupo fue llevado a las condiciones de trabajo. En la Tabla 1 se pueden ver los grupos formados.

**TABLA 1**  
Grupos de animales y condiciones experimentales

Ciclo Luz-oscuridad	100% del alimento demandado	50%
12-12 hrs	Grupo I	Grupo III
18-06 hrs	Grupo II	Grupo IV

Los grupos I y II fueron alimentados *ad libitum* registrándose la cantidad de alimento ofrecida por individuo y la cantidad promedio consumida, con el fin de brindar sólo el 50 % del alimento consumido por estos dos grupos a los grupos III y IV. Los ajustes en la cantidad de alimento se realizaron semanalmente. Con la misma frecuencia las ratas fueron medidas y pesadas durante 10 semanas, que fue el tiempo de duración del estudio.

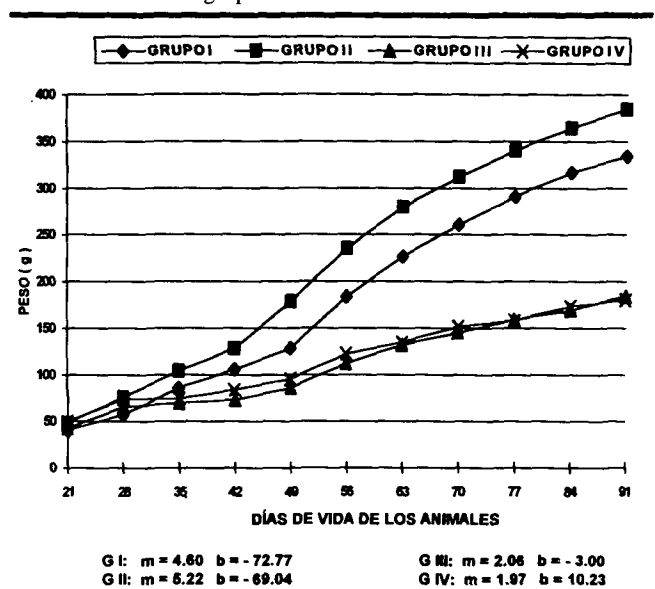
Debido a que el tiempo de duración del estudio no corresponde a la edad en que el crecimiento en talla y peso se estabiliza totalmente, se realizaron regresiones lineales con el fin de obtener la velocidad de crecimiento (pendiente de la ecuación de la recta), siempre y cuando el modelo fuera significativo  $p < 0.05$ , esto implica que el coeficiente de regresión de Pearson y el número de observaciones fueran adecuados (14).

Las pendientes de cada grupo se usaron como variable de respuesta y fueron analizadas mediante un análisis de varianza en una dirección (ANDEVA-1), usando cada grupo como tratamiento. La discriminación entre cada grupo cuando existió diferencia, se realizó mediante contrastes ortogonales (15).

**RESULTADOS Y DISCUSION**

Los animales del Grupo I en el estudio mostraron una curva de crecimiento similar a la reportada previamente (Figuras 1 y 2) (13). Presentaron un patrón de alimentación sincronizado al ciclo de luz-oscuridad, es decir, comieron más frecuentemente durante la noche (período de vigilia en animales nocturnos) y menos frecuentemente durante el día. Llegando a consumir durante la noche el 70 % del alimento ofrecido (8).

**FIGURA 1**  
Curvas de crecimiento en peso de los cuatro grupos de ratas estudiados



Al alterar el ciclo de luz-oscuridad, los animales del Grupo II cambiaron sus hábitos alimentarios consumiendo mayor cantidad de alimento con respecto a los animales del Grupo I (Tabla 2) y también modificaron su patrón de sueño, aunque éste no se registró electrofisiológicamente. Con el ciclo de luz alterado (18-6 hrs), los animales mostraron mayores períodos de reposo probablemente

acompañados con sueño profundo o de onda lenta. En consecuencia es factible suponer que se presentó una aceleración en la tasa de lipólisis y mayor síntesis de proteínas, lo cual se reflejó en un aumento significativo en el peso con respecto al de los animales del Grupo I. Al reducirse el período de oscuridad, el tiempo durante el cual se lleva a cabo la lipogénesis también disminuyó, sin embargo, puede suponerse que su velocidad se incrementó, puesto que consumieron más alimento. En consecuencia no puede negarse el hecho de que el incremento en peso no sólo se deba a la síntesis de proteínas sino también a una mayor síntesis de lípidos.

FIGURA 2  
Curvas de crecimiento en talla de los cuatro grupos de ratas estudiadas

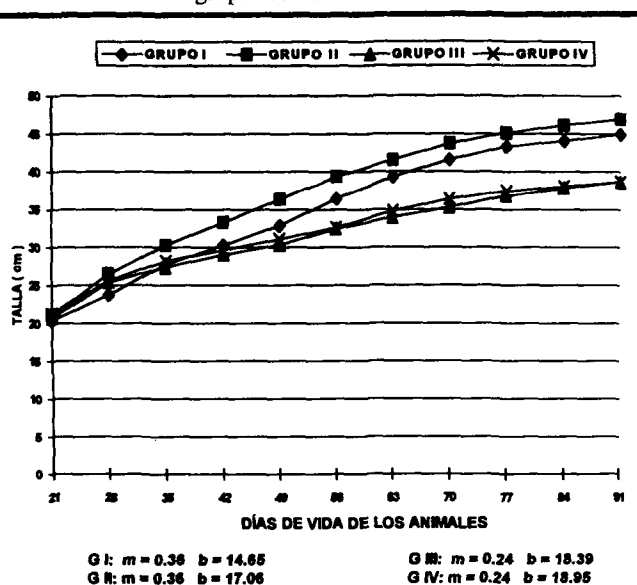


TABLA 2  
Cantidad promedio diaria de alimento (g) consumida por los Grupos I y II

Semana*	Grupo I Ciclo 12-12	Grupo II Ciclo 18-6
1	7.5	7.5
2	10.0	10.0
3	11.0	11.0
4	12.0	12.0
5	20.0	23.1
6	21.0	24.1
7	21.5	24.0
8	22.2	24.2
9	22.0	23.8
10	21.2	23.0

\* La diferencia en el consumo de alimento se presentó a partir de la quinta semana

Lo anterior puede corroborarse en la Figura 1. En las dos curvas superiores, correspondientes a los grupos I y II, se observa que el grupo II, formado por animales bien alimentados con un ciclo de luz-oscuridad alterado, siempre tuvo un peso superior al Grupo I; del mismo modo la velocidad de crecimiento en peso fue superior.

Puesto que los cambios metabólicos adaptativos afectan el peso antes que la talla (16), dadas las características de tiempo en que se realizó el estudio, no se observan modificaciones significativas en la talla, pero sí se muestra una tendencia de mayor crecimiento en talla en los animales del Grupo II. Véase cómo en la figura 2, la curva de crecimiento en talla del Grupo II siempre se mantiene por arriba de la curva correspondiente al Grupo I.

Al comparar las curvas de crecimiento de los animales de los Grupos I y II puede observarse, como se mencionó anteriormente, que los animales con un ciclo de luz-oscuridad alterado presentan una pendiente mayor que el Grupo I. Esta diferencia en la pendiente de la curva de crecimiento en peso también se refleja en que la pubertad aparece una semana antes lo cual puede deberse a que los cambios hormonales que suceden al modificarse el ciclo de luz favorecen un desarrollo acelerado en estos animales.

El efecto de la desnutrición en los animales del estudio provocó un retraso en su crecimiento, tanto en peso como en talla tal como se esperaba (17). En la Figura 1 y en la Figura 2 se presentó una separación muy notoria en las curvas de crecimiento entre los Grupos I, II y los Grupos III, IV. Esto es debido a que por un lado el estado de desnutrición provoca hipoglucemia, una concentración elevada de ácidos grasos libres, y cambios en la concentración de catecolaminas, entre otras modificaciones metabólicas, que pueden inducir una disminución en la síntesis de TRH a nivel del hipotálamo (ARN mensajero) (18,19), lo que a su vez disminuye la síntesis y secreción de la hormona del crecimiento así como de T3 y T4 indirectamente. Es sabido que T3 induce la expresión de enzimas lipogénicas (acetil CoA carboxilasa) (20), lo cual hace suponer que es esta vía la que se encuentra alterada en estas condiciones de estudio.

La desnutrición afecta el desarrollo del Sistema Nervioso Central alterando el funcionamiento de una de las zonas del cerebro responsable de regular los ciclos de sueño-vigilia (21,22), que es el sistema serotoninérgico (11). Esto es consecuencia de la disponibilidad del L-triptofano que se modifica (existe mayor proporción del aminoácido libre), durante la restricción de alimentos, y favorece el aumento en la concentración de serotonina (5-HT) que induce una hiperactividad del animal aun en períodos de luz (período de sueño de animales nocturnos). Por tal motivo desaparece la sincronización entre la secreción de hormonas anabólicas (HC) y los ciclos de luz-oscuridad y de sueño-vigilia. Otras alteraciones en el SNC son debidas a la depleción de potasio, causada por la desnutrición (11).

La hiperactividad del animal y el desequilibrio lipostático, conllevan a un gasto de energía extra, lo cual aunado a la escasez de sustrato para la síntesis de tejidos y a la disminución en la tasa del anabolismo proteico, provoca la talla y el peso menores en animales desnutridos. Por lo tanto, la modificación del ciclo de luz-oscuridad no compensa el retraso en la velocidad de crecimiento causado por la desnutrición, por el contrario en el caso del peso, la curva de crecimiento correspondiente del grupo III tiene una velocidad mayor a la del Grupo IV, a pesar de que la diferencia no fue estadísticamente significativa (Tabla 3).

En las mismas figuras se observa que a diferencia de las curvas correspondientes a los grupos I y II, las gráficas de los grupos III y IV no se separan completamente para la talla.

A manera de resumen en la Tabla 3 se presentan los valores de las velocidades de crecimiento tanto para el peso como para la talla. En el análisis de varianza correspondiente, se observó que existía diferencia significativa entre los grupos (tratamientos).

TABLA 3  
Velocidades de crecimiento en peso y talla para los cuatro grupos de estudio

Grupo	Velocidad de Crecimiento	
	Peso (g/día)	Talla (cm/día)
I	4.60a* (0.12)	0.36a* (0.01)
II	5.22b (0.14)	0.36a (0.01)
III	2.06c (0.08)	0.24b (0.01)
IV	1.97c (0.07)	0.24b (0.01)

\* Literales iguales indican que no hay diferencia significativa  
P > 0.05

( ) Desviación estándar

El ciclo alterado con mayor período de luz en los animales del Grupo II causa un crecimiento mayor en peso respecto a los animales del Grupo I. Mientras que al comparar los Grupos III y IV, el cambio en el ciclo de luz-oscuridad no provocó cambios en las curvas de crecimiento, es decir, una vez que la desnutrición provoca alteraciones a nivel del SNC ya no existe coordinación entre el ciclo sueño-vigilia y luz oscuridad, no existe entonces la posibilidad de generar más HC ni más síntesis de proteínas y por lo tanto no se puede compensar con mayores períodos de reposo la carencia de nutrimentos.

#### REFERENCIAS

- Falkner F. Growth Monitoring: Fetus to the first two postnatal years. Clinical Nutrition of the young child. Raven Press, N.Y. 1985.
- Berg B.N. Nutrition & longevity in the rat. I. Food intake in relation to size, health and fertility. J. Nutr. 71 242-254, 1960.
- Owens P.C., Johnson R.J., Campbell R.G. & Ballard F.J. Growth hormone increases insulin-like growth factor-I (IGF-I) and decreases IGF-II in plasma of growing pigs. J. of Endocrinol. 124:269-275, 1990.
- Mínuto F., Barreca A., Ferrini S., Mazzocchi G., Del Monte P. & Giordano G. Growth hormone secretion in pubertal and adult subjects. Acta Endocrinol. 99:161-165. 1982.
- Uribe R.M., Joseph-Bravo P., Pasten J., Ponde G., Méndez M., Covarrubias L. & Charli J.L. Some events of TRH metabolism are regulated in lactating and cycling rats. Neuroendocrinology. 54:493-498, 1991.
- Asuman L.M., Gallina D.L., Hegsted D.M. Protein-calorie malnutrition in squirrel monkeys: adaptive response to calorie deficiency. Am J Clin Nutr 50 19-29. 1989.
- Dardevet D., Manin M., Balage M., Sornet C., Grizard J. Influence of low and high protein diets on insulin and insulin-like growth factor-I binding to skeletal muscle and liver in the growing rat. Br. J. Nutr. 65:47-60. 1991.
- Le Magnen J. Neurobiology of feeding and nutrition. Academic Press Inc San Diego. 1992.
- Gulliford M.C., Price C.E., Rona & Chinn S. Sleep habits and height at ages 5 to 11. Archives of Disease in Childhood. 65:119-122. 1990.
- Tannenbaum G.S. & Martin J.B. Evidence of an endogenous ultradian rhythm. Endocrinology. 98:562-569. 1976
- Lebner H., Murison R., Weiner H., Hellhammer D. & Beyer J. (eds). Endocrine and nutritional control of basic biological functions. Hogrefe & Huber Pubs. Seattle. 1993.
- Cintra L., Diaz-Cintra S., Galván A. & Morgane P.J. Circadian rhythm of sleep in normal and undernourished rats. Bol. Estud. Med. Biol. 36:3-17. 1988.
- Harkness J.E. & Wagner J.E. The biology and medicine of rabbits and rodents. Lea & Febiger. 1989.
- Haan T.C. Statistical methods in hydrology. The Iowa University Press. Ames. p. 222. 1977
- Mendenhall W. & Ott L. Understanding Statistics. Duxbury Press. North Scituate Mass. 1980.
- Waterlow J.C. Nutritional adaptation. Cuarto Simposio de Nutrición y Alimentos. México 1991.
- Mercer L.P., Hajjazi H. & Hidvégi M. Weanling rate display bioperiodicity of growth and food intake rates. J Nutr 123:1356-1362. 1993.
- Blake N.G., Eckland J.A., Foster O.J.F. & Lightman S.L. Inhibition of hypothalamic thyrotropin-releasing hormone messenger ribonucleic acid during food deprivation. 129. 2714-2718. 1991.
- Blake N.G., Johnson M.R., Eckland J.A., Foster O.J.F. & Lightman S.L. Effect of food deprivation and altered thyroid status on the hypothalamic-pituitary-thyroid axis in the rat. Journal of Endocrinology. 133. 183-188. 1992.
- Fukuda H., Katsurada A & Iritani N. Nutritional and hormonal regulation of mRNA levels of lipogenic enzyme in primary cultures of rat hepatocytes. J. Biochem. 111:25-30. 1992
- Rojas J.A. & Posadas A. Ciclo vigilia-sueño en ratas sometidas a períodos de deficiencia nutricional posdestete. Bol. Estud. Med. Biol. 29:515-516, 1977.
- Salas M, Rufz C., Torrero C. & Pulido S. Neonatal food restriction: its effects on the sleep cycles and vigil behaviour of adult rats. Bol. Estud. Med Biol 32:209-215. 1983.

Recibido: 25-05-1995

Aceptado: 19-10-1995

## Brewery waste as a substitute for soy protein in soy-brewer's yeast mixtures to feed broiler chickens

Diamela Carías<sup>1</sup> and Nancy Millán<sup>2</sup>

Simón Bolívar University. Cellular Biology Department. Caracas, Venezuela

**SUMMARY.** We examined the replacement of soy isolated protein by a solid fraction coming from brewery liquid waste, in the preparation of soy protein and brewer's yeast mixtures (50:50) to feed growing chickens. The replacement of 20 percent soy protein by brewery waste protein to the diet, showed no significant differences in the growth and food intake of the chickens, when compared with soy protein fed chickens. Protein Efficiency Ratio (PER) and Net Protein Ratio (NPR) values of the diets were also very similar and the concentration of plasma and liver lipids remained approximately the same. Higher levels of brewery waste reduced the performance of chickens although total lipids, cholesterol and triacylglycerols in plasma, as well as total lipids and cholesterol in liver were not affected. The data reported here indicated that brewery waste can be used as a complementary protein source in broiler chicken diets.

**RESUMEN.** Uso del desecho de cervecería (jugo de nepe) en la sustitución de la proteína de soya en dietas para aves. Se investigó la sustitución del aislado proteico de soya por sólidos del jugo de nepe de cervecería, en dietas para pollos basadas en mezclas de proteína de soya y levadura de cerveza. La inclusión de 20 % de jugo de nepe seco a expensas de proteína de soya, no produjo diferencias significativas en el crecimiento, consumo de alimento, índice de eficiencia proteica (PER), utilización proteica neta (NPR), ni en las concentraciones de los lípidos plasmáticos y hepáticos. Sin embargo, niveles superiores de jugo de nepe afectaron la utilización de la proteína dietaria, si bien los lípidos plasmáticos y hepáticos no fueron modificados. Los resultados indicaron que el jugo de nepe seco puede usarse como proteína complementaria en dietas para pollos en crecimiento.

### INTRODUCTION

For economical reasons, it is very important for developing countries to replace imported protein sources for example soy bean protein, in poultry diets. Agricultural and food industry wastes are an economical source of ingredients for feed, because it can be partly converted by animal in meat or eggs.

Previously we determined that the brewer's yeast used in the beer industry, could replace up to 50 percent of soy protein in broiler chicken diets (1). Nevertheless it is still necessary to find another complementary protein to replace the rest of the soy protein in the diet.

Brewery liquid waste is the resulting residue from brewing of beer and it constitutes a major industrial waste in Venezuela. It contains 20 percent of insoluble material and high carbohydrate levels and it has been shown that the clarified and hydrolysed waste is useful as a substrate for producing biomass (2), vitamins (3) and enzymes (4). However, the dry insoluble fraction contains nearly 55 percent of protein, this is higher than cereals and similar to some commercially available protein concentrates, constituting a plausible and economical source of protein for animal feed.

The present study attempted to evaluate the possibility of using dry solids of brewery waste as a complementary protein source in broiler chicken.

Since the effects of dietary proteins on lipids metabolism have been reported by many investigators (5), the plasma and liver lipids were also measured.

### MATERIALS AND METHODS

**Protein sources:** The liquid brewery waste was collected for several days of production from a local plant effluent (Industrias Polar, Caracas) and was kept at 4 °C for a maximum time of two days. It was centrifugated for 5 minutes at 4080 xg in a refrigerated Sorvall centrifuge using a GSA rotor. The pellets were pooled and dried at 60 °C for 24 hours and then ground in a manual mill. Brewer's yeast was collected as flakes from rolling dryers and was obtained from the same plant. Soy-bean protein was isolated soy protein, 90 percent crude protein (Ralston, Purina. St. Louis MO).

**Chemical analysis:** The standard methods of proximate analysis (6) were used to determine dry matter, ether extract, ash and crude fiber. Nitrogen was estimated by a colorimetric determination of ammonia (7) and crude protein was calculated multiplying the nitrogen concentration by 6.25 (Nx6.25). The amino acid composition of the brewery waste was determined using an amino acid auto analyzer (Multichrom-Beckman 4225) from samples hydrolyzed in 6N HCl (8); available lysine was determined by the trinitrobenzenesulfonic acid method (9) and the brute energy content was determined by bomb calorimetry.

**Growth assay:** Forty nine, one-day-old, Warren chickens purchased in a local hatchery, were conditioned as described previously (1). After the conditioning period, the chickens were assigned by

1 Presented to Simón Bolívar University in partial fulfillment of the requirements for the degree of Licenciada in Biology

2 Associate Professor of Cellular Biology Department. Simon Bolívar University. P.O. Box 89000. Caracas, Venezuela.

selective randomization to one of seven different groups, seven animals per group.

The basal diet and the vitamin and mineral mixtures were similar in composition to that described previously (10).

Table 1 shows the composition of the diets. Soy protein was the protein control (diet 1). In diets 2-5, brewer's yeast provided 50 percent of the protein and they were supplemented with a free thiamin and niacin vitamin mix in order to correct the brewer's yeast contribution (Millán N, unpublished). In diet 6 brewery waste was the sole protein source and diet 7 was a protein free diet.

The duration of the trial was 22 days. Feed and water were supplied *ad libitum*. A record of consumed was done daily and weight gain every other day. The protein efficiency ratio (PER), the net protein ratio (NPR) and the feed efficiency of the diets were calculated from growth and feed consumption data.

TABLE 1  
Composition of the diets

Ingredient (g per 100 g)	Diet Protein Mixture (%)						
	1	2	3	4	5	6	7
S	100	50	30	10	0	0	0
BY	0	50	50	50	50	0	0
BW	0	0	20	40	50	100	0
Soybean protein	27.3	11.8	7.1	2.4	-	-	-
Brewer's yeast	-	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	-
Dried brewery waste	-	-	7.8	15.0	19.4	38.9	-
Corn starch	62.8	49.7	47.7	45.6	44.5	51.8	86.5
Corn oil	4.0	4.0	3.1	2.1	1.7	-	4.0
dl-methionine	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46
Dicalcium phosphate	3.5	3.4	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
Mineral mix <sup>a</sup>	3.5	3.4	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
Mineral mix <sup>b</sup>	2	2	2	2	2	2	2
Calculated analysis (g per 100 g)							
Crude protein (Nx6.25)	21.1	20.1	20.7	20.3	20.6	20.1	-
Available lysine	0.81	1.05	0.96	0.82	0.74	0.40	-
Energy content (Kcal/g)	4.17	4.17	4.14	4.18	4.12	4.16	4.16

S: Soy Protein; BY: Brewer's Yeast; BW: Brewery Waste.

a. Mineral mix provided the following, mg per Kg diet: CaCO<sub>3</sub> 10, Na<sub>2</sub> HPO<sub>4</sub> 7, KCl 7, MgSO<sub>4</sub> 7H<sub>2</sub>O 5.9, FeSO<sub>4</sub> 7HO<sub>2</sub>O 1, MnSO<sub>4</sub> H<sub>2</sub>O 0.25, KI O<sub>3</sub> 0.01, ZnO 0.084, CuSO<sub>4</sub> 0.01, Na SeO<sub>3</sub> 15H<sub>2</sub>O 2.2x10<sup>-4</sup>, Co acetate H<sub>2</sub>O 2.4 x 10<sup>-4</sup>, Na<sub>2</sub> MoO<sub>4</sub> 2H<sub>2</sub>O 0.008.

b. Vitamin mix provided the following per kg diet: niacin 44 mg, calcium pantothenate 13.9 mg, pyridoxine HCl 5.5 mg, riboflavin 5.29 mg, thiamin HCl 4.18 mg, folic acid 1.8 mg, menadione 1.94 mg, biotin 0.28 mg, cyanocobalamin 11 µg, choline chloride 1.54 g, vitamin E 15 IU, vitamin D<sub>3</sub> 1000 IU, vitamin A 11000 IU.

At the end of the experiment the birds were sacrificed by decapitation, blood was collected and livers and kidneys were dissected. The tissues were immediately frozen (-20 °C). Plasma, kidney and liver uric acid were assayed by the enzymatic method (11)); the data were corrected by the nitrogen intake as recommended previously (12). Liver lipids were extracted with chloroform: methanol (1:1) according to the method of Folch et al (13). Tissue and plasma total lipids, cholesterol and triacylglycerols were determined using

commercial kits (Heiga, Caracas).

The data were analyzed by one-way analysis of variance (14). The means were compared by Duncan's multiple range test (15). The probability level for statistical significance was kept at 5 %.

## RESULTS

The results of proximate analysis of the protein sources are shown in Table 2. Dry brewery waste contains comparable quantities of protein, fat and crude fiber to those of numerous commercial products used in animal feeds. This could result from the progressive concentration of the remaining cereals during the process of beer production and also, by the further dehydration of the waste. The amino acid composition indicated that, except for the sulphur-containing amino acids, which were high, the dry brewery waste has lower concentrations of essential amino acids than either soy of brewer's yeast protein.

TABLE 2  
Chemical analysis of the protein sources

COMPONENT (g per 100 g)	Soy Protein	Brewer's yeast	Brewery waste
Dry matter	94.4	94.1	93.6
Crude protein (Nx6.25)	89.4	44.8	55.1
Ether extract	0.7	1.0	13.5
Ash	3.9	6.8	2.1
Crude fiber	0.6	1.5	3.6
Available lysine	3.2	1.95	Heated 0.05 Liophylized 2.0
AMINO ACIDS (g/16 g N)			
Aspartic acid	10.0	13.2	4.8
Threonine	3.2	6.6	2.4
Serine	3.6	5.4	3.1
Glutamic acid	13.9	16.3	14.1
Proline	4.9	8.0	6.5
Glycine	2.8	4.3	2.4
Alanine	3.7	9.4	3.0
Cysteine	0.1	0.3	1.3
Valine	4.3	7.6	3.2
Methionine	0.7	0.9	1.5
Isoleucine	4.5	6.7	2.5
Leucine	6.7	8.8	5.5
Tyrosine	3.1	3.8	2.7
Phenylalanine	4.4	6.1	4.5
Histidine	2.1	2.8	1.5
Lysine	4.4	6.5	2.2
Arginine	6.4	8.0	4.3

The effect of adding dry brewery waste to the diet on the performance of broiler chickens is presented in Table 3. It shows that the inclusion of brewery waste as a complementary protein into the diets at a 20 percent level had no significant adverse effects on growth, feed consumption, feed efficiency, PER and NPR values of the chickens, nor on their concentrations of uric acid in liver, kidney and plasma. The addition of 40, 50 and 100 percent of brewery waste to the diet resulted in a progressive decrease in growth, feed consumption, PER and NPR values of the diets. The same Table shows that kidney, plasma and liver uric acid increased only in the group fed purely with brewery as a protein supplement.

TABLE 3  
Performance of broiler chickens fed brewery waste from 0 to 3 weeks

	Diet Protein Mixture						
	S	100	50	30	10	0	0
BY	0	0	50	50	50	50	0
BW	0	0	0	20	40	50	100
Feed intake per chick (g)	454.7±25.7 <sup>a</sup>	467±32.6 <sup>a</sup>	447.7±28.8 <sup>a</sup>	446.7±28.8 <sup>a</sup>	401.7±8.6 <sup>b</sup>	218.6±28.7 <sup>c</sup>	
Body weight gain per chick (g0)	252.6±27.2 <sup>a</sup>	235.4±24.5 <sup>a</sup>	218.3±31.9 <sup>a</sup>	197.1±23.6 <sup>b</sup>	154.4±39.3 <sup>b</sup>	54.7±12.8 <sup>c</sup>	
Feed efficiency	0.56±0.03 <sup>a</sup>	0.50±0.03 <sup>a</sup>	0.49±0.04 <sup>a</sup>	0.44±0.04 <sup>b</sup>	0.38±0.04 <sup>b</sup>	0.25±0.04 <sup>c</sup>	
PER	265±0.22 <sup>a</sup>	2.51±0.16 <sup>a</sup>	2.43±0.22 <sup>a</sup>	2.20±0.21 <sup>b</sup>	1.89±0.19 <sup>c</sup>	1.21±0.18 <sup>c</sup>	
NPR	2.81±0.23 <sup>a</sup>	2.62±0.10 <sup>a</sup>	2.58±0.19 <sup>a</sup>	2.32±0.17 <sup>b</sup>	2.08±0.20 <sup>b</sup>	1.66±0.35 <sup>c</sup>	
Liver uric acid per chick (mg per 100 g x N intake)	77.8±22.2 <sup>a</sup>	86.2±22.2 <sup>a</sup>	61.2±11.1 <sup>a</sup>	66.7±25.0 <sup>a</sup>	77.8±8.3 <sup>a</sup>	161.9±36.9 <sup>b</sup>	
Kidney uric acid per chick (mg per 100 g x N intake)	106.4±8.3 <sup>a</sup>	116.8±11.1 <sup>a</sup>	111.1±11.1 <sup>a</sup>	111.2±16.7 <sup>a</sup>	127.9±22.2 <sup>b</sup>	222.4±25.0 <sup>c</sup>	
Plasma uric acid per chick (mg per 100 g N intake)	4.2±0.4 <sup>a</sup>	4.3±0.8 <sup>a</sup>	4.2±0.5 <sup>a</sup>	4.2±0.5 <sup>a</sup>	4.3±0.5 <sup>a</sup>	5.2±0.8 <sup>b</sup>	

S: Soy protein; BY: Brewer's yeast; BW: Brewery waste.

Values are means ± SD of 7 chicks per group. Means bearing different letters are significantly different (p<0.05) according to Duncan's multiple range test.

As indicated in Table 4, liver and plasma lipids did not change in response to dietary brewery waste with the exception of liver triacylglycerols in the groups fed with more than 40 percent brewery waste.

TABLE 4  
Plasma and liver lipids of broiler chickens fed brewery waste from 0 to 3 weeks

	Diet Protein Mixture						
	S	100	50	30	10	0	0
BY	0	0	50	50	50	50	0
BW	0	0	0	20	40	50	100
Plasma total lipids (mg per 100 ml)	572±42	567±48	570±41	571±33	570±44	574±50	
Plasma cholesterol (mg per 100 ml)	132±14	131±25	134±23	128±31	132±34	122±22	
Plasma triacylglycerols (mg per 100 ml)	51±6	53±6	49±5	52±7	51±5	50±5	
Liver total lipids (mg per g)	31.7±6.5	32.5±3.3	33.7±2.3	33.7±4.4	35.2±2.9	34.6±3.5	
Liver cholesterol (mg per g)	2.2±3	2.4±6	2.3±3	2.2±3	2.3±4	2.1±2	
Liver triacylglycerols (mg per g)	6.5±11	5.8±7	5.6±3	5.9±7	7.2±13*	7.7±12*	

S: Soy protein; BY: Brewer's yeast; BW: Brewery waste.

Values are means ± SD of 7 chicks per group. \*Significant difference (p<0.05).

### DISCUSSION

Complementation among proteins with different composition of essential amino acids is a good approach for improving dietary protein quality. It was demonstrated previously that brewer's yeast protein can replace 50 % of the soy protein in a soy supplemented diet prepared for growing chickens (1). Therefore, in this study we examined the effect of replacing more of the soy protein with a solid brewery waste, keeping the concentration of brewer's yeast constant at 50% of the total dietary protein since this was the maximal level of replacement found in the previous trial.

As can be seen from Tables 3 and 4, in this study brewery waste could replace 20 percent of soy protein present in the diet, without any deleterious effect upon plasma and liver uric concentration. Moreover, plasma and hepatic lipids were not affected by dietary treatment. These results contrast with the hypercholesterolemic effect observed in rabbits fed 50 % brewer's yeast protein (16), indicating that in the chicken there was not relationship between cholesterol metabolism and yeast intake.

The similar nutritive quality observed in the 20% brewery waste diet and the control diet, could be associated, partly, to the fact that the available lysine concentration was the same in both diets. This available lysine concentration was in agreement with the value (≤1.01 %) reported by Han and Baker (17) as the requirement to obtain the maximum weight in growing chicken.

High brewery waste concentrations provoked nutritive quality reduction of the diet and the hepatic triacylglycerols. Heating of the brewery waste reduced 95.7 percent of the available lysine when compared with liophylized brewery waste (Table 2); accordingly a significant decrease of available lysine was observed in diets containing high levels of waste (Table 1). Anderson et al (18) have demonstrated that heating canola meal fed to chickens, decreased the availability of lysine and the digestibility of the remainder lysine. Therefore, the inability of the brewery waste to provide dietary protein over a 20 percent level, could be attributed to the decrease in bioavailability of lysine, and other essential amino acids, due to the heating. Sugahara and Kubo (19) showed that the decrease of the total energy retentions in chickens, caused by single deficiencies of lysine or sulphur-containing amino acids, were associated with the decreased feed intake. In our study, the lowest feed intake was observed in the groups fed diets containing the lowest lysine levels. However, the lysine bioavailability did not seem the sole factor involved with the dietary nutritive value decrease at brewery waste concentrations higher than 20 % since the diet with 40 % of brewery waste had a lysine concentration (0.82 %), similar to control diet (0.81 %). Thus, the total dietary essential amino acids deficiency was prevented only when the proportions of soy-yeast: brewery waste used in the protein mixture were 30:50:20 percent, respectively.

These results contrast with those reported for rats by Elias and Bressani (20) to complement *Torula* yeast with vegetable proteins such as corn, sesame and cotton.

They found complementation levels for yeast protein with 60 percent corn protein, 40 percent sesame protein and 80 percent cotton protein.

Doubtless, the heating of both, the brewery waste and the brewer's yeast limited the complementation among this protein sources, the brewery waste being more affected. However, the present study provides quantitative information on the appropriate combination of both protein sources. Thus, the proportions here reported would substitute 70 percent of the soy proteins in rations for poultry. A higher complementary level could be achieved using milder conditions of drying the brewery waste.

In conclusion, yeast and brewery waste could be also considered, together with other distillery derivatives (21), as economical protein sources in feed for chickens.

#### ACKNOWLEDGMENTS

This work was supported by Decanato de Investigaciones y Desarrollo, Universidad Simón Bolívar. The authors express their gratitude to Dr. L. Rodríguez (Industrias Polar, Caracas) for providing the brewery waste and the brewer's yeast and to Professor Carlos Torrealba (Departamento de Idiomas, Universidad Simón Bolívar) for his helping in preparing the manuscript.

#### REFERENCES

- Póo ME. & Millán N. Efecto de la concentración dietaria de la levadura (*Saccharomyces carlsbergensis*) recuperada de la cerveza en pollos macho Warren. Arch. Latinoamer. Nutr. 40:95-106, 1990.
- Bahar S. Uso de ciertos microorganismos y su aplicación en la industria alimentaria y farmacéutica. Trabajo de Ascenso para Profesor Titular. Universidad Simón Bolívar, 1986.
- Contasti V. & Bahar S. Riboflavin production by *Candida guilliermondii* on liquid brewery waste. Acta Científica Venezolana, 29:69-74, 1988.
- Windevoxxhell M. & Bahar S. Production of intracellular  $\alpha$ -glucosidase in liquid brewery waste by *Saccharomyces carlsbergensis*. Acta Científica Venezolana, 40:40-45, 1989.
- Terpstra AHM., Hermus RJJ & West CE. The role of dietary protein in cholesterol metabolism. Wld Rev. Nutr. 42:1-55, 1983.
- AOAC. Official Methods of Analysis 13<sup>th</sup> Ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C. 1980. 6 AOAC. Official Methods of Analysis 13<sup>th</sup> Ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C. 1980.
- Hevia P. & Cioccia AM. Application of a colorimetric method to the determination of nitrogen in nutritional studies with rats and humans. Nutr. Rep. Int. 38:1129-1136, 1988.
- Hare PE. Amino acid composition by column chromatography. In: Protein sequence determination. Saul B. Needleman Ed. NY pp 204-231, 1973.
- Kakadde ML. & Liener IE. Determination of available lysine in proteins. Anal. Biochem. 27:273-280, 1969.
- Peterson SW., Hamilton WH. & Lilyblade AL. Hereditary susceptibility of dietary induction of gout in select lines of chickens. J. Nutr. 101:347-354, 1971.
- Liddle L. The enzymatic method for the determination of uric acid. J. Lab. Clin. Med. 54:903-913, 1959.
- Millán N., Brito O. & Hevia P. Purine enzymes and uric acid excretion as indicators of protein quality in chickens fed soy-gelatin mixtures. Nutr. Rep. Int., 30:1367-1377, 1984.
- Folch J., Lee M. & Sloane S. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. J. Biol. Chem. 226:497-509, 1956.
- Snedecor GW. & Cochran WG. Statistical Methods. The Iowa State University Press. Ames, Iowa, 593 pp., 1967.
- Duncan DB. Multiple range and multiple F test. Biometrics. 11:1-6, 1955.
- De Abreu J. & Millan N. Effect of addition of brewer's yeast to soy protein and casein on plasma cholesterol levels of rabbits. Arch. Latinoamer. Nutr. 44:18-22, 1994.
- Han Y. & Baker DH. Lysine requirements of fast-and-slow growing broiler chicks. Poultr Sci. 70:2108-2114, 1991.
- Anderson-Haffermann JC., Zhang Y. & Parsons CM. Effects of processing on the nutritional quality of canola meal. Pult Sci., 72:326-333, 1993.
- Sugahara K. & Kubo T. Involvement of food intake in the decreased energy retention associated with single deficiencies of lysine and sulphur-containing amino acids in growing chicks. Br. Pult. Sci. 33:805-814, 1992.
- Elias LG & Bressani R. Valor nutritivo de la proteína de levadura *Torula* y como complemento de concentrados proteicos. Arch. Latinoamer. Nutr. 20:135-149, 1970.
- Newman RK., Centers KN. & Newman W. Nutritional value of barley distillers grains fed to broiler chicks, with and without fermentation. Nutr. Rep. Int. 32:93-101, 1985.

Recibido: 17-01-1995

Aceptado: 22-05-1995

## Effect of the type of dietary fat on cholesterolemia in rabbits fed brewer's yeast

Nancy Millán<sup>1</sup> and Jorge De Abreu<sup>2</sup>

Simón Bolívar University, Cellular Biology Department. Caracas, Venezuela

**SUMMARY.** To determine the effects of the kind of dietary fat on cholesterolemia in rabbits fed with brewer's yeast, diets based on soybean protein isolate or on a mixture of soybean protein isolate and brewer's yeast (1:1) were used. They were combined with corn oil and coconut oil in four balanced, cholesterol-free diets. Twenty four rabbits were fed with 79 grams of diet per day during 3 weeks. After 14 hours of fasting on the 22nd day, blood samples from the marginal ear vein were collected, animals were sacrificed and their livers dissected. There were no significant differences in the final plasma concentrations of the total lipids, triglycerides, total cholesterol, high density lipoprotein-cholesterol, and (low density lipoprotein + very low density lipoprotein)-cholesterol, even though groups fed yeast presented the highest values. Liver lipids were not affected by dietary treatment. However, when comparing the final plasma cholesterol with the initial cholesterol, a significant increase in the groups which consumed yeast with corn oil (48 mg/dL) and coconut oil (91 mg/dL) was observed in comparison with the groups which only consumed soybean protein with corn oil (21 mg/dL) and coconut oil (36 mg/dL). The two-way variance analysis of these data showed that there was no fat-protein interaction and the hypercholesterolemic effects observed were associated with brewer's yeast consumption.

**RESUMEN.** Efecto de la grasa dietaria sobre el colesterol del plasma en conejos alimentados con levadura de cerveza. Con el fin de determinar el efecto del tipo de grasa dietaria sobre la cholesterolemia en conejos alimentados con levadura de cerveza, se usaron dietas basadas en aislado proteico de soya o en una mezcla de aislado proteico de soya y levadura de cerveza (1:1) en combinación con aceite de maíz y aceite de coco en cuatro dietas balanceadas libres de colesterol. Se alimentaron 24 conejos con 70 gramos de dieta al día durante tres semanas. Después de 24 horas de ayuno, se colectaron muestras de sangre de la vena marginal de la oreja, se sacrificaron los animales y se disecaron los hígados. No hubo diferencias en las concentraciones plasmáticas de los lípidos totales, triglicéridos, colesterol total, HDL-colesterol y LDL+VLDL-colesterol, si bien se observó que los grupos que consumieron la levadura presentaron los valores más altos. En el hígado, la concentración de los lípidos fue similar en todos los grupos. Sin embargo, al comparar las concentraciones final e inicial del colesterol plasmático, se observó un incremento significativo en los grupos que consumieron la levadura, bien con aceite de maíz (21 mg/dL) y con aceite de coco (36 mg/dL). El análisis de varianza de doble vía de los datos reveló que no hubo interacción de la grasa con la proteína y que los efectos hipercolesterolémicos observados estuvieron asociados al consumo de levadura de cerveza.

### INTRODUCTION

Among the non-conventional protein sources, yeast have the highest potential for massive consume food. Yeasts have the advantage of using economic substrates such agroindustrial wastes and of duplicating their biomass in a short period of time in comparison with conventional protein sources (1). From the nutritional point of view, they are B vitamin sources and they contain enough essential amino acids, with the exception of the sulphur-amino acids. The yeast *Saccharomyces cerevisiae* contains more methionine than other yeasts (2). Methionine super-producing strains have been developed (3) and a mutant *Saccharomyces cerevisiae* was recently produced in agricultural extract substrate with three times more methionine than the control group which increased the protein value of animal feed (4).

Nevertheless, yeast usage as a protein source in human food has been limited because it adds nucleic acids to the diet. When yeasts are consumed in high concentrations, uric acid blood concentration is raised (5). Yeast is mainly used in the food industry as an alcoholic beverage fermenter, a riser of dough in bakeries, a flavorant and to a

lesser extent, as a B group vitamin supplement.

However, the yeast protein concentrate preparation constitutes an alternative protein source, because the concentration of the nucleic acids in it has been reduced. For instance, the use of a yeast protein concentrate has been proposed to enrich «tortillas», which are widely consumed in Mexico and Central America (6). Moreover, the commercialization of the nucleic acids as flavorants would make the process more profitable.

On the other hand, it has been established that the effects of diet on plasma cholesterol are associated not only with quantity and quality of fats, but also with the dietary quantity and quality of proteins. Many studies have demonstrated that animal proteins such as casein have a hypercholesterolemic effect on rats and rabbits in comparison with vegetal proteins such as soybean proteins (7). Hence, it is important to evaluate the effects of any source of protein on the lipid metabolism in order to contribute to establish consumption criteria.

We previously demonstrated that the substitution of 50% soybean protein isolate by brewer's yeast protein in diets for rabbits increased plasma cholesterol when compared with control group which only consumed soybean protein. Moreover, the substitution of casein with yeast in the same proportion, did not modify the hypercholesterolemic effect of casein (8).

These results greatly contradict those of other researchers who have demonstrated hypercholesterolemic activity using microorganism supplements with low protein value in the diet

1 Associate Professor. Cellular Biology Department. Simón Bolívar University.

2 Research Assistant of the same University.

(9,10,11). It is important to remark that the objective of our studies has been to observe the effect of important concentrations of microbial proteins in the diet on the lipid metabolism. On the other hand, there was a possibility that the hypercholesterolemic effect observed by us in response to the yeast intake would be associated to extra cellular dietary factors such as the type of dietary fat or any unknown compound originating in the fermentation process. This possibility is based on the fact that in the above-mentioned study we used yeast coming from beer manufacturing, without bitter elimination treatment. As the lipid fraction of the diet was mainly based on coconut oil, we decided to find out if the effect of the yeast on cholesterolemia was associated only with yeast intake or with an interaction between yeast protein and saturated fatty acids contained in coconut out.

With this purpose, we compared the effect of replacing coconut oil with corn oil in cholesterol-free diets which contained equal quantities of soybean protein isolate and brewer's yeast protein based on 21% protein in the diet.

## MATERIALS AND METHODS

**Animals and diets.** Twenty-four New Zealand young rabbits (provided by Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas) with approximately 2 kg each, were housed in single cages and conditioned to the animal room environment and to consume powder feed following the previously described protocol (8). They were distributed randomly in 4 groups, were fed with 70 grams of diet during 3 weeks and water was continuously available. Body weight was registered weekly. At the beginning and at the end of the experiment, blood from the marginal ear vein was taken after a 14-hour fasting. On the 22nd day, rabbits were sacrificed. Their livers were dissected, washed in saline solution at 4 °C and were immediately frozen in liquid nitrogen. The livers were kept at -70 °C until their processing.

The protein sources were soybean protein isolate (89% protein, Protein Technologies, WI, USA) and brewer's yeast (35% protein, Polar Industries, Caracas). As we previously observed that washed yeast caused a decay in intake as well as in chicken growth (12), in our studies we use yeast without any treatment to eliminate bitterness.

The composition of the basal diet was identical to that described by West *et al* (13) Table 1 shows the protein and lipid composition of the experimental diets.

TABLE 1  
Composition of the cholesterol-free experimental diets<sup>1</sup>

Protein Fat	Soy Coconut Oil	Soy Corn Oil	Soy:Yeast Coconut Oil	Soy:Yeast Corn Oil
g/Kg diet				
Soy Isolated	233	233	117	117
Brewer's Yeast	—	—	264	264
Corn Starch	333	333	185	185
Soy Oil 10	10	10	10	10
Corn Oil	90	-	90	-
Coconut Oil	-	90	-	90
Constant	334	334	334	334
Components				

<sup>1</sup> According to basal diet recommended by West *et al* (13).

**Analytical methods:** Blood collected in plastic tubes with EDTA was centrifuged at room temperature in a clinic centrifuge to obtain plasma. To obtain the hepatic lipids, 10-12 g of liver were homogenized in distilled water and treated with a chloroform-methanol mixture (2:1) according to the method recommended by Folch (14). The chloroform phase was kept at -70 °C until its analysis. Total lipids, triglycerides, total cholesterol, total cholesterol and HDL-cholesterol were enzymatically determined by using commercial kits (Lab-Test, Sao Paulo, Brazil). The VLDL+LDL-cholesterol fraction was estimated as the difference between the total cholesterol and the HDL-cholesterol.

The level of significance of the interaction between fat and protein was analyzed by a two-way ANOVA (15). Data were presented as mean  $\pm$  standard deviation and the differences were considered significant at  $p \leq 0.05$ .

## RESULTS

On Table 2, data about final weight, food intake and the liver weight/body weight ratio are detailed. In the three-week experiment, the body weight of the group which consumed diet based on brewer's yeast and coconut oil was lower than in any group, even though this difference was not significant. So, the food intake and the liver weight/body weight ratio was similar among groups, indicating that all experimental diets, regarding protein or fat sources, were nutritionally equivalent.

TABLE 2  
Body weight, daily feed intake and liver weight to body weight ratio (x100) in rabbits

Protein Fat	Soy Coconut Oil	Soy Corn Oil	Soy:Yeast Coconut Oil	Soy:Yeast Corn Oil
Body Weight (kg)	2.39 $\pm$ 0.09 <sup>a</sup>	2.42 $\pm$ 0.09 <sup>a</sup>	2.36 $\pm$ 0.10 <sup>a</sup>	2.14 $\pm$ 0.11 <sup>a</sup>
Feed intake (g/day)	68.9 $\pm$ 0.7 <sup>a</sup>	68.3 $\pm$ 0.9 <sup>a</sup>	69.9 $\pm$ 0.4 <sup>a</sup>	66.5 $\pm$ 0.7 <sup>a</sup>
Liver wt x 100 Body wt	2.7 $\pm$ 0.2 <sup>a</sup>	3.0 $\pm$ 0.2 <sup>a</sup>	3.1 $\pm$ 0.2 <sup>a</sup>	3.1 $\pm$ 0.1 <sup>a</sup>

Values are mean  $\pm$  SEM of six rabbits per group. Means with the same superscript letter in the row are not significantly different.

Plasma lipid concentration in rabbits fed semipurified diets is shown in Table 3. In the groups which consumed brewer's yeast, not taking into account the kind of fat, a tendency to increase the total lipid concentrations, triglycerides, and total cholesterol was observed, even though differences were not significant at 5% level. The same pattern was observed when calculating the cholesterol values of VLDL + LDL. Concentration of HDL-C and HDL-C/total cholesterol ratio had a tendency to be lower in the group that consumed soybean protein and corn oil, though again the difference was not significant.

Mean total plasma cholesterol increases with respect to the rabbits initial cholesterolemia (70 mg/dL) are reported in Table 4. The highest increase of plasma cholesterol was observed in the group with brewer's yeast and coconut oil diet. The two-way analysis of variance of such data showed that the protein-fat interaction was not significant ( $\leq 0.05$ ) and that the observed increase was only associated with the dietary protein source. It was independent from fat effect.

TABLE 3  
Plasma total lipids, triglycerides, total cholesterol, HDL-cholesterol, (LDL+VLDL)-cholesterol and HDL-cholesterol/total cholesterol ratio in rabbits

Protein Fat	Soy Corn Oil	Soy Coconut Oil	Soy:Yeast Corn Oil	Soy:Yeast Coconut Oil
mg/100 ml				
Total lipids	426.3 ± 65.3 <sup>a</sup>	423.7 ± 46.1 <sup>a</sup>	547.4 ± 89.0 <sup>a</sup>	393 ± 65.8 <sup>a</sup>
Triglycerides	115.2 ± 27.4 <sup>a</sup>	112.6 ± 10.4 <sup>a</sup>	221.6 ± 45.2 <sup>a</sup>	191.5 ± 21.8 <sup>a</sup>
Total cholesterol	139.9 ± 20.9 <sup>a</sup>	150.2 ± 18.4 <sup>a</sup>	179.0 ± 21.4 <sup>a</sup>	207.4 ± 33.9 <sup>a</sup>
HDL-cholesterol	26.8 ± 2.9 <sup>a</sup>	37.4 ± 4.7 <sup>a</sup>	36.3 ± 2.9 <sup>a</sup>	36.5 ± 3.1 <sup>a</sup>
(LDL + VLDL)-cholesterol <sup>1</sup>	113.1 ± 16.5 <sup>a</sup>	112.8 ± 12.5 <sup>a</sup>	143.6 ± 18.1 <sup>a</sup>	170.9 ± 31.0 <sup>a</sup>
HDL-cholesterol/total cholesterol	0.20 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.22 ± 0.03 <sup>a</sup>	0.26 ± 0.03 <sup>a</sup>	0.19 ± 0.02 <sup>a</sup>

Values are means ± SEM of six rabbits per group Means with the same superscript letter in the row are not significantly different.

1. Calculated from the total cholesterol and HDL-cholesterol data

TABLE 4  
Plasma total cholesterol increase in rabbits<sup>1</sup>

Protein Fat	Soy Corn Oil	Soy Coconut Oil	Soy:Yeast Corn Oil	Soy:Yeast Coconut Oil	Fat Protein Interact.		
Δ Cholesterol (mg/100 ml)	21.1±8.3	36.0±6.7	48.2±25.0	90.7±12.0	3.2	8.78	1.24
					NS	S	NS

Values are mean ± SEM of six rabbits per group

1. Calculated from final and initial plasma total cholesterol levels.

NS: No significant

S: Significant (p≤0.05)

The data from the hepatic concentration of the total lipids, triglycerides and cholesterol shown in Table 5 indicate that there were no differences among the groups.

TABLE 5  
Liver total lipids, triglycerides and cholesterol in rabbits

Protein Fat	Soy Coconut Oil	Soy Corn Oil	Soy:Yeast Coconut Oil	Soy:Yeast Corn Oil
mg/g Liver				
Total lipids	26.1 ± 0.38 <sup>a</sup>	30.7 ± 9.5 <sup>a</sup>	30.5 ± 4.9 <sup>a</sup>	36.9 ± 7.1 <sup>a</sup>
Triglycerides	51.1 ± 0.3 <sup>a</sup>	3.7 ± 0.5 <sup>a</sup>	4.4 ± 0.9 <sup>a</sup>	4.8 ± 0.4 <sup>a</sup>
Cholesterol	2.4 ± 0.2 <sup>a</sup>	2.0 ± 0.2 <sup>a</sup>	2.0 ± 0.2 <sup>a</sup>	2.4 ± 0.2 <sup>a</sup>

Values are means ± SEM of six rabbits per group. Means with the same superscript letter in the row are not significantly different.

## DISCUSSION

Nowadays it is accepted that the type of dietary fat can affect cholesterol levels in animals and human beings. Thus, saturated fatty acids increase plasma cholesterol and the degree of atherosclerosis compared with polyunsaturated fatty acids. Coconut and corn oils are the sources of saturated and unsaturated fats, respectively, that are more frequently included in semipurified experimental diets. Coconut oil contains 92% saturated fatty acids and is the dietary source of lauric and myristic acids which are considered the main saturated fatty

acids with hypercholesterolemic activity (16). In contrast, corn oil, with 12.7% of saturated fat, 24.2% of monounsaturated fatty acids and 58.7% of polyunsaturated fatty acids, has been recommended as a substitute for saturated fat in the diet (17).

We previously reported that brewer's yeast and coconut oil diet for rabbits showed a tendency to increase plasma cholesterol (8). The present study was carried out to find out whether the observed effect was due to the intake of yeast protein or saturated fat in the diet or to an interaction of these two factors.

Regarding the protein source, we found that rabbits fed brewer's yeast diets showed the highest concentration of blood lipids, while the group with soy protein with corn oil intake showed the lowest concentration of the HDL-C. We have previously reported decrease of HDL-C concentration associated to soy protein intake (8) and it has also demonstrated by other researchers (18,19). Loo et al (20), reported a decrease of HDL-cholesterol in rabbits fed corn oil (23 mg/dL) in comparison with those fed coconut oil (42 mg/dL). Our results showed a similar pattern. Thus, the lowest value of the HDL-C/total cholesterol ratio together with the highest cholesterolemia were observed in the group with brewer's yeast and corn oil intake. Although the data were not significantly different, the tendency of blood lipid increase as a response to brewer's yeast intake was observed. Therefore, it might be possible that this yeast intake for long periods of time might significantly increase cholesterolemia.

This suggestion is supported by the analysis of the significant (p≤0.05) increase of the final plasma cholesterol concentration in relation to initial values of the groups with brewer's yeast intake. This hypercholesterolemic activity of the diet was associated with the brewer's yeast intake and it was independent from the type of fat.

The results are in agreement with several studies which report in rat (21), African green monkeys (22) and guinea pigs (23) that the hypercholesterolemic effect of the saturated fat occurred in the presence of dietary cholesterol. Kritchevsky, on the other hand, has reported that the hypercholesterolemic effect of saturated fat diminishes in the presence of soy protein (24). Our data suggest that when the diet contained only soy protein, cholesterolemia was not significantly different among the groups with either coconut or corn oil intake. The same pattern was observed in the brewer's yeast diets containing only 50% of soy protein; thus, it may be possible that even at this lower concentration level, soy protein modified the hypercholesterolemic action of the coconut oil.

Its very likely, therefore, that the present experimental conditions (intake of cholesterol-free, soy-protein based diets) may explain the absence of cholesterolemic reaction to the type of fat ingested.

In this study, a direct relationship between plasma and liver concentration of cholesterol accountable to the dietary protein or fat source was not observed. Beynen et al have proposed that the liver can absorb cholesterol up to a maximum level of 4.64 mg of cholesterol/g of liver (25). Above this level, the liver do not absorb additional cholesterol and it is accumulated in the plasma. In this study, concentrations of hepatic cholesterol varied from 2.0 to 2.4 mg of cholesterol/g of liver, far below the level proposed by Beynen. This would probably explain why the increase of cholesterolemia associated with yeast intake did not correspond with a proportional increase of hepatic cholesterol.

It has been suggested that a high value of the lysine/arginine ratio correlates positively with the hypercholesterolemic activity of the dietary protein (26). However, we demonstrated that the substitution of 50% of soybean isolated by brewer's yeast protein raised cholesterolemia levels in rabbits without a substantial increase of the

lysine/arginine ratio (8). On the other hand, Bergeron and Jackes (27) found a positive correlation between cholesterolemia in rats and tyrosine content of fish protein (3.8) and casein (5.8). In our study, the tyrosine content of soy protein (3.1) and brewer's yeast (3.8) do not seem to be the responsible factor of the cholesterolemia associated with brewer's yeast intake.

In summary, neither amino acids composition nor dietary fat-brewer's yeast interaction can explain hypercholesterolemia in rabbits fed brewer's yeast diets.

Recent data from our laboratory demonstrated that the brewer's yeast *Saccharomyces cerevisiae* has hypocholesterolemic activity when it is produced in process other than beer production (28). This observation suggests that the brewer's yeast acquires hypercholesterolemic activity during the beer fermentation process. Due to the fact that in these studies we have used non-processed yeast, it may be possible that the hypercholesterolemic factor occurs from an extra-cellular source. To find out this possibility, further research is required.

#### ACKNOWLEDGMENTS

This study was supported by a grant from Decanato de Investigaciones y Desarrollo, Universidad Simón Bolívar. We wish to thank Mr. Nelson Guédez for the animal care, Professor Carlos Torrealba (Departamento de Idiomas, Universidad Simón Bolívar) for his help during the preparation of the manuscript and Dr. Leopoldo Rodríguez (Industria Polar) who kindly supplied the brewer's yeast.

#### REFERENCES

- Bressani R. The use of yeast in human foods. In: Single-Cell Protein, RI Mateles & SR Tannenbaum (Eds.). Cambridge, Mass, The MIT Press, pp 90-121. 1968.
- Pepler HJ. In the yeast. AH Rose & Harrison JC (Eds). Academic Press Inc, London Ltd 3:241. 1970.
- Antoniewski J. & Robichon-Szulmajter H. Biosynthesis of methionine and its control in wild type and regulatory mutants of *Saccharomyces cerevisiae*. *Biochim* 55:529-539. 1973.
- Albornoz JJ, Sánchez Crispín JA. & Moreno M. Producción de biomasa enriquecida en metionina intracelular por un mutante de *Saccharomyces cerevisiae*. *Acta Científica Venezolana* 44:307-311. 1993.
- Dirr K. & Soden OV. The adequacy of yeast for human nutrition. II The biological utilization of dry yeast grown on wood carbohydrate. *Biochim Z* 312:233-251. 1942.
- Arriola MC, de Zepeda M. & Roiz C. A protein concentrate from distillery yeast, and its application to supplement corn tortillas. *Arch. Latinoamer. Nutr.* 39:565-575. 1989.
- Terpstra A., Hermus RJ. & West C. The role of dietary protein in cholesterol metabolism. *Wld Rev Nutr Diet* 42:1-55. 1983.
- De Abreu JH. & Millán N. Effect of addition of brewer's yeast to soy protein and casein on plasma cholesterol levels of rabbits. *Arch. Latinoamer. Nutr.* 44:18-22, 1994.
- Offenbacher EC., Rinko CJ. & Pi-Sunyer FX. The effects of inorganic chromium and brewer's yeast on glucose tolerance, plasma lipids and plasma chromium in elderly subjects. *Am. J. Clin. Nutr.* 42:454-461. 1985.
- Elwood JC., Nash DT & Streton DHP. Effect of high-chromium brewer's yeast on human serum lipids. *J. Am. Coll. Nutr.* 1:263-274. 1982.
- Turnbull WH, Leeds AR & Edwards GD. Mycoprotein reduces blood lipids in free-living subjects. *Am. J. Clin. Nutr.* 55: 415-419. 1992.
- Póo ME & Millán N. Efecto del lavado de la levadura recuperada de la cerveza sobre su valor nutritivo para pollos. *Acta Científica Venezolana* 38:130-132. 1987.
- West CE., Beynen AC, Sholz KE, Terpstra AHM, Schutte JB & Van Gils LGM. Treatment of dietary casein with formaldehyde reduces its hypercholesterolemic effect in rabbits. *J. Nutr.* 144: 17-25. 1984.
- Folch J., Lee M. & Sloane S. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.* 226:497-509. 1956.
- Snedecor GW & Cochran WG. *Statistical Methods*. The Iowa State University Press. Ames, Iowa, 593 pp. 1967.
- Elson CE. Tropical oils: Nutritional and scientific issues. *Crit Rev Food Sc Nutr* 31:79-102. 1992.
- Dupont J., White P., Carpenter M., Schaefer EJ., Meydan S., Elson CE, Woods M. & Gorbach SL. Food uses and health effects of corn oil. *J. Am. Coll. Nutr.* 9:438-470. 1990.
- Sánchez A., Rubano DA, Shanlik GW, Fagenstrom P., Register VD & Hubbard RW. Separate effects of dietary protein and fat on serum cholesterol levels: another view of amino acid content of proteins. *Arch. Latinoamer. Nutr.* 38:239-250. 1988.
- Huff MW. & Carroll KK. Effects of dietary protein on turnover, oxidation and absorption of cholesterol and on steroid excretion in rabbits. *J. Lipid. Res.* 21: 546-558. 1982.
- Loo G., Berlin E., Peters RC., Kliman PJ & Wong HYC. Effect of dietary corn, coconut and menhaden oils on lipoprotein, liver and heart membrane composition in the hypercholesterolemic rabbit. *J. Nutr. Biochem.* 2:594-603. 1991.
- Beynen AC. Serum and liver cholesterol in rats fed cholesterol-free or high-cholesterol diets differing in type and amount of fat. *Nutr. Rep. Int.* 35:1327-1332. 1987.
- Scorci-Thomas M., Wilson MD., Johnson FL, Williams DL & Rudel LL. Studies on the expression of genes encoding apolipoproteins B100 and B48 and the low density lipoprotein receptor in nonhuman primates. *J. Biol. Chem.* 264:9039-9045. 1989.
- Lin ECK., Fernández ML & Mc Namara DJ. Dietary fat type and cholesterol quantity interact to affect cholesterol metabolism in guinea pigs. *J. Nutr.* 122:2019-2029. 1992.
- Kritchevsky D., Tepper SA, Davidson LM, Fisher EA & Klurfeld DM. Experimental atherosclerosis in rabbits fed cholesterol-free diets. Interaction of protein and fat. *Atherosclerosis* 75:123-127. 1989.
- Beynen AC, den Engelsman G., Shol KE & West CE. Casein-induced hypercholesterolemia in rabbits: Distribution of cholesterol, triglycerides and phospholipids between serum and liver. *Ann Nutr. Metab.* 27:117-124. 1983.
- Kritchevsky D., Tepper SA, Czarnecki SK & Klurfeld DM. Atherogenicity of animal and vegetable protein. Influence of the lysine to arginine ratio. *Atherosclerosis* 41:429-431. 1982.
- Bergeron N & Jacques H. Influence of fish protein as compared to casein and soy protein on serum and liver lipids, and serum lipoprotein cholesterol levels in the rabbit. *Atherosclerosis* 78:113-121. 1989.
- Millan N. & De Abreu J. Differential effects of two strains of *Saccharomyces cerevisiae* yeast on plasma and liver cholesterol in rabbits. *Med. Sci. Res.* 23:413-414. 1995.

Recibido: 17-01-1995

Aceptado: 17-07-1995

## Composición en ácidos grasos y aporte de colesterol de conservas de jurel, sardina, salmón y atún al natural\*

Nalda Romero P.<sup>1</sup>, Paz Robert C.<sup>1</sup>, Lilia Masson S.<sup>2</sup>, Cecilia Luck U.<sup>3</sup> y Loreto Buschmann A.<sup>3</sup>

Departamento de Ciencia de los Alimentos y Tecnología Química. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. Universidad de Chile

**RESUMEN.** Para obtener más información acerca de la composición de la materia grasa presente en conservas de pescado de consumo habitual en Chile, se analizaron cuatro tipos de conservas al natural, Jurel, Salmón, Sardina y Atún. Se determinaron sus perfiles en ácidos grasos y el contenido de colesterol por cromatografía gas-líquido.

Se encontró que la materia grasa contenida en las conservas era preferentemente poliinsaturada con predominio de ácidos grasos de la familia omega-3, entre los que se destacaron el ácido eicosapentaenoico (EPA) y ácido docosahexaenoico (DHA) con un rango entre 5 %- 11 % y 12 %- 22 % respectivamente. De la familia omega-6 se destacó el ácido araquidónico (AA) con un rango entre 2 %- 4 %.

El contenido de colesterol en las conservas de pescado fue similar al presentado por otras carnes de origen animal con valores que fluctuaron entre 41 mg y 86 mg de colesterol por 100 gramos de parte comestible. La conserva de Atún fue la que presentó el menor aporte de este nutriente. Los aportes de EPA, DHA y ácidos grasos de la familia omega-3 presentaron rangos entre 95-604; 390-1163 y 609-2725 mg por 100 gramos de parte comestible respectivamente.

Debido a estos resultados es importante enfatizar el consumo de este tipo de conservas de pescado al natural, ya que representan principalmente una buena fuente dietaria de ácidos grasos poliinsaturados de la familia omega-3.

Las recomendaciones internacionales indican aumentar el consumo de pescado, debido a los efectos beneficiosos descritos en relación a enfermedades cardiovasculares, las cuales son la principal causa de muerte en Chile, país con una amplia variedad de alimentos de origen marino, pero con una respuesta contradictoria sobre el consumo, el cual no ha sido incorporado en la dieta habitual.

### INTRODUCCION

El conocimiento del aporte nutricional y valor calórico de las especies marinas, ha sido motivo de extensos estudios en varios países, la monografía «Proximate Composition of New Zealand Marine Finfish and Shellfish» (1), contiene los datos de 62 especies, señalando que tal información es fundamental cuando se inicia la exportación de productos pesqueros a otros países, ya que se trata de especies propias no conocidas y cuya información nutricional se requiere para ser incorporada en el etiquetado, como lo exigen algunas reglamentaciones extranjeras. Este es el caso de Chile, que está exportando diversas especies marinas, de las cuales se carece de este tipo de información.

**SUMMARY. Composition in fatty acid and contribution of cholesterol of jurel, sardine, salmon and tuna in natural fish canned.** To obtain more information about fatty acid profile and cholesterol content of fat extracted from canned fish in brine habitually consumed in Chile, four different species Jurel (*Trachurus murphyi*), Sardine (*Sardinops sagax*), Salmon (*Oncorhynchus kisutch*) and Tuna (*Thunnus alalunga*) were analyzed. The GLC of fatty acid methyl esters showed that the main group of fatty acids belongs to polyunsaturated, being omega-3 family the more important. The principal representants were eicosapentaenoic (EPA) and docosahexaenoic acids (DHA), with percentages between 5 %- 11 % and 12 %- 22 % respectively. Omega-6 family was represented mainly by arachidonic acid (AA) with percentages between 2% - 4 %.

Cholesterol content was similar to the values found in other animal origin meats. The figures were between 41 - 86 mg of cholesterol per 100 g of edible product, Tuna in brine, was the product with the lowest content of cholesterol. The calculated amount of EPA, DHA and total omega-3 fatty acids indicated values between 95 - 604, 390 - 1163 and 609 - 2775 mg respectively per 100 g of edible product.

Due these results is important to emphasize the consumption of this type of canned fish in brine, that they really represent a good dietary source of mainly polyunsaturated omega-3 fatty acids.

The international recommendations indicate to increase the consumption of fish, due the beneficial effects described in relation with cardiovascular disease, which is the mean cause of death in Chile, country with a wide variety of marine origin foods, but with a contradictory answer about its consumption which is not incorporated in the current diet.

Como es sabido, los aceites de origen marino tienen ciertos efectos beneficiosos en relación con los accidentes cardiovasculares principalmente los representantes de la familia Omega-3, ácido eicosapentaenoico (EPA) y ácido docosahexaenoico (DHA), lo que ha motivado un alto interés en conocer el contenido de éstos ácidos grasos, especialmente en los peces grasos. El aceite extraído de algunas de estas especies se utiliza actualmente como Suplemento Alimentario, para modificar el perfil lipídico del suero y balancear la actividad agregante de las plaquetas (2) (3) (4) (5). Simultáneamente, se ha incluido en las recomendaciones dietarias aumentar el consumo de pescado, de preferencia las especies grasas, ya que estudios de seguimiento han encontrado una buena correlación entre poblaciones consumidoras de pescado y menor incidencia de mortalidad por accidentes cardiovasculares (6).

Otro dato adicional de relevancia y relacionado también con los accidentes cardiovasculares y aterosclerosis, radica en conocer el aporte dietario de colesterol de los alimentos consumidos habitualmente, ya que las recomendaciones dietarias sugieren un máximo de 300 mg (7). Como el colesterol es un producto de síntesis animal, está presente en la carne y aceite de pescado y en este momento es otra

1 Académico Instructor.

2 Director-Profesor Titular.

3 Químico Farmacéutico.

\* Financiado por Proyecto DTI M-3346 Universidad de Chile.

información nutricional solicitada de carácter relevante.

Por los antecedentes ya señalados se consideró de interés realizar un estudio para conocer el perfil lipídico y el contenido de colesterol de conservas de Jurel, Sardina, Salmón y Atún al natural.

## MATERIAL Y METODOS

Se analizaron tres tipos de pescados grasos en conserva Jurel (*Trachurus murphyi*), Sardina (*Sardinops sagax*) y Salmón (*Oncorhynchus kisutch*) al natural de una misma industria, y un tipo de pescado magro en conserva, Atún (probablemente *Thunnus alalunga*) al natural. Para cada tipo de muestra se muestrearon meses distintos del año según Cuadro N° 1.

CUADRO 1  
Mes de elaboración de las conservas al natural

Muestreo	Jurel	Sardina	Salmón	Atún
I	Enero	Febrero	Marzo	Enero
II	Mayo	Marzo	Mayo	Abril
III	Junio	Abril	Junio	Junio
IV	Diciembre	Mayo	Julio	Agosto
V	—	Junio	Septiembre	—

Cada muestra de análisis quedó constituida por el homogeneizado de la parte comestible de cuatro tarros correspondientes a un mismo lote de fabricación, la cual fue analizada en todos los casos por duplicado. Para cada producto se determinó:

**Humedad:** Por desecación a 105° C hasta peso constante. (8)

**Materia Grasa:** Según el método Bligh y Dyer (9).

**Colesterol:** Por cromatografía Gas-Líquido. Previa preparación de la fracción insaponificable disuelta en N, N Dimetilformamida utilizando 5 alfa colestano como standard interno (8). Se empleó un cromatógrafo Carlo-Erba D.I.I. serie Vega 6000. Columna BP-1 de 12 m de largo 0,53 mm de diámetro interno. Detector de ionización de llama.

Temperaturas: Inyector 300° C, detector 300 °C, programa de temperatura del horno 180-260 °C a 5 °C/min.

**Composición en ácidos grasos de la materia grasa extraída:** Se realizó por cromatografía Gas-Líquido, previa preparación de ésteres metílicos, según Metcalfe (10). Se empleó un cromatógrafo Konic 2000-C con columna SP 2330 (10 % Chromosorb WaW 100/120 mesh) de 30 m de largo 0,32 mm de diámetro interno. Detector de ionización de llama. Temperaturas: inyector 240 °C, detector 240 °C, horno 160-225 °C a 5 °C/min.

## RESULTADOS Y DISCUSION

**Humedad y Materia Grasa:** La Tabla 1 muestra el contenido de humedad y materia grasa de las conservas de Jurel, Sardina, Salmón y Atún al natural.

De los cuatro productos analizados, tanto el Jurel como la Sardina y el Salmón correspondieron al grupo de peces grasos puesto que el contenido grado superó al 3% (11), el salmón presentó el mayor contenido con un valor promedio de un 9 %. El Atún correspondió al grupo de peces magros puesto que presentó un contenido graso promedio de un 1,9 %.

Se observaron variaciones entre los resultados obtenidos para cada mes analizado, debido en gran parte a las variaciones estacionales que este contenido presenta, especialmente en los pescados del tipo graso. Algunos estudios han demostrado que para el caso de Jurel fresco existe una tendencia a aumentar el contenido lipídico desde los meses más cálidos a los meses más fríos, sin embargo, esta tendencia no es apreciada en el presente estudio (12)(17). En cambio en la Sardina al natural se observó claramente que la cantidad de materia grasa disminuyó de febrero a junio.

En las conservas de Atún sólo el mes de junio presentó el mayor porcentaje de materia grasa con un 3,8 %, no encontrándose variación en los otros meses estudiados.

TABLA 1  
Contenido de humedad (Hum) y materia grasa de conservas al natural

N°	Jurel		Sardina		Salmón		Atún	
	Hum	M.Grasa	Hum.	M.Grasa	Hum	M.Grasa	Hum.	M.Grasa
I	69.0	3.8	65.9	6.6	66.5	10.3	72.1	1.4
II	68.0	4.3	67.2	6.2	67.5	7.6	70.7	1.2
III	68.5	5.2	67.4	5.4	69.4	8.0	68.8	3.8
IV	66.6	6.8	66.9	5.2	65.4	11.8	71.6	1.1
V	—	—	69.7	3.2	68.8	8.0	—	—
X	68.0	5.0	67.4	5.3	67.5	9.1	70.8	1.9
D.E.	0.9	1.1	1.2	1.2	1.5	1.6	1.3	1.1

**Composición en ácidos grasos del extracto líquido:** En la Tabla 2, se observa la distribución promedio de cada ácido graso dentro de la materia grasa total, expresada en porcentaje de ésteres metílicos. En las conservas de Jurel, Sardina, Salmón y Atún al natural, se destacaron el ácido palmítico, entre los ácidos grasos saturados y los ácidos eicosapentaenoico (EPA), ácido araquidónico (AA) y ácido docosahexaenoico (DHA) entre los ácidos grasos poliinsaturados.

Estas cuatro especies presentaron una materia grasa con predominio de ácidos grasos poliinsaturados, cuyos porcentajes fluctuaron entre 35 % y 47 %, con índice de poliinsaturación de alrededor de 1,2.

Al comparar los valores de los principales ácidos grasos de conserva de Jurel con la literatura para esta misma especie fresca (13), se observó que para el ácido palmítico, oleico y araquidónico, fueron similares, en tanto que los valores para los ácidos eicosapentaenoico (EPA) y ácido docosahexaenoico (DHA), fueron algo menores, debido probablemente a que trabajos anteriores estaban basados en el uso de columna empacada.

En relación a Sardina en conserva al natural, los porcentajes encontrados para EPA y DHA fueron similares a los señalados por la literatura, con valores de 11 % y 22 % respectivamente (14).

Los porcentajes de ácidos grasos saturados y poliinsaturados para salmón en conserva fueron menores a los encontrados en la literatura, mientras que los porcentajes para ácidos grasos monoinsaturados fueron mayores (15).

El Atún en conserva al natural presentó una distribución de ácidos grasos similar a la encontrada en la literatura (16).

Los cuatro tipos de conservas analizados son excelente fuente de ácidos grasos omega-3 principalmente EPA y DHA. Esta situación se inserta dentro de las actuales recomendaciones dietarias que estimulan el consumo de pescado para poblaciones sobre todo como la muestra que muestran un bajo consumo de productos del mar a pesar de contar con una amplia y permanente oferta de este tipo de productos.

TABLA 2

Composición porcentual promedio de los ésteres metílicos de los ácidos grasos de los aceites extraídos de conservas de Jurel, Sardina, Salmón y Atún al natural (porcentaje de ésteres metílicos)

Acidos Grasos	Jurel X±DS	Sardina X±DS	Salmón X±DS	Atún X±DS
14:0	5.1±1.3	6.8±0.1	3.8±0.4	2.5±1.2
15:0	0.6±0.1	0.8±0.1	0.4±0.1	0.5±0.2
16:0	21.5±1.3	23.1±0.3	19.5±1.2	23.1±1.5
17:0	1.0±0.2	0.8±0.1	0.9±0.1	0.9±0.3
18:0	6.3±0.6	4.5±0.3	6.0±0.6	9.4±1.4
20:0	0.2±0.0	0.2±0.3	0.3±0.1	0.1±0.1
Total Saturados	34.8±3.1	36.2±0.3	30.9±1.7	36.5±1.9
14:1	0.1±0.0	0.2±0.0	0.1±0.0	—
16:1 w-7	0.4±0.1	0.4±0.1	0.2±0.1	—
16:1 w-9	5.6±1.0	5.2±0.7	6.2±0.3	3.2±1.0
18:1 w-9	18.0±0.8	10.4±0.4	26.5±1.7	18.5±1.4
20:1 w-9	0.8±0.1	1.1±0.3	1.0±0.2	0.3±0.2
Total Mono insaturados	24.9±1.4	17.1±1.2	34.1±1.8	22.0±2.5
16:2 w-6	1.1±0.2	1.1±0.1	0.5±0.1	1.4±0.3
18:2 w-6	0.5±0.2	0.6±0.1	0.4±0.1	0.2±0.0
18:2 w-3	1.2±0.3	1.2±0.1	3.0±0.5	1.4±0.6
18:3 w-6	—	—	0.5±0.1	—
18:3 w-3	0.5±0.2	0.5±0.1	0.2±0.1	0.4±0.1
18:4 w-3	2.9±1.2	2.1±0.1	3.1±0.1	1.1±0.6
20:2 w-6	0.2±0.0	0.2±0.0	0.3±0.1	0.3±0.0
20:3 w-6	0.1±0.0	0.4±0.0	0.2±0.1	0.2±0.1
20:4 w-6	4.0±0.9	3.1±0.2	2.6±0.3	4.1±0.3
20:4 w-3	0.5±0.0	0.6±0.0	0.7±0.1	0.2±0.1
20:5 w-3	8.4±0.8	11.2±1.1	5.7±0.8	5.2±1.1
22:4 w-3	1.3±0.1	1.5±0.1	1.0±0.1	2.2±0.6
22:5 w-6	0.4±0.0	0.6±0.1	0.4±0.3	1.7±0.4
22:5 w-3	3.0±0.6	2.2±0.4	3.9±0.5	0.9±0.2
22:6 w-3	16.3±4.9	21.4±1.6	12.7±0.6	21.8±2.4
Total Poli insaturados	40.5±4.4	46.7±1.0	35.1±2.8	41.3±3.0

**Colesterol, EPA, DHA, Omega-3:** En la Tabla 3 se encuentran los resultados obtenidos para el contenido de Colesterol, EPA, DHA y Omega-3 expresados en mg por 100 gramos de parte comestible.

Al comparar los valores de colesterol obtenidos para Jurel, Sardina y Salmón al natural con los aportados por otras carnes, como vacuno, cerdo y cordero, resultaron ser del mismo orden (16).

Se observó que el contenido de colesterol de conservas de Sardina y Atún al natural fue similar al encontrado en el producto fresco (14)(16). La conserva de Atún al natural presentó el menor aporte de colesterol con un valor promedio de 41 mg por 100 gramos de producto fresco.

Según este estudio las conservas de pescado analizadas tienen características similares al pescado fresco presentando las ventajas de su menor peresibilidad y su permanente disposición durante todo el año.

Las diferencias en el contenido graso explican las altas desviaciones estándar de la Tabla N°3.

TABLA 3

Contenido de EPA, DHA, Omega-3 y colesterol de conservas de pescado al natural (mg/100 g de parte comestible)

	Jurel X±DS	Sardina X±DS	Salmón X±DS	Atún X±DS
Colesterol	87±12	53±11	60±10	41±4
EPA	429±154	604±191	531±159	95±58
DHA	767±113	1122±216	1163±262	390±215
Omega-3	1672±211	2097±503	2725±680	609±375

## REFERENCIAS

- Vlieg P. Proximate Composition of New Zealand Marine Finfish and Shellfish. Biotechnology Division Dpt. Scientific and Industrial Research New Zealand, 1988.
- Dyerberg J., Bang H.O., Stoffersen E., Moncada S., Vane J.R. Eicosapentaenoic acid and prevention of thrombosis and atherosclerosis. *Lancet* 2:117. 1978.
- Phillipson B.E., Rothrock D.W., Connor W.E., Harris W.S., Illingworth D.R. Reduction of plasma lipids, lipoproteins and apoproteins by dietary fish oils in patients with hypertriglyceridemia. *N. Engl. J. Med.* 312:1210. 1985.
- Harris W.S., Connor W.E. and Mc Murry M.P. The comparative reductions of the plasma lipids and lipoproteins by dietary polyunsaturated fats: salmon oil versus vegetable oils. *Metabolism.* 32:179. 1983
- Von Schacky C., Fisher S., Weber P.C. Long term effects of dietary marine 2-3 fatty acids upon plasma and cellular lipids, platelet function and eicosanoid formation in humans. *J. Clin. Invest.* 76:1626. 1985
- Kromhout D., Bosschieler E.B. and Coulander C.L. The inverse relation between fish oil consumption and 20-year mortality from coronary heart disease. *N. Engl. J. Med.* 312:1205. 1985.
- Labuza T.P., Sloam A.E. *Contemporary Nutrition Controversies.* New York, Ed. West Publishing Company. p.426. 1979
- Official Methods of Analysis of the AOAC. 14th Ed. Washington, DC. The Association. p. 330-335-336. 1984.
- Bligh E.G. and Dyer W.J.A. Rapid Methods of Total Lipids Extraction and Purification. *Can. J. Biochem. Physiol.* 37:911-917, 1959.
- Metcalfe L., Schmitz A., Pelka J. Rapid Preparation of Fatty Acid Esters from Lipids G.L.C. *Anal. Chem.* 38:514-515. 1966.
- Bertullo V. Tecnología de los Productos y Subproductos de pescados, moluscos y crustáceos. Buenos Aires, Ed. Hemisferio Sur. 1975.
- Gruger et al. Fatty acid composition of oils from 21 species of marine fish, freshwater fish and shellfish. *J. Am. Oils Chem. Soc.* 41:662-667. 1964.
- Masson L, Mella M. Materias grasas de consumo habitual y potencial en Chile. Santiago, Ed. Universitaria. p. 28. 1985.
- Flandez J., Cagalj A. *Composición en ácidos grasos, contenido de colesterol y aporte de sodio y potasio de pescados y mariscos consumidos en Chile.* 1987.
- Simapoulos A., Kifer R., Martin R. Health effects of poliunsaturated fatty acids in sea-foods. Academic Press. Florida, p.435. 1986.
- Agriculture Handbook, Human Nutrition Information Service. United States Department of Agriculture. p.8-15, 2-3, 99-106.
- Suzuki T., Fish and Krill Protein Processing Technology. Applied Science Publishers. London, 1981.

Recibido: 02-08-1995

Aceptado: 06-02-1996

# Notas

## Report of the ILSI Human Nutrition Institute's Fortification Working Group

Twenty-four members of the working group, representing industry, government and academia from 17 countries, met at the ILSI office in Washington on December 4-5, 1995 to identify scientific barriers to the adoption of nutritionally appropriate food fortification. The group concluded that food fortification is a technically feasible, cost-effective strategy for preventing micronutrient malnutrition and should be included along with other strategies in national micronutrient plans.

The group also acknowledged a number of barriers to the implementation of food fortification, including lack of communication among industry, government and consumers as to the need for and potential of food fortification. Limited manpower resources were also identified as a barrier to the implementation of effective food fortification programs. There also is a need to have appropriate legislation, regulation and guidelines, as well as quality assurance systems, in place.

Technical problems related to the choice of vehicle and fortificant often must be resolved before a fortification effort can be implemented. Nonetheless, the group strongly endorsed the opportunity that fortification based on current technical knowledge provides for controlling and preventing micronutrient malnutrition.

The working group focused attention on three specific areas where scientific issues need to be addressed.

- Providing scientific substantiation for the effectiveness of food fortification
- Resolving outstanding technical issues related to the choice of fortificant and vehicle.
- Encouraging the inclusion of sound market research into the planning and evaluation of food fortification programs.

Finally, the working group identified a number of activities they encouraged ILSI to work on through the working group and, in some cases, with other partners. These include:

- Documenting successful food fortification programs and sharing this information widely, thus facilitating communication among all parties interested in food fortification.
- Helping to transfer food fortification technology through formal education settings as well as distant education. For example, ILSI might develop and maintain a Worldwide Web page for the exchange of fortification information.
- Encouraging research to identify new fortificants and vehicles that have the potential for reaching the rural poor in developing countries. Specifically, evaluation of premixes that could be added to home-prepared weaning foods was identified as a very promising area.
- Standardizing methodologies for evaluating food fortification programs, including measures of cost-effectiveness.
- Supporting a food fortification project in Africa that would demonstrate an appropriate fortification technology and process

for implementation, including an evaluation component.

- Through ILSI branches worldwide, encourage adoption of national dietary guidelines that acknowledge the positive contribution of fortified foods to the overall diet.

The ILSI Human Nutrition Institute working through the Fortification Working Group will initiate activities in these specific areas.

## Desayuno y Desempeño

**RESUMEN.** Lo siguiente es el consenso del grupo de expertos que participaron en el Simposio «Desayuno y Desempeño» efectuado el 28 de Agosto de 1995 en Napa, California, con el patrocinio de la Universidad de California, Davis y Kellogg's Co. Durante tres días, investigadores en áreas de nutrición, psicología y neurociencia, junto con funcionarios del Banco Mundial y organizaciones oficiales de los Estados Unidos, se reunieron para discutir los siguientes temas:

- \* El efecto del desayuno sobre el desempeño cognoscitivo y en el comportamiento en grupos de distintas edades.
- \* La contribución de Programas de Desayuno Escolares al aprendizaje en la escuela.

El desayuno es la primera comida ingerida después de un ayuno de toda la noche. El «Romper el ayuno» ha sido promovido como una manera saludable de empezar el día. En el simposio «Desayuno y Desempeño» se hizo una revisión acerca de los conocimientos actuales en cuanto a la contribución de la primera comida del día a la salud y al desempeño.

## La importancia del desayuno en el ámbito escolar

El omitir el desayuno tiene un impacto importante en los niños. A media mañana o al final de esta, los niños que omiten el desayuno son menos eficientes en la selección de información crítica necesaria para la solución de problemas, comparados con niños que si desayunan. La habilidad para recordar y utilizar información recientemente adquirida, la facilidad verbal y la creatividad, son particularmente afectadas cuando se omite el desayuno. Estas alteraciones en la función cognoscitiva son parte del estrés metabólico que los niños experimentan después de un ayuno de toda la noche y la mañana. Estas observaciones son válidas tanto para niños bien nutridos como para aquellos que presentan algún grado de malnutrición.

Aunque no todos los resultados de los estudios científicos pueden ser aplicados a situaciones de la vida real, se reconoció que el omitir el desayuno afecta a procesos cognoscitivos tanto simples como complejos que son críticos para el aprendizaje en la escuela. De acuerdo con estas observaciones, las evaluaciones sugieren que el participar en programas oficiales de desayuno en los Estados Unidos y en otros países desarrollados y en desarrollo, tienen un impacto positivo sobre el rendimiento escolar. Estos beneficios son especialmente significativos en niños con antecedentes de problemas nutricionales. Los programas alimentarios en las escuelas pueden contribuir de manera importante a la ingesta de nutrientes, al estatus nutricional y al desempeño escolar. Se ha demostrado que estos

programas también mejoran la asistencia escolar, un problema preocupante en muchas escuelas.

El proceso de aprendizaje en los niños tiene un impacto sobre su vida adulta y por lo tanto sobre la sociedad en la que viven. Esta es una de las numerosas razones para erradicar la malnutrición que aun en el caso de ser leve, causa un atraso en el desarrollo cognoscitivo y un mayor descuido educacional. El impacto de la nutrición sobre el desempeño cognoscitivo en niños es reconocido por especialistas en el área del desarrollo del niño, nutriólogos y dietistas.

#### **La importancia del desayuno para la nutrición y la salud**

Tanto en países desarrollados como en desarrollo de todo el mundo, las políticas de salud pública se preocupan no sólo por ingestas inadecuadas de nutrientes, sino también por el aumento en la incidencia de obesidad. Un desayuno que incluya alimentos a base de granos, como cereal, pan, frutas y leche contribuye a una alimentación saludable de acuerdo con las recomendaciones nutricionales actuales. Los patrones alimentarios que promueven una mejor salud por medio de un peso corporal ideal, una ingesta reducida de grasa y mayor consumo de vitaminas y minerales incluyen un desayuno saludable.

#### **La importancia del desayuno para los niños**

En grupos de población en donde la energía y los nutrientes son escasos, se ha demostrado que el proveer un desayuno nutritivo en escuelas de manera regular, mejora la calidad de la dieta. Programas de desayunos escolares bien administrados, que provean cantidades adecuadas de energía, hierro, calcio, ácido fólico, tiamina y vitamina A, son una inversión importante en capital humano tanto en países desarrollados como en desarrollo.

La obesidad en los niños es un problema de salud pública que está en aumento en muchas partes del mundo. Los niños que omiten el desayuno tienen casi el doble de probabilidad de tener sobrepeso, que los niños que si desayunan. Por lo tanto, el desayunar es un hábito saludable con efectos benéficos sobre aspectos de la salud física y sobre el desempeño cognoscitivo de los niños.

#### **La importancia del desayuno para los adultos**

Los beneficios del desayuno sobre el desempeño mental que se han observado en niños escolares, también han sido demostrados en adultos jóvenes y ancianos. El desempeño mental es importante tanto para los adultos que trabajan, como para los jubilados. La gente que trabaja procura aumentar su productividad y al mismo tiempo mantener su bienestar físico y mental. El papel que juega una dieta equilibrada en la prevención de enfermedades crónicas, es más evidente conforme pasan los años.

Evidencias científicas sugieren que el desayuno puede tener efectos importantes sobre el desempeño cognoscitivo durante toda la vida. En investigaciones sobre los mecanismos de los efectos del desayuno en el desempeño cognoscitivo, se ha observado que en adultos de 18 a 80 años de edad, el proveer de una fuente de carbohidratos provoca una mejora al relatar una historia corta, así como una mejora en otros aspectos de la función cognoscitiva. Estos estudios sugieren que el desayuno es importante para la optimización de las funciones cerebrales.

#### **Implicaciones para las políticas de salud pública**

Las funciones cognoscitivas están tomando cada vez importancia en las políticas de salud pública. Los funcionarios que establecen estas políticas, están encargados de implementar programas que incrementen la calidad de vida de poblaciones de todo el mundo. El

incremento de costos en salud, el deficiente desarrollo en recursos humanos y la necesidad de una estabilidad económica, conducen al desarrollo de políticas y programas que promuevan la salud pública y fortalezcan las políticas de la agricultura relacionadas. Dentro de este contexto, es necesario reconocer y actuar sobre la importancia del desayuno y las consecuencias de omitirlo. Iniciativas como guías alimentarias para la población y programas de alimentación escolar, deben incluir información sobre el desayuno en un esfuerzo por mejorar la calidad de vida de las poblaciones de todo el mundo.

El valor de los programas de alimentación escolar en los países en vías de desarrollo es frecuentemente limitado, debido a una serie de problemas para implementarlos. Basados en experiencias pasadas se deben de tomar en consideración este tipo de problemas durante la realización de planes y presupuestos para estos programas.

#### **Necesidades para futuras investigaciones**

Se requiere de mayor investigación sobre los beneficios que tiene el desayuno tanto a corto como a largo plazo.

Es necesario entender mejor los efectos cognoscitivos observados en lapsos que van desde horas hasta varios días y su relación con la composición óptima y la hora del desayuno. Se requiere de estudios para identificar los efectos del sexo, raza y edad, utilizando pruebas y ambientes que reflejen las necesidades escolares del trabajo y de la sociedad. Este tipo de investigaciones deberían incluir factores como marcadores bioquímicos y del estado nutricional, que pudieran cuantificar los efectos del desayuno. Se consideró también que hacen falta estudios de intervención sobre la importancia del desayuno para la salud y para el éxito de poblaciones adultas.

Así mismo, se necesita realizar estudios longitudinales para investigar los efectos del desayuno sobre el desempeño escolar y el estado nutricional tanto en países desarrollados como en desarrollo. Este tipo de investigaciones deberán incluir evaluaciones sobre cómo funcionan los programas de alimentación escolar bajo condiciones bien controladas y también bajo las restricciones operacionales de grandes programas gubernamentales.

Como un esfuerzo para orientar las investigaciones hacia las necesidades existentes, el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) anunció recientemente su colaboración con el Departamento de Educación para realizar un estudio colaborativo de 9 años para evaluar los efectos a largo plazo de la participación en el programa de desayunos escolares, sobre el desempeño académico. También se está haciendo evaluaciones de programas más pequeños en Perú y Jamaica, enfocadas en particular a determinar el grado en el cual la edad y el estado nutricional modifican el efecto del ayuno sobre las funciones cognoscitivas.

#### **Conclusión**

El desayuno es una manera fácil de mejorar la salud y el estado nutricional, especialmente entre niños, y debe incluirse dentro de las políticas de salud pública. Dentro de este contexto, los programas alimentarios representan una intervención de salud pública que puede tener un impacto positivo sobre el bienestar de los niños y mejorar la eficiencia del sistema educacional tanto en países desarrollados como en desarrollo.

#### **Participantes**

Pollitt Ernesto, PhD. Universidad de California E.E.U.U.

Wyon David, Ph. D. Instituto para la Salud Profesional, Dinamarca.

Theresa Nicklas, Dr. PH. LDN. Centro Médico de la Universidad

Tulane, E.E.U.U.

Popkin Barry, PhD. Universidad de Carolina del Norte, E.E.U.U.

Benton David, PhD. Universidad de Wales, Reino Unido.

Smith Andrew. B.Sc.PhD. FBPsS. Universidad de Bristol, Reino Unido.

Grantham-McGregor Sally. PhD. Universidad de las Indias Occidentales, Jamaica.

Berg Alan. Banco Mundial, Washington DC, E.E.U.U.

Fletcher Reg, Kellogg Co., Reino Unido

Korol Donna, PhD. Universidad de Virginia, E.E.U.U.

Kennedy Eileen, D.Sc.,RD. Departamento de Agricultura de Estados Unidos. Centro para la Promoción y Política de Nutrición, Washington, DC.

Simeon Donald, PhD, Universidad de las Indias Occidentales, Jamaica.

Jacoby Enrique, PhD. Instituto de Investigación Nutricional, Lima-Perú.

### First World Congress on Calcium and Vitamin D in Human Life

The Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), the World Health Organization (WHO) and the Italian National Federation for Osteoporosis Centers (FNCO), in collaboration with the National Research Council (CNR) and the National Institute of Nutrition (INN), are organizing a World Congress on Calcium and Vitamin D to take place in Rome, Italy 8-12 October, 1996.

The Congress will bring together international experts to discuss how to achieve the objectives of improving calcium intake among all population groups, promoting proper growth during childhood and adolescence and reducing diseases such as osteoporosis, cancer and hypertension.

Discussion will include: calcium and vitamin D bio-availability and absorption; calcium intake in developed and developing countries; measurements of bone mass and turnover; osteoporosis; hypertension; colo-rectal cancer; and the role of industry and agriculture. Emphasis will be given to better dietary sources of calcium and vitamin D and the role of public communication and education in improving intake of these important nutrients, including reaching high-risk groups.

Further information can be obtained from the Scientific Secretariat located at FAO: Viale delle Terme di Caracalla, 00100 Rome, Italy. Tel: + 39.6.52253330 Fax: + 39.6.52254593 E-Mail: John.Lupien@fao.org or from Maxitraweland, the appointed Congress Organizers at Via Zoe Fontana 220, 00131 Rome, Italy. Tel: +39.6.4131415 Fax: +39.6.4191868.

INTERNET: WEB <http://www.medicalnet.stm.it/calciumforlife/>  
E-Mail: [Fnco.Calciumforlife@agora.stm.it](mailto:Fnco.Calciumforlife@agora.stm.it)

### Simposio-Taller «Nutrición y Envejecimiento»

En la ciudad de Valencia, Venezuela el 5 y el 7 de Diciembre se realizará el Simposio-Taller «Nutrición y Envejecimiento». Los dos primeros días y se efectuará el Simposio, con una asistencia prevista de 250 personas y en el cual se actualizarán aspectos de gran importancia, tales como: Composición Corporal del Anciano; Cambios fisiológicos de la ancianidad, especialmente del tracto gastrointestinal; Senescencia del sistema inmune; Evaluación nutricional del anciano, Actualización sobre aspectos nutricionales del anciano y manejo nutricional del anciano sano; Interacción medicamentos-nutrientes en los ancianos; Diabetes en el adulto mayor; Manejo nutricional de la Osteoporosis; Nutrición y función mental; Requerimientos nutricionales del anciano; Micronutrientes y Envejecimiento; Relación dieta-enfermedades cardiovasculares; Calidad de vida y longevidad; Situación del anciano en Venezuela; Actividad física y envejecimiento; Promoción de la salud de los adultos mayores y la ancianidad en el año 2.000.

Entre los conferencistas extranjeros invitados se cuenta con la participación de Irwin Rosemberg, Director del USDA Nutrition Research on Aging, University of Tufts. USA, Dipmna Gallagher Especialista en Composición Corporal y Evaluación Nutricional de ancianos, miembro del Departamento de Nutrición del St Luke's - Roselvet Hospital USA; Manolo Mazariegos Médico Investigador del Center for Studies of Sensory Impairment, Aging and Metabolism y Delia Soto, Nutricionista del INTA, Especialista en Nutrición del Adulto Mayor, Universidad de Chile.

Entre los nacionales se mencionan:

Bengoa José María, Falque Luis, Jacir Alfonso, Lara Pantin Eleazar, Medina P. José Cirilo, Mujica Sevilla Guillermo, Quintero Marialcira, Riera Gregorio, Salas J. Aquiles, Solano R. Liseti y Torres S. José Esteban.

El día 7 se realizará el taller cerrado, en el cual los expertos, discutirán los criterios científicos para la elaboración de las Guías de Alimentación del Anciano Venezolano.

A fin de favorecer la máxima participación, se ha propuesto una tabla variable de costos, que se describe a continuación (bolívares):

	Hasta el 9 de Agosto	Hasta el 15 de Octubre	Hasta el 4 de Diciembre
Médicos	18.000,00	22.000,00	26.000,00
Nutricionistas y otros	14.000,00	17.000,00	20.000,00
Estudiantes de Pre-Grado	8.000,00	10.000,00	12.000,00

Inscripciones y envío de trabajos libres para presentación en carteles, favor comunicarse con:

TOP CLASS, C.A. Calle Occidente, Quinta Tencha, Prados del Este, Caracas. Teléfonos: (02)978.3711 / 014-204784. Sra. Andreína Chávez

### III Congreso Regional de Información en Ciencias de la Salud Río de Janeiro, 16-18 Octubre, 1996

El III Congreso Regional de Información en Ciencias de la Salud, a realizarse del 16 al 18 de Octubre de 1996, en Río de Janeiro, sigue el modelo y los objetivos de los congresos anteriores, organizados respectivamente en 1992 y 1994, por el Centro Latinoamericano y del Caribe de Información en Ciencias de la Salud BIREME, un centro de la Organización Panamericana de la Salud, ubicado en São Paulo, Brasil y responsable por la diseminación de información en Ciencias de la Salud de América Latina y el Caribe y por el acceso a las fuentes de información en salud en la región.

El Congreso tiene como principal objetivo actualizar a los profesionales de la información y especialistas en salud a través de la presentación de los últimos desarrollos en tecnología de la información y su aplicabilidad y cómo los mismos pueden contribuir al perfeccionamiento de sus ambientes de trabajo en el área de las ciencias de la salud y mejorar sus desempeños y sus habilidades.

La interdisciplinariedad de los tópicos seleccionados para el III Congreso posibilitará un mejor diálogo entre especialistas en información y profesionales del área de la salud como también identificará sus expectativas en relación a la utilización de la información científica y datos en la biblioteca electrónica del futuro, sus relaciones y límites y la adaptación de usuarios e investigadores a los cambios en su ambiente respecto a los procesos de información.

Para el III Congreso BIREME/Organización Panamericana de la Salud invitó a FIOCRUZ/ Ministerio de la Salud para que juntas organizaran el evento, reuniendo grupos involucrados con información y su manejo.

#### • Tema Central

«Interrelación de la Tecnología de la Información: el nexo futuro»

#### • Programa

Conferencias: mesas redondas y paneles. Profesionales de renombre internacional, especialmente invitados, desarrollarán el tema y tópicos propuestos.

Habrà traducción simultànea (portugués, español, inglés) en las conferencias, paneles y mesas redondas.

#### • Local del Evento

Centro de Convenciones del Hotel Gloria, Río de Janeiro, Brasil.  
Rua do Russel, 632/Glória - Río de Janeiro.

#### • Interesados favor escribir a:

OPAS/BIREME  
A/C Inscripción CRICS III  
Rua Botucatu, 862  
04023-901 São Paulo, SP - Brasil

### 13th

### International Course on Food and Nutrition Programme Management

Wageningen/ the Netherlands  
October 20 - November 30, 1996

#### Aim and General Objectives

The course aims at enhancing participants' capacities to manage programmes and projects directed at improving the food and nutrition situation of population groups, with due consideration of the constraints within their own geographic and socio-economic situation.

Upon completion of the course the participants will have enhanced

knowledge and understanding of:

- management as a process, of directing activities for the benefit of the target group with optimal use of resources (manpower, material, money);
- current concepts and practices in managing food and nutrition improvement activities in the context of human resource development.
- relationships between agriculture, food, nutrition and health at various levels of society from intra-household to international level;

skill to:

- apply innovative programmatic approaches in solving community food and nutrition problems;
- communicate and co-operate with colleagues in multi-sectoral activities;
- use analytical techniques for decision-making during programmatic planning, implementation and evaluation;
- determine priorities and directions for change;
- apply specific management techniques related to personnel, organization, information and finance;

motivation to:

- promote multi-sectoral support to food and nutrition programme management;
- encourage real participation of the target group in a development activity.
- initiate new approaches dealing with human resource development.

#### Course Programme

The course programme contains a mixture of activities, including class work, group projects, individual presentations, workshops and excursions.

#### Course Methods

The course programme is specifically designed to provide an effective and varied learning experience in the short time available. Emphasis is on the participatory approach, enabling participants to put into practice newly acquired knowledge and skills in e.g. case studies or role plays, as well as to share and learn from each other's experience.

**Dates**

The course will be held from October 20 to November 30, 1996.  
October 21 : Registration of participants and Opening Session

November 29: Closing Session

**Application**

Application should be made to the Director of the International Agricultural Centre, P.O. Box 88, 6700 AB Wageningen, the Netherlands.

## Información para los autores

# Requisitos uniformes para preparar los manuscritos enviados a revistas biomédicas <sup>1</sup>

Comité Internacional de Directores de Revistas Médicas <sup>2</sup>

En enero de 1978, un pequeño grupo de directores de revistas médicas generales se reunieron en Vancouver, Canadá, para fijar pautas con respecto a la presentación de los manuscritos enviados a ellas. El grupo, que se ha ampliado y actualmente es conocido como el Comité Internacional de Directores de Revistas Médicas (o también como el Grupo de Vancouver), se ha venido reuniendo cada año desde entonces y sus inquietudes se han hecho más generales. El comité ha elaborado cuatro ediciones de los *Requisitos uniformes para preparar los manuscritos enviados a revistas biomédicas*; la presente edición, que es la cuarta, fue ligeramente enmendada en enero de 1993<sup>3</sup>.

### RESUMEN DE LOS REQUISITOS

El manuscrito se mecanografiará a doble espacio, incluidos la página del título (página inicial, portada), el resumen, el texto, los agradecimientos, las referencias, los cuadros y los pies o epígrafes de las ilustraciones.

Cada componente del manuscrito empezará en página aparte,

siguiendo esta secuencia: página del título; resumen y palabras clave; texto; agradecimientos; referencias; cuadros (cada uno, junto con el título y las notas al pie, en página aparte); y pies o epígrafes de las ilustraciones.

Las ilustraciones se presentarán en forma de impresiones fotográficas de buena calidad, en papel satinado, sin montar y generalmente de 127 x 173 mm, sin exceder de 203 x 254 mm.

Las copias del manuscrito y de las ilustraciones en el número requerido (véanse las instrucciones de la revista) se remitirán en un sobre de papel resistente. El manuscrito irá acompañado de una carta explicatoria, según se describe más adelante en "Presentación del manuscrito a la revista", y de los permisos necesarios para reproducir material ya publicado o para usar ilustraciones en las que se pueda identificar a alguna persona.

Síganse las instrucciones de la revista con respecto a la cesión de los derechos de autor. Los autores conservarán copia de todo lo enviado.

### PUBLICACION PREVIA Y DUPLICADA

La mayoría de los directores de revista no desean considerar para publicación un manuscrito acerca de un trabajo que ya se ha dado a conocer en un artículo publicado o que se ha descrito en un artículo propuesto o aceptado para publicación en otra parte, ya sea un medio impreso o electrónico. Por lo general, esta norma no impide considerar un artículo rechazado por otra revista o una comunicación completa que sigue a la publicación, por lo común bajo la forma de un resumen, de un informe preliminar. Tampoco impide considerar un artículo presentado en una reunión científica si éste no aparece íntegramente en las actas de la reunión o una publicación semejante. Las informaciones periodísticas acerca de la reunión no se considerarán en general como infracciones de esta regla, pero no habrán de ampliarse mediante datos suplementarios o copias de los cuadros o las ilustraciones. Cuando se propone un artículo para publicación, el autor está obligado a informar plenamente al director de la revista acerca de cualquier presentación del documento a otras revistas o cualquier informe anterior que pudiera considerarse publicación previa o duplicada de un mismo trabajo o de uno muy semejante. Junto con el manuscrito se incluirán copias de los documentos pertinentes para ayudar al director a decidir la manera de hacer frente a este asunto.

Rara vez se justifica la publicación múltiple, que se define como el acto de publicar más de una vez los mismos resultados

<sup>1</sup> Versión española basada en: *International Committee of Medical Journal Editors. Uniform requirements for manuscripts submitted to biomedical journals*. JAMA 1993;269:2282-6.

*Este documento no está protegido por derechos de autor. Puede copiarse o reimprimirse sin autorización, siempre y cuando se haga sin fines de lucro.*

*Las consultas y observaciones deben dirigirse a Kethleen Case, Secretariat Office, Annals of Internal Medicine, Independence Mall West, Sixth Street at Race, Philadelphia, PA 19106-1572.*

*Traducción: Dr. Gustavo A. Silva, traductor y redactor médico, miembro de la American Medical Writers Association, el Council of Biology Editors y la European Association of Science Editors. Dirección postal: 5313 King Charles Way, Bethesda, MD 20814, Estados Unidos de América.*

<sup>2</sup> Actualmente se hallan representadas en el comité las siguientes revistas y publicaciones: *Annals of Internal Medicine, British Medical Journal, Canadian Medical Association Journal, The Journal of the American Medical Association, The Lancet, The Medical Journal of Australia, The New England Journal of Medicine, New Zealand Medical Journal, Tidsskrift for den Lægeforening, The Western Journal of Medicine e Index Medicus.*

<sup>3</sup> Artículo original publicado en *el Bol of Sanit Panam 116(2):146-59, 1994.*

de un estudio, aunque la redacción se cambie. Una posible justificación es la publicación secundaria en otro idioma, siempre y cuando se cumplan las siguientes condiciones:

1. Se informará cabalmente a los directores de las dos revistas involucradas; el director de la publicación secundaria tendrá en su poder una fotocopia, reimpreso o manuscrito de la versión primaria.
2. Se respetará la precedencia de la publicación primaria dejando transcurrir un intervalo de por lo menos dos semanas antes de sacar a la luz la versión secundaria.
3. El artículo secundario estará dirigido a un grupo diferente de lectores y no será simplemente una traducción del primario; incluso, a menudo basta con una versión resumida.
4. La versión secundaria reflejará fielmente los datos y las interpretaciones de la primaria.
5. Mediante una nota colocada al pie de la primera página de la versión secundaria, se informará a los lectores, los colegas de los autores y los organismos de documentación que el artículo se ha editado y se destina a un público nacional en paralelo con la versión primaria, basada en los mismos datos e interpretaciones. Este podría ser un texto apropiado para dicha nota: "El presente artículo está basado en un estudio que se dio a conocer primero en (título de la revista y referencia completa)".

Los directores no aceptarán la publicación múltiple que discrepe de la definición anterior. Si los autores transgreden esta regla, tendrán que atenerse a las medidas editoriales del caso.

La divulgación preliminar, generalmente por conducto de los medios de comunicación de masas, de la información científica contenida en un artículo ya aceptado pero aún sin publicar representa una infracción de las normas de muchas revistas. En contadas ocasiones, y sólo mediante previo acuerdo con el director, puede aceptarse la diseminación preliminar de datos; por ejemplo, cuando se trata de precaver a la gente contra ciertos riesgos para la salud pública.

## PREPARACION DEL MANUSCRITO

Mecanografíese o imprímase el manuscrito en papel bond blanco de 216 x 279 mm o de la medida estándar ISO A4 (212 x 297 mm), con márgenes de por lo menos 25 mm. Escríbase solamente sobre una cara del papel. Utilícese doble espacio a lo largo de todo el manuscrito o impreso de computadora, incluidos 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. Cada uno de los siguientes componentes comenzará en hoja aparte: página del título, resumen y palabras clave, texto, agradecimientos, referencias, cada uno de los cuadros y los pies o epígrafes de las ilustraciones. Numérense las páginas en forma consecutiva, empezando por la del título. Sobre el ángulo superior o inferior derecho de cada página anótese el número correspondiente.

## PAGINA DEL TITULO

La primera página contendrá: a) el título del artículo, que será conciso pero informativo; b) nombre y apellido(s) de cada autor, acompañados de sus grados académicos más importantes y su

afiliación institucional; c) nombre del departamento o departamentos y la institución o instituciones a los que se debe atribuir el trabajo; d) declaraciones de descargo de responsabilidad, si las hay; e) nombre y dirección del autor que se ocupará de la correspondencia relativa al manuscrito; f) nombre y dirección del autor a quien se dirigirán las solicitudes de separatas, o nota informativa de que los autores no las proporcionarán; g) origen del apoyo recibido en forma de subvenciones, equipo o medicamentos; y h) título abreviado (titulillo) que no pase de 40 pulsaciones (contando caracteres y espacios), el cual se colocará, debidamente rotulado, en la última línea de la página inicial.

## AUTORIA

Todas las personas designadas como autores habrán de cumplir con ciertos requisitos para tener derecho a la autoría. Cada autor 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: a) la concepción y el diseño del estudio, o el análisis y la interpretación de los datos; b) la redacción del artículo o la revisión crítica de una parte importante de su contenido intelectual; y c) la aprobación final de la versión que será publicada. Los requisitos a, b y c tendrán que cumplirse siempre. La participación que consiste meramente en conseguir financiamiento o recoger datos no justifica que se le conceda a nadie 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.

En un artículo de autor corporativo (colectivo) se especificará quiénes son las personas principales que responden del documento; a los demás individuos que colaboraron en el trabajo se les concederá un reconocimiento por separado (véase "Agradecimientos").

Los directores de revista podrán solicitar a los autores que justifiquen la asignación de la autoría.

Cada vez con más frecuencia, los ensayos multicéntricos se atribuyen a un autor corporativo. Todos los miembros del grupo que sean nombrados como autores, bien sea en la línea a continuación del título o en una nota a pie de página, deben satisfacer plenamente los criterios de autoría definidos en los *Requisitos uniformes*. Los miembros del grupo que no los satisfagan deben ser mencionados, con su autorización, en la sección de agradecimientos o en un apéndice (véase "Agradecimientos").

## RESUMEN Y PALABRAS CLAVE

La segunda página incluirá un resumen (que no excederá las 150 palabras de extensión si es un resumen ordinario o las 250 si es uno estructurado). En él se indicarán los propósitos del estudio o investigación; los procedimientos básicos (la selección de los sujetos de estudio o los animales de laboratorio, los métodos de observación y analíticos); los resultados más importantes (proporcionense datos específicos y, de ser posible, su significación estadística); y las conclusiones principales. Hágase hincapié en los aspectos nuevos o 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. Utilícese para este propósito los términos de la lista *Medical Subject Headings* (MeSH) [Encabezamientos de materia médica] del *Index Medicus*; en el caso de términos de reciente aparición que todavía no figuren en los MeSH, podrán usarse las expresiones corrientes.

## TEXTO

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 divisiones a fin de hacer más claro el contenido, sobre todo en las secciones de resultados y discusión. 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.

### Introducción

Expresa el propósito del artículo. Resume el fundamento lógico del estudio u observación. Mencione las referencias estrictamente pertinentes, sin hacer una revisión extensa del tema. No incluya datos ni conclusiones del trabajo que está dando a conocer.

### Métodos

Describe claramente la forma como se seleccionaron los sujetos observados o que participaron en los experimentos (pacientes o animales de laboratorio, incluidos los testigos). Identifique los métodos, aparatos (nombre y dirección del fabricante entre paréntesis) y procedimientos con detalles suficientes para que otros investigadores puedan reproducir los resultados. Proporcione referencias de los métodos acreditados, incluidos los de índole estadística (véanse más adelante); dé referencias y explique brevemente los métodos ya publicados pero que no son bien conocidos; describa los métodos nuevos o 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.

### 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, enmendada en 1983. No use el nombre, las iniciales ni el número de clave hospitalaria de los pacientes, especialmente en el material ilustrativo. Cuando dé a conocer experimentos con animales, mencione si se cumplieron las normas de la institución, las del Consejo Nacional de Investigación de los Estados Unidos o cualquier ley nacional acerca del cuidado y el uso de animales de laboratorio.

### Estadística

Describe los métodos estadísticos con detalle suficiente para que el lector versado en el tema y que tenga acceso a los datos

originales pueda verificar los resultados informados. 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 diseño del estudio y métodos estadísticos serán de trabajos vigentes (indicando el número de las páginas), más bien que 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 los 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”, “correlación” 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 los datos de los cuadros o 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 resultados. Explique en la sección de discusión el significado de los resultados y sus limitaciones, incluidas sus consecuencias para la investigación futura. Relacione las observaciones con otros estudios pertinentes. Establezca el nexo de las conclusiones con los objetivos del estudio, pero absténgase de hacer afirmaciones generales y extraer conclusiones que no estén completamente respaldadas por los datos. 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) una o varias declaraciones especificarán a) las colaboraciones que deben ser reconocidas pero que no justifican la

autoría, tales como el apoyo general del jefe del departamento; b) la ayuda técnica recibida; c) el agradecimiento por el apoyo financiero y material, especificando la índole del mismo; d) las relaciones financieras que puedan suscitar un conflicto de intereses.

Las personas que colaboraron intelectualmente pero cuya participación no justifica la autoría pueden ser citadas por su nombre, añadiendo su función o tipo de colaboración; por ejemplo, "asesor científico", "revisión crítica de la propuesta para el estudio", "recolección de los datos", "participación en el ensayo clínico". Estas personas deberán conceder su permiso para ser nombradas. Los autores se responsabilizan 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 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.

Absténgase de utilizar los resúmenes como referencias. Tampoco cite como referencias las "observaciones inéditas" y las "comunicaciones personales". En cambio, puede usted insertar en el texto (entre paréntesis) las referencias a comunicaciones escritas, no verbales. Asimismo, incluya en las referencias los artículos aceptados aunque todavía no estén publicados; en este caso, indique el título de la revista y agregue "En prensa". La información sobre manuscritos presentados a una revista pero que aún no han sido aceptados cítela en el texto como "observaciones inéditas" (entre paréntesis).

Los autores verificarán las referencias cotejándolas contra los documentos originales.

Se presentan a continuación una serie de ejemplos de formas correctas de referencias.

### Artículos de revistas científicas

1. **Artículo ordinario (Inclúyase el nombre de todos los autores cuando sean seis o menos; si son siete o más, anótese sólo el nombre de los seis primeros y agréguese "et al."):**

<sup>4</sup> Evidentemente, por "extranjero" se entiende aquí en relación con el idioma inglés, pues los ejemplos de referencias bibliográficas se han trasladado directamente del original, sin adaptarlas. (N. del T.).

You CH, Lee KY, Chey RY, Menguy R. Electro-gastrographic study of patients with unexplained nausea, bloating and vomiting. *Gastroenterology* 1980 Aug;79(2):311-4.

Como opción, si una revista utiliza la paginación continua a lo largo de un volumen, podrán omitirse el mes y el número:

You CH, Lee KY, Chey RY, Menguy R. Electro-gastrographic study of patients with unexplained nausea, bloating and vomiting. *Gastroenterology* 1980;79:311-4.

Goate AM, Haynes AR, Owen MJ, Farrall M, James LA, Lai LY, et al. Predisposing locus for Alzheimer's disease on chromosome 21. *Lancet* 1989;1:352-5.

2. **Autor corporativo:**

The Royal Marsden Hospital Bone-marrow Trans-plantation Team. Failure of syngeneic bone-marrow graft without preconditioning in post-hepatitis marrow aplasia. *Lancet* 1977;2:742-4.

3. **No se indica el nombre del autor:**

Coffee drinking and cancer of the pancreas [editorial]. *BMJ* 1981;283:628.

4. **Artículo en idioma extranjero<sup>4</sup>:**

Massone L, Borghi S, Pestarino A, Piccini R, Gambini C. Localisations palmaires purpuriques de la dermatite herpétiforme. *Ann Dermatol Venerol* 1987;114:1545-7.

5. **Suplemento de un volumen:**

Magni F, Rossoni G, Berti F. BN-52021 protects guinea-pig from heart anaphylaxis. *Pharmacol Res Commun* 1988;20 Suppl 5:75-8.

6. **Suplemento de un número:**

Gardos G, Cole JO, Haskell D, Marby D, Paine SS, Moore P. The natural history of tardive dyskinesia. *J Clin Psychopharmacol* 1988;8(4 Suppl):31S-37S.

7. **Parte de un volumen:**

Hanly C. Metaphysics and innateness: a psycho-analytic perspective. *Int J Psychoanal* 1988;69(Pt 3):389-99.

8. **Parte de un número:**

Edwards L, Meyskens F, Levine N. Effect of oral isotretinoin on dysplastic nevi. *J Am Acad Dermatol* 1989;20(2 Pt 1):257-60.

9. **Número sin volumen:**

Baumeister AA. Origins and control of stereotyped movements. *Monogr Am Assoc Ment Defic* 1978;(3):353-84.

10. **Sin número ni volumen:**

Danoek K. Skiing in and through the history of medicine. *Nord Medicinhist Arsb* 1982:86-100.

11. **Paginación en números romanos:**

Ronne Y. Ansvarsfall. Blodtransfusion till fel patient. *Vardfacket* 1989;13:XVI-XXVII.

12. **Indicación del tipo de artículo, según corresponda:**

Spargo PM, Manners JM. DDAVP and open heart surgery [letter]. *Anaesthesia* 1989;44:363-4.

Fuhrman SA, Joiner KA. Binding of the third component of complement C3 by *Toxoplasma gondii* [abstract]. *Clin Res* 1987;35:475A.

13. **Artículo que contiene una retractación:**

Shishido A. Retraction notice: Effect of platinum compounds on murine lymphocyte mitogenesis [Retraction of Alsabti EA, Ghalib ON, Salem MH. In: Jpn J Med Sci Biol 1979;32:53-65]. Jpn J Med Sci Biol 1980;33:235-7.

14. **Artículo retirado por retractación:**

Alsabti EA, Ghalib ON, Salem MH. Effect of platinum compounds on murine lymphocyte mitogenesis [Retracted by Shishido A. In: Jpn J Med Sci Biol 1980;33:235-7]. Jpn J Med Sci Biol 1979;32:53-65.

15. **Artículo que contiene un comentario sobre otro trabajo:**

Piccoli A, Bossatti A. Early steroid therapy in IgA neuropathy: still an open question [comment]. Nephron 1989;51:289-91. Comment on: Nephron 1988;48:12-7.

16. **Artículo que ha sido comentado en otro trabajo:**

Kobayashi Y, Fujii K, Hiki Y, Tateno S, Kurokawa A, Kamiyama M. Steroid therapy in IgA nephropathy: a retrospective study in heavy proteinuric cases [see comments]. Nephron 1988;48:12-7. Comment in: Nephron 1989;51:289-91.

17. **Artículo sobre el que se ha publicado una fe de erratas:**

Schofield A. The CAGE questionnaire and psycho-logical health [published erratum appears in Br J Addict 1989;84:701]. Br J Addict 1988;83:761-4.

**Libros y otras monografías**

18. **Individuos como autores:**

Colson JH, Armour WJ. Sports injuries and their treatment. 2nd rev ed. London: S Paul, 1986.

19. **Directores o compiladores como autores:**

Diener HC, Wilkinson M, editors. Drug-induced headache. New York: Springer-Verlar, 1988.

20. **Organización como autor y editor:**

Virginia Law Foundation. The medical and legal implications of AIDS. Charlottesville: The Foundation, 1987.

21. **Capítulo de libro:**

Weinstein L, Swartz MN. Pathologic properties of invading microorganisms. In: Sodeman WA Jr, Sodeman WA, editors. Pathologic physiology: mechanisms of disease. Philadelphia: Saunders, 1974:457-72.

22. **Actas de conferencias:**

Vivian VL, editor. Child abuse and neglect: a medical community response. Proceedings of the First AMA National Conference on Child Abuse and Neglect; 1984 Mar 30-31; Chicago. Chicago: American Medical Association, 1985.

23. **Artículo presentado a una conferencia:**

Harley NH. Comparing radon daughter dosimetric and risk models. In: Gammage RB, Kaye SV, editors. Indoor air and human health. Proceeding of the Seventh Life Sciences Symposium; 1984 Oct 29-31; Knoxville (TN). Chelsea (MI): Lewis, 1985:69-78.

24. **Informe científico o técnico:**

Akutsu T. Total heart replacement device. Bethesda (MD): National Institutes of Health, National Heart and Lung Institute;

1974 Apr. Report No.: NIH-NHLI-69-2185-4.

25. **Tesis doctoral:**

Youssef NM. School adjustment of children with congenital heart disease [dissertation]. Pittsburgh (PA): Univ of Pittsburgh, 1988.

26. **Patente:**

Harred JF, Knight AR, McIntyre JS, inventors. Dow Chemical Company, assignee. Epoxidation process. US patent 3,654,317. 1972 Apr 4.

**Otros trabajos publicados**

27. **Artículo de periódico:**

Rensberger B, Specter B. CFCs may be destroyed by natural process. The Washington Post 1989 Aug 7;Sect A:2(col 5).

28. **Material audiovisual:**

AIDS epidemic the physician's role [videorecording]. Cleveland (OH): Academy of Medicine of Cleveland, 1987.

29. **Archivo de computadora:**

Renal system [computer program]. MS-DOS version. Edwardsville (KS): Medi-Sim, 1988.

30. **Documentos legales:**

Toxic Substances Control Act: Hearing on S776 Before the Subcomm. on the Environment of the Senate Comm. on Commerce, 94th Congr., 1st Sess. 343 (1975).

31. **Mapas:**

Scotland [topographic map]. Washington: National Geographic Society (US), 1981.

32. **Libro de la Biblia:**

Ruth 3:1-18. The Holy Bible. Authorised King James version. New York: Oxford Univ Press, 1972.

33. **Diccionarios y obras de consulta semejantes:**

Ectasia. Dorland's illustrated medical dictionary. 27th ed. Philadelphia: Saunders, 1988:527.

34. **Obras clásicas:**

The Winter's Tale: act 5, scene 1, lines 13-16. The complete works of William Shakespeare. Londond: Rex, 1973.

**Trabajos inéditos**

35. **En prensa:**

Lillywhite HB, Donald JA. Pulmonary blood flow regulation in an aquatic snake. Science. In press.

**CUADROS**

Mecanografe 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 sea 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 ser publicados, queden depositados en un servicio de archivo, como el National Auxiliary Publications Service (NASP) [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. Sea como fuere, dichos cuadros se presentarán junto con el artículo.

## 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  $127 \infty 173$  mm, sin exceder de  $203 \infty 254$  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 publicarlas. 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 se rompen y quedan marcadas. Las figuras no se doblarán ni se montarán sobre el cartón.

Las fotomicrografías incluirán en sí mismas un indicador de la escala. Los símbolos, flechas y letras usados en éstas contrastarán claramente con el fondo.

Si se usan fotografías de personas, éstas 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.

En el caso de las ilustraciones en color, averigüe si la revista necesita negativos, transparencias o impresiones fotográficas. La inclusión de un diagrama en el que se indique la parte de la fotografía que debe reproducirse puede resultar útil a la redacción. Algunas revistas publican ilustraciones en color únicamente si el autor paga el costo extra.

## Pies o epígrafe 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) 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 SIMBOLOS

Utilice únicamente abreviaturas ordinarias. Evite las abreviaturas en el título y el resumen. Cuando se emplee por primera vez una abreviatura, ésta irá precedida del término completo, salvo si se trata de una unidad de medida común.

## PRESENTACION 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 durante la manipulación postal. Meta las fotografías y transparencias en su propio sobre de papel resistente.

Los manuscritos irán acompañados de una carta de presentación que proporcione: a) información acerca de la publicación previa o duplicada, la presentación del manuscrito a otra revista o la publicación de cualquier parte del trabajo, según lo expresado en líneas arriba; b) una manifestación de las relaciones financieras o de otro tipo que pudieran desembocar en un conflicto de intereses; c) una declaración de que el manuscrito ha sido leído y aprobado por todos los autores, que se ha cumplido con los requisitos de la autoría expuestos anteriormente en el presente documento y, más aún, que cada uno de los autores cree que el manuscrito representa un trabajo honrado; y d) el nombre, la dirección y el número telefónico del autor corresponsal, quien se encargará de comunicarse con los demás autores en lo concerniente a las revisiones y a la aprobación final de las pruebas de imprenta. La carta incluirá cualquier información suplementaria que pueda resultar útil para el director, tal como el tipo de artículo que el manuscrito representa para esa revista en particular y si el autor (o los autores) estaría(n) dispuesto(s) a sufragar el costo de reproducir las ilustraciones en color.

El manuscrito se acompañará de copias de los permisos concedidos para reproducir material ya publicado, para usar ilustraciones o revelar información personal delicada sobre individuos que puedan ser identificados, o para nombrar a ciertas personas por su colaboración.

## MANUSCRITOS EN DISQUETE

Tratándose de artículos que están cercanos a la aceptación final, algunas revistas piden que los autores proporcionen los manuscritos en forma electrónica (en disquetes) y pueden aceptar una variedad de formatos de procesamiento de textos o archivos (también llamados "ficheros") de texto (ASCII).

Al presentar disquetes, los autores deben:

1. Cerciorarse de incluir un impreso de la versión del manuscrito en disquete.
2. Incluir en el disquete solamente la versión más reciente del manuscrito.
3. Poner muy claramente el nombre del archivo.
4. Rotular el disquete con el formato y el nombre del archivo.
5. Facilitar información sobre el software y el hardware empleados.

En las instrucciones de la revista dirigidas a los autores, éstos deben consultar cuáles son los formatos que se aceptan, las convenciones para denominar los archivos y disquetes, el número de copias que han de enviarse, y otros detalles del caso.

### Revistas participantes

Las revistas que han notificado al Comité Internacional de Directores de Revistas Médicas su disposición a que se les envíen manuscritos preparados de conformidad con las versiones anteriores de los Requisitos uniformes del Comité mencionan este hecho en sus instrucciones a los autores. La lista completa de ellas puede solicitarse a la Oficina de la Secretaría en *Annals of Internal Medicine*.



# Sociedad Latino Americana de Nutrición

S.L.A.N.

La Sociedad Latinoamericana de Nutrición (SLAN) fue creada hace más de 25 años con el fin de integrar los esfuerzos de profesionales calificados para promover y mejorar el conocimiento de los problemas nutricionales de los países de la región y de las alternativas de prevención y tratamiento que ofrece la nutrición como ciencia.

Cualquier persona que se encuentre profesionalmente activa o que haya contribuido de manera significativa al avance de la nutrición o disciplinas afines, puede asociarse a SLAN, para lo cual debe enviar una carta de solicitud avalada por dos Socios Activos y su curriculum actualizado. Debe igualmente anexar la documentación que pruebe la publicación de por lo menos, dos trabajos en revistas de nivel internacional en los últimos cinco años.

La solicitud puede dirigirse a la Presidencia de la Sociedad, actualmente en Venezuela, a los vocales representantes de Area o a los Capítulos de SLAN en los respectivos países.

El Consejo Directivo está integrado por: Eleazar Lara Pantín (Presidente), Hernán Delgado (Presidente Electo), Yolanda Hernández de Valera (Secretaria), Maritza Landaeta de Jiménez (Tesorera), Mauro Valencia (Vocal por México y Centro América), Rebeca de Angelis (Vocal por Brasil y Paraguay), Santiago Muzzo (Vocal por Argentina, Chile y Uruguay) y Manuel Grillo (Vocal por las Islas del Caribe).

Los Socios deben pagar una cuota anual de US \$30, que incluye la suscripción de la revista.

El órgano oficial de SLAN es la conocida revista Archivos Latinoamericanos de Nutrición (ALAN), que comparte actualmente la sede de la Sociedad en Caracas, Venezuela. Los manuscritos para publicación deben ser enviados al Editor General, Dr. Virgilio Bosch, o al Editor Asociado, Dr. José Félix Chávez P.

La correspondencia para SLAN o ALAN debe dirigirse al apartado 62.778, Chacao, Caracas 1060, Venezuela o a sus números de fax: 58 41 571475 y 58 2 284 8543.

¿CAMBIO DE DOMICILIO?

¿CHANGING YOUR ADDRESS?

Por favor, escriba su nueva dirección abajo y envíela al Departamento de Suscripciones de ALAN, adjuntando la etiqueta de un sobre de envío. *Le rogamos avisarnos con 60 días de anticipación/Please print your new address below and return to the Journal Subscription Dept. with our label. Please advise 60 days in advance.*

Nombre/Name:

Calle/Street:

Ciudad/City:

Estado, País/State, Country:

Código Postal/Postal Code:

Por favor enviar ALAN a mi nueva dirección a partir de: / Date new address effective:



# Sociedad Latino Americana de Nutrición

S.L.A.N.

## SOLICITUD DE INSCRIPCION

Nombre: \_\_\_\_\_

Título Profesional: \_\_\_\_\_

Estudios de Postgrado: \_\_\_\_\_

Cargo: \_\_\_\_\_

Lugar de trabajo: \_\_\_\_\_

Dirección del trabajo: \_\_\_\_\_

Código Postal: \_\_\_\_\_ Ciudad: \_\_\_\_\_

Teléfono: \_\_\_\_\_ Fax: \_\_\_\_\_ Télex: \_\_\_\_\_

Dirección Postal: \_\_\_\_\_

Código Postal: \_\_\_\_\_ Ciudad: \_\_\_\_\_ País: \_\_\_\_\_

Teléfono: \_\_\_\_\_ Fax: \_\_\_\_\_ Télex: \_\_\_\_\_

Fecha de la solicitud: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

Anote las referencias bibliográficas de dos de sus publicaciones más recientes:

1. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### Socios de SLAN que le postulan

Nombre:

Firma:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Adjunte su Curriculum Vitae actualizado.

La cuota anual de SLAN es de \$30 con la revista Archivos Latinoamericanos de Nutrición y de \$10 sin la revista.  
Los cheques deben ser emitidos en US \$ a nombre de: SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION.



**Artes Finales:** Amerik Solutions C.A., Caracas, Venezuela  
Teléfono (02) 993.81.43

**Portada:** Chávez & López, Diseño Gráfico, Caracas, Venezuela  
Teléfono (02) 285.55.29

**Impresión:** Editorial Texto C.A., Caracas, Venezuela  
Teléfonos (02) 62.24.85 - 62.87.30



# **SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION (SLAN)**

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

Presidente	Dr. Hernán L. Delgado
Presidente Electo	Dr. Alejandro O'Donnell
Secretario	Dr. Rafael Flores
Tesorero	Lic. María Teresa Menchú
Vocal	Dra. Esther Casanueva
Vocal	Dra. Elizabeth Vargas de Frias
Vocal	Dr. Manuel Grillo
Vocal	Lic. Zayda Gotera de Prado
Vocal	Dr. Héctor Araya
Vocal	Dra. Olga María Amancio
Vocal	Dr. Carlos Hernán Daza
Presidente Saliente	Dr. Eleázar Lara Pantin

## **DIRECTORIO DE ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION**

Editor General	Dr. Virgilio Bosch Román
Editor Asociado	Dr. José Félix Chávez Pérez

## **MIEMBROS DEL CUERPO EDITORIAL PERIODO 1995 - 1997**

Dr. Juan de Dios Alvarado	Dra. María L. P. Martín de Portela
Dr. Héctor Araya	Dr. Julio Sergio Marchini
Dr. Manuel Amador	Dr. Reynaldo Martorell
Dr. Jaime Ariza M.	Dr. Manolo Mazariegos
Dr. José María Bengoa	Dr. Luis A. Mejía
Lic. Adriana Blanco M.	Dr. Rafael Monge R.
Dr. Héctor Bourges R.	Dra. Josefina Morales
Dr. Ricardo Bressani	Dr. Santiago Muzzo
Dr. Jesús Bulux	Dra. Nelly Pak
Dr. Benjamín Caballero	Dra. Myriam Puig A.
Dr. Germán Camejo	Dra. María Ester Río
Dra. Sara J. Closa	Dra. María Elena Sambucetti
Dr. Adolfo Chávez	Dra. Nora Slobodianik
Dr. Omar Dary	Dr. Noel W. Solomons
Dr. Luiz G. Elías	Dr. Benjamín Torún
Dr. Juan I. Egaña	Dr. Ricardo Uauy D.
Dra. Patricia R. de Ferrer	Dr. Helio Vannucchi
Dra. Marisa Guerra M.	Dra. Mirtha E. Valencia
Dr. Werner G. Jaffé	Dr. Mauro Valencia J.
Dra. Gladys Henríquez P.	Dr. Tomás Walter
Dra. Elena Hurtado	Dra. Carolyn Jane Wyatt
Dr. Miguel Layrisse	Dr. Enrique Yáñez S.

# Archivos Latinoamericanos de Nutrición

## Contenido

	Páginas
<b>EDITORIAL</b> .....	5
<b>ARTICULOS GENERALES</b>	
<b>Los probióticos y su futuro.</b> Violeta T. Pardo Sedas, Krzysztof N. Waliszewski Kubiak, Guadalupe Robledo López.....	6
<b>TRABAJOS DE INVESTIGACION</b>	
<b>Nutrición Humana</b>	
<b>Influencia de la actividad física en la mineralización ósea de escolares de ambos sexos.</b> Raquel Burrows Argote, Laura Leiva Balich, Ricardo Lillo Ganter, Hugo Pumarino Carte, Luis Maya Castillo, Santiago Muzzo Benavides.....	11
<b>Comportamiento de la lactancia en el primer mes de vida en la Ciudad de Córdoba, Argentina.</b> Lucía Batrouni, Jacobo Sabulsky, Silvina Reyna, Daniel Quiroga.....	16
<b>Patrón dietético e ingesta de nutrientes de niños pre-escolares de tres aldeas rurales del departamento de Santa Rosa, Guatemala.</b> Héctor Gamero, Marylena Arita, Jesús Bulux, Noel W. Solomons.....	22
<b>Factores aterogénicos de la dieta de la población costarricense, 1991.</b> Nuria Rodríguez Herrera, Ana Gladys Aráuz, Norma Meza Rojas, Marlene Roselló Araya.....	27
<b>Nutrición Experimental</b>	
<b>Colon cancer in rats and diet in the Sonoran desert region of Mexico</b> C. Jane Wyatt, Isabel Dorado, Mauro E. Valencia, E. Navarro.....	33
<b>Variaciones en el contenido de calcio, fosfato, magnesio y sodio en huesos de ratas ovariectomizadas.</b> Miguel Angel de Bortoli, José Miguel Ascar, Patricia Arce, Luis Villegas.....	38
<b>Macroalgas marinas comestibles de Chile como fuente de fibra dietética: Efecto en la digestibilidad aparente de proteínas, fibra y energía y peso de deposiciones en ratas.</b> Nelly Pak, Héctor Araya.....	42
<b>Ciencias de Alimentos</b>	
<b>Experiencias en el entrenamiento de un panel de degustación de carne vacuna a nivel de un matadero frigorífico industrial venezolano.</b> Nelson Huerta-Leidenz, Nancy Jerez-Timaure, Oneida Morón-Fuenmayor, Edmundo Rincón Urdaneta, Rosa Caro.....	47
<b>Evaluación de la pérdida de color de una fórmula dietética en función de la temperatura, tiempo de almacenamiento y envase.</b> Alexia Torres, Marisa Guerra.....	54
<b>Calidad física, química y microbiológica de los jugos concentrados de naranja fabricados en Venezuela.</b> Rita María Cava R., Pilar Hernández S.....	59
<b>Nutrición Animal</b>	
<b>Influencia del ciclo luz-oscuridad en el crecimiento de ratas macho con diferente estado de nutrición.</b> Cecilia Sommer Finkelman, José Monroy-Ruíz, Patricia Candelaria Silva, Patricia de Gortari Gallardo.....	63
<b>Brewery waste as a substitute for soy protein in soy-brewer's yeast mixtures to feed broiler chickens.</b> Diamela Carías and Nancy Millán .....	67
<b>Effect of the type of dietary fat on cholesterolemia in rabbits fed brewer's yeast.</b> Nancy Millán and Jorge De Abreu.....	71
<b>LatinFoods. Composición de Alimentos</b>	
<b>Composición en ácidos grasos y aporte de colesterol de conservas de jurel, sardina, salmón y atún al natural.</b> Nalda Romero P., Paz Robert C., Lilia Masson S., Cecilia Luck U., Loreto Buschmann A.....	75
<b>NOTAS</b> .....	78
<b>INFORMACION PARA LOS AUTORES</b> .....	81