

Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Organo Oficial de la
Sociedad Latinoamericana de Nutrición

VOL 49

JUNIO 1999

Nº 2

Contenido

Páginas

ARTICULOS GENERALES

Prácticas alimentarias en los primeros cinco años de edad

Benjamín Torún 97

Sustitutos de grasa en la alimentación humana

Enrique Yáñez, Edith Biolley 101

Biodisponibilidad del hierro de los alimentos

Carmen Martínez, Gaspar Ros, María Jesús Periago y Ginés López 106

Evaluación nutricional y efectos fisiológicos de macroalgas marinas comestibles.

Antonio Jiménez-Escrig, Isabel Goñi Cambrodón 114

TRABAJOS DE INVESTIGACION

Nutrición Humana

Requerimiento de energía en personas activas de la tercera edad, residentes de una región rural del Noroeste de México

Alemán-Mateo H., Guadalupe T. Reza-Durán, Julián Esparza, Mauro E. Valencia..... 121

Nutrición Experimental

Utilización de nutrientes en niños con diarrea aguda alimentados con formula a base de pollo y de soya Diamela Carías, Anna María Cioccia, Patricio Hevia, Hans Romer, Marisa Guerra, Odoardo Brito.....	130
--	-----

Bioquímica Nutricional

Fibra dietética en el residuo industrial del tomate y su efecto sobre la respuesta glicémica y el colesterol sérico en ratas Magnolia Alvarado, Emperatriz Pacheco-Delahaye, Mercedes Schnell, Patricio Hevia	138
---	-----

Evaluación del crecimiento normal en ratas a través del puntaje Z Silvia María Friedman, Patricia Mónica Boyer, María Ester Barrio Rendo, María del Carmen Morasso, Carlota A. Gamba, María Esther Río.....	143
---	-----

Crescimento físico de crianças da Amazônia Peruana no final da década de 80 Gilberto Kac, Gustavo Velásquez-Meléndez	149
--	-----

Ciencia de Alimentos

Determinación de la composición químico-proximal y la formulación de un producto tipo gel jibia (<i>Dosidicus gigas</i>) Lilian Abugoch J., Abel Guarda M., Luz María Pérez R., M. Paulina Paredes G.....	156
---	-----

Comportamiento de variedades de arroz en la elaboración de pan sin gluten Roberto Luis Torres, Rolando José González, Hugo Diego Sánchez, Carlos Alberto Osella, María Adela G. de la Torre	162
---	-----

Efecto de un extracto de algas y varios fitorreguladores sobre el valor nutricional del cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum L. var. gigant</i>) Salomón Martínez Lozano, Julia Verde Star, R.K. Maiti, Azucena Oranday C., Homero Gaona R, Enrique Aranda H., Manuel Rojas G.....	166
---	-----

LatinFoods. Composición de Alimentos

Contenido de humedad, lípidos totales y acidos grasos del músculo <i>longissimus</i> crudo de bovinos en Venezuela Soján Uzcátegui B., Nelson Huerta-Leidenz, Lilia Arenas de Moreno, Gilberto Colina, Nancy Jerez-Timaure.....	171
---	-----

Composición de huevos de gallina y codorniz Sara Josefina Closa, Claudia Marchesich, Mildred Cabrera, Juan Carlos Morales.....	181
--	-----

Composición química del pan tradicional e industrial y su aporte de energía y proteína en la población del Noroeste de México Lorenia López Mazón, Mónica Esparza Lozano, María Isabel Grijalva Haro, Sergio Sandoval	186
---	-----

Estudio físico-químico de mieles de la provincia de San Luis-República Argentina María Angelina Uñates, Adriana Beatriz Aguilar, Hugo Daniel Piola, Héctor Luis Sturniolo, Elba Graciela Aguilar, Manuela Molins de Pedernera.....	193
--	-----

NOTAS	197
--------------------	-----

INFORMACION PARA LOS AUTORES	198
---	-----

Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Official Publication of the
Latin American Society of Nutrition

VOL 49

JUNE 1999

Nº 2

Contents

	Pages
GENERAL ARTICLES	
Feeding practices from birth to 5 years Benjamín Torún	97
Fat substitutes in human feeding Enrique Yáñez, Edith Biolley.....	101
Iron bioavailability in foods Carmen Martínez, Gaspar Ros, Maria Jesús Periago y Ginés López.....	106
Nutritional evaluation and physiological effects of edible seaweeds Antonio Jiménez-Escrig, Isabel Goñi Cambrodón.....	114
RESEARCH PAPERS	
Human Nutrition	
Energy requirements in active elderly individuals living in a rural region of Northwest Mexico Alemán-Mateo H., Guadalupe T. Reza-Durán, Julián Esparza, Mauro E. Valencia.....	121

Experimental Nutrition

Nutrient utilization in children with acute diarrhea fed formulas with chicken or soybean protein

Diamela Carías, Anna María Cioccia, Patricio Hevia, Hans Romer, Marisa Guerra, Odoardo Brito..... 130

Nutritional Biochemistry

Dietary fiber in industrial tomato residue and its effect on glycaemic response and seric cholesterol in rats

Magnolia Alvarado, Emperatriz Pacheco-Delahaye, Mercedes Schnell, Patricio Hevia 138

Normal growth patterns in rats, by Z score

Silvia María Friedman, Patricia Mónica Boyer, María Ester Barrio Rendo, María del Carmen Morasso, Carlota A. Gamba, María Esther Río 143

Physical growth of children from Peruvian Amazon born in the eighties

Gilberto Kac, Gustavo Velásquez-Meléndez..... 149

Food Science

Proximal chemical composition and elaboration a gel product from squid (*Dosidicus gigas*)

Lilian Abugoch J., Abel Guarda M., Luz María Pérez R., M. Paulina Paredes G..... 156

Performance of rice varieties in making bread without gluten

Roberto Luis Torres, Rolando José González, Hugo Diego Sánchez, Carlos Alberto Osella, María Adela G. de la Torre 162

Effect of an algae extract and several plant growth regulators on the nutritional value of potato tubers (*Solanum tuberosum L. var. giant*)

Salomón Martínez Lozano, Julia Verde Star, R.K. Maiti, Azucena Oranday C., Homero Gaona R, Enrique Aranda H., Manuel Rojas G..... 166

LatinFoods. Food Composition

Moisture, total lipids and fatty acids in raw *longissimus* muscle from Venezuelan cattle

Soján Uzcátegui B., Nelson Huerta-Leidenz, Lilia Arenas de Moreno, Gilberto Colina, Nancy Jerez-Timaure..... 171

Composition of chicken and quails eggs

Sara Josefina Closa, Claudia Marchesich, Mildred Cabrera, Juan Carlos Morales..... 181

Chemical composition of a typical bread from Northwest of Mexico.

Lorenia López Mazón, Mónica Esparza Lozano, María Isabel Grijalva Haro, Sergio Sandoval 186

Chemical physical study of honeys of the province of San Luis, Argentina

María Angelina Uñates, Adriana Beatriz Aguilar, Hugo Daniel Piola, Héctor Luis Sturniolo, Elba Graciela Aguilar, Manuela Molins de Pedernera 193

NOTES 197

INFORMATION TO AUTHORS 198

Prácticas alimentarias en los primeros cinco años de edad

Benjamín Torún

Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP)

RESUMEN. Las recomendaciones de un grupo de especialistas latinoamericanos hechas en 1993 para la alimentación y nutrición del niño siguen vigentes. Se basan en el grado de maduración fisiológica, los requerimientos nutricionales, los hábitos alimentarios deseables, las características y disponibilidad de los alimentos, y el patrón de cultural y económico de la familia. La lactancia materna exclusiva por 4-6 meses es ideal para todo niño. Después se debe agregar otros alimentos para llenar las necesidades nutricionales del niño y exponerlo a diversas texturas, consistencias y sabores. Cuando un niño no puede ser amamantado, se le debe alimentar, en orden de preferencia, con: 1) Leche de una nodriza; 2) Fórmulas lácteas acordes con la madurez gastrointestinal y renal; 3) Leche de vaca, diluida, reconstituida y hervida adecuadamente o; 4) Fórmulas basadas en productos vegetales. Estos alimentos deben ser fortificados o complementados con algunas vitaminas, minerales y ácidos grasos esenciales. Los primeros alimentos semisólidos deben ser cereales sin gluten, tubérculos y frutas con bajo potencial antigénico. Agregar otros alimentos animales y vegetales después de los seis meses, posponiendo aquellos con mayor riesgo alergénico hasta después de los 8 ó 12 meses. En el segundo año se debe introducir gradualmente todos los alimentos del hogar, cuidando que aporten energía y nutrientes en cantidades adecuadas. Es importante el manejo higiénico de los alimentos, la frecuencia de su administración en relación a la edad del niño, y la actitud de los adultos durante las comidas para evitar rechazos o inducir una sobrealimentación.

Palabras clave: Alimentación infantil, guías alimentarias, prácticas alimentarias, recomendaciones Latino Americanas.

SUMMARY. Feeding practices from birth to 5 years. Dietary and nutritional recommendations made in 1993 by a group of Latin American specialists are still valid. They were based on physiological maturation, nutritional requirements, desirable eating habits, and cultural and economic patterns. Exclusive breast-feeding for 4-6 months is ideal for every child. It should continue as part of a mixed diet that is culturally acceptable. Other foods must be added to satisfy nutritional needs and expose the child to different textures and flavors. When breast-feeding is not possible, the following options should be used, in order of preference: 1) Milk from a wet nurse; 2) Milk formulas designed in accordance to gastrointestinal and renal maturation; 3) Cow's mil properly diluted, reconstituted and boiled, o; 4)Vegetable base formulas. These foods must be fortified or supplemented with certain vitamins, minerals and essential fatty acids. The first semi-solid foods should be cereals without gluten, tubers and fruits with low allergenic potential. Additional animal and vegetable foods should be added after six months, withholding those associated with a higher allergenic risk until after 8 or 12 months. All foods accustomed in the household must be introduced gradually in the second year, making sure to provide adequate intakes of energy and nutrients. Other important aspects are hygienic handling of foods, frequency of feeding, and a positive attitude of parents and child-carers during meals to avoid rejection of certain foods or stimulation of over-eating.

Key words: Infant feeding, dietary guidelines, feeding practices, Latin American recommendations.

INTRODUCCION

La Organización Panamericana de la Salud, la Fundación Cavendes de Venezuela y el Centro de Estudio sobre Nutrición Infantil (CESNI) de Argentina, convocaron en 1993 a un grupo de especialistas latinoamericanos con experiencia en diversas áreas relacionadas con pediatría y nutrición, quienes se reunieron en la Isla de Margarita, Venezuela, para discutir aspectos pertinentes sobre la alimentación del niño menor de seis años, y recomendar las bases para el desarrollo de guías de alimentación pediátrica en América Latina. El Informe de la reunión fue publicado en Venezuela y Argentina (1). Incluye un análisis de los factores biológicos, sociales y culturales

determinantes para la alimentación y nutrición de los niños desde el nacimiento, y sugiere cómo alimentarlos de manera adecuada en los primeros cinco años. Sin embargo, muchos expertos, tomadores de decisiones y estudiantes de nutrición no conocen el contenido de ese Informe.

Con frecuencia se solicita apoyo y sugerencias para establecer normas o recomendaciones para alimentar a niños desde el nacimiento y a lo logro de la edad preescolar. Además, en varios países hay grupos nacionales que están en el proceso de elaborar o evaluar guías alimentarias. Para ayudar a los grupos responsables de elaborar normas y guías alimentarias, a continuación se hace una serie de sugerencias prácticas, congruentes con las conclusiones y recomendacio-

nes del grupo que se reunió en la Isla de Margarita, las cuales continúan siendo vigentes en términos de salud y nutrición.

Principios generales

Una buena alimentación durante la infancia y la edad preescolar es esencial para asegurar una nutrición compatible con un estado duradero de salud y con un crecimiento y desarrollo adecuado. Las recomendaciones deben tomar en consideración:

- a) Aspectos fisiológicos, tales como la maduración de estructuras y funciones digestivas, renales, nerviosas e inmunológicas, para decidir cuáles alimentos son adecuados o inadecuados a distintas edades.
- b) Los requerimientos nutricionales y la forma en que éstos cambian con la edad y estado de salud del niño, para cuantificar los alimentos que se deben incluir en la dieta y evaluar la necesidad de suplementarla con algunos nutrientes.
- c) El desarrollo de hábitos alimentarios, para evitar conductas inadecuadas que pueden llevar a la formación de hábitos con repercusiones nocivas en el futuro, la preocupación injustificada de las madres y la prescripción innecesaria de alimentos y suplementos nutricionales.
- d) Las características químicas, físicas y organolépticas de los alimentos, para seleccionar los más apropiados para la edad del niño y evitar aquellos cuyo uso puede producir efectos indeseables.
- e) La disponibilidad de alimentos y el patrón cultural de la familia, para recomendar dietas con una mayor probabilidad de ser aceptadas y puestas en práctica.

Lactancia materna

La leche materna es el alimento ideal para los infantes de todo nivel socioeconómico, dada su composición química e inmunológica y la influencia de la lactancia materna sobre la relación afectiva que se desarrolla entre madre e hijo. Por lo tanto, la promoción y apoyo a la lactancia materna tienen una posición prioritaria en los esfuerzos por mantener la salud y nutrición durante la infancia.

Los niños nacidos a término deberían ser alimentados exclusivamente con leche materna hasta los 4 meses de edad, como mínimo, e idealmente hasta los 6 meses. El amamantamiento a libre demanda mantiene un equilibrio hídrico adecuado sin necesidad de ingerir otros líquidos, aún en climas cálidos. Por ello, no se justifica la administración de agua, jugos o infusiones que compiten con la ingestión de leche materna y aumentan el riesgo de enfermedades diarreicas.

Tampoco se debe introducir otros alimentos líquidos o semisólidos en la dieta, a menos que haya una franca reducción en la velocidad de la ganancia de peso o cuando el niño usualmente se queda con hambre después de mamar. Esto generalmente no ocurre antes de 4 a 6 meses de edad. En esos casos se debe iniciar la alimentación complementaria que se describe más adelante, sin discontinuar la lactancia materna,

la cual debe seguir hasta un año o más de edad, de acuerdo con el entorno cultural y familiar del niño. Por otra parte, no es recomendable posponer la introducción de alimentos complementarios por más de 6 meses para que el niño aprenda a comer alimentos con diferentes texturas, consistencias y sabores.

Otras opciones

Cuando un niño no puede ser amamantado, es necesario hacer recomendaciones alimentarias apropiadas para evitar su deterioro nutricional. Considerando que la mejor opción es la lactancia materna o, en su defecto, la administración de leche de una nodriza, la segunda opción son las fórmulas comerciales de leche de vaca debidamente modificadas de acuerdo con la madurez gastrointestinal del niño y fortificadas con hierro y vitaminas A y D; mejor aún si también están fortificadas con zinc, vitaminas C y E, y ácidos grasos esenciales.

La tercera opción es la mezcla de 2 partes de leche fluida, íntegra (es decir, sin descremar), de vaca con 1 parte de agua, más 7 g de azúcar por cada 100 ml de la mezcla. La leche debe ser hervida para desnaturalizar sus proteínas y reducir el riesgo de alergia a la leche de vaca, y para reducir el riesgo de contaminación bacteriana. Cuando se use leche fluida descremada, se debe agregar, además 2 ml de aceite vegetal por cada 100 ml. También es aceptable usar una dilución en partes iguales de leche íntegra y agua, más 5 g de azúcar (u 8 g cuando se use leche descremada) y 2 ml de aceite por cada 100 ml. Es importante advertir a las madres que el aceite que se agrega a la fórmula puede quedar flotando en la superficie, pero esto no ocasionará molestias ni rechazo por parte del niño. Para evitar que el aceite permanezca adherido a la superficie interna del recipiente, se puede usar una pequeña cantidad de almidón para hacer una papilla con el aceite, antes de agregar la leche y el agua.

Si en vez de leche fluida se usa leche en polvo, ésta se debe preparar inicialmente disolviéndola en un volumen adecuado de agua para alcanzar una concentración aproximada de 3 g de proteína por cada 100 ml. A continuación se debe hervir y diluir con más agua en proporciones de 2:1 o 1:1, y agregar azúcar y/o aceite en las proporciones indicadas para las fórmulas con leche fluida.

La cuarta opción es el uso de fórmulas comerciales a base de soya, mezclas vegetales de alto valor biológico, o mezclas de leche con hojuelas de arroz precocido. Una vez diluidas, las fórmulas deben tener una concentración de proteínas apropiadas para niños recién nacidos o de pocos meses de edad (alrededor de 1.3 a 1.5 g por 100 ml), y su densidad energética debe ser ajustada agregándoles azúcar y/o aceite vegetal para que provean alrededor de 60 kcal (o 250 kJ) por 100 ml. Deben ser fortificadas o complementadas con calcio, hierro y vitaminas A, como mínimo.

Introducción de otros alimentos

Entre el 4to. y 6to. mes de edad, dependiendo del crecimiento del niño, se puede empezar a dar alimentos blandos,

semisólidos, que complementen a la leche materna o fórmula líquida. Esto debe ser en forma de papillas preparadas con cereales sin gluten (tales como arroz o maíz), tubérculos, raíces y frutas con bajo potencial alergénico (por ejemplo, banana, papaya, guayaba, manzana o mango). No es recomendable dar frutas cítricas (naranja, toronja, etc), ni jugos u otras bebidas antes de los 6 meses de edad.

Después de los 6 meses de edad se debe agregar gradualmente a la dieta carne de aves, res y cerdo, yema de huevo, otros productos lácteos, cereales con gluten y sus derivados (tales como avena o pan y preparaciones con trigo), leguminosas y otras frutas. Es preferible posponer hasta después de los 8 meses de edad la administración de clara de huevo, pescados y leche sin diluir, a menos que no haya acceso a otras buenas fuentes de proteínas.

Entre el 8vo. y 12vo. mes se introducen casi todos los demás alimentos culturalmente aceptables y disponibles en el hogar. Se debe esperar hasta después de los 12 meses de edad para dar alimentos potencialmente alergénicos a niños con antecedentes personales o familiares de alergias, así como remolacha y espinaca, para reducir el riesgo de metahemoglobinemia.

Entre los 12 y 24 meses se lleva gradualmente la dieta del niño a la dieta completa del adulto. Se debe poner especial atención en llenar los requerimientos nutricionales del niño, cuidando que la dieta tenga una densidad energética adecuada. Para lograr esto último, la dieta debe contener grasas en cantidades equivalentes a más de 20% de los requerimientos totales de energía. Se debe evitar la administración de alimentos que inhiban la absorción de minerales y vitaminas, o compensar la presencia de inhibidores dando alimentos o suplementos que provean cantidades mayores de esos micronutrientes.

Durante los primeros 2 años de edad no se debe limitar la cantidad de alimentos que contienen grasa (saturada o insaturada) o colesterol. Entre el 2do. y 5to. año debe haber una restricción moderada y gradual en la cantidad y tipo de grasas dietéticas. Estas deben restringirse más estrictamente sólo en el caso de niños con tendencia a la obesidad o con francos antecedentes familiares de hipercolesterolemia. A partir del 5to. año se debe restringir la cantidad de grasas dietéticas en forma similar a lo recomendado para el adulto; es decir, a un máximo de 30% de la energía dietética diaria derivada de cualquier tipo de grasa, incluyendo un máximo de 10% de la energía total derivada de ácidos grasos saturados.

Manejo higiénico de los alimentos

Todos los alimentos se deben preparar, conservar y administrar bajo condiciones higiénicas estrictas. Los utensilios de cocina y de mesa deben estar limpios, y los recipientes con agua y alimentos se deben mantener cubiertos para evitar contaminaciones transmitidas por el aire o insectos. La persona que alimenta al niño se debe lavar las manos antes de cada

comida y practicar medidas de higiene personal, tanto para evitar la transmisión de enfermedades, como para enseñar con el ejemplo.

Vitaminas y minerales suplementarios

Por lo general no es necesario administrar suplementos de vitaminas y minerales durante los primeros 4 meses a niños alimentados exclusivamente con leche materna. A partir de esa edad se debe dar hierro suplementario. En niños prematuros o nacidos con bajo peso, éste debe comenzar desde los 2 meses de edad.

Cuando un niño aún no como fuentes adecuadas de esos nutrientes, es recomendable usar alimentos y harinas fortificados con hierro y vitaminas A y D, así como con flúor, zinc, vitamina C y ácidos grasos esenciales. Se debe restringir el consumo total de sal y, cuando se use, ésta debe ser yodada.

Excepto en casos especiales, los únicos suplementos farmacológicos recomendables cuando no se usan alimentos fortificados son: hierro a partir del 4to. mes para niños nacidos a término, y del 2do. mes para prematuros; vitamina B₁₂ para niños amamantados en forma exclusiva por mujeres que son vegetarianas estrictas; flúor, cuando el agua es pobre en ese elemento; y calcio, cuando el niño no ingiere suficientes productos lácteos u otras fuentes adecuadas de ese mineral.

Frecuencia de administración de los alimentos

Esta debe ser a libre demanda para los niños amamantados, y entre 8 y 6 veces diarias en el primer semestre de vida para los niños alimentados de otra manera.

La frecuencia se reduce gradualmente con la edad, hasta acomodarla al patrón familiar y cultural después del segundo año. Se debe poner atención a que ese patrón incluya tres comidas sustanciosas cada día, evitando que pasen más de 12 horas entre dos de ellas. Los bocadillos y meriendas que se ofrezcan además de las tres comidas sustanciosas (o "entre comidas"), se deben basar en frutas y alimentos nutritivos de baja densidad energética, evitando las golosinas, frituras y bocadillos salados.

Ambiente durante las comidas

Durante los tiempos de comida debe haber un ambiente agradable y una interacción positiva entre el niño y quienes lo alimenten. Esto evitará o reducirá el rechazo de los alimentos y la creación de hábitos indeseables que pueden llevar a una mala nutrición. Cuando el niño no quiere comer, no se le debe forzar. En el caso de niños con poco apetito, melindrosos o que "juegan con la comida", es importante tener paciencia y estimularlos a que coman mediante más flexibilidad en la frecuencia y duración de las comidas, y ofreciéndoles los alimentos nutritivos que más les gusten.

Los adultos deben evitar gestos de disgusto o comentarios negativos cuando ofrecen al niño algo que ellos (los adultos) les desagrade. De lo contrario, aumentará la probabilidad de

que el niño eventualmente rechace esos alimentos, sabores u olores. Tampoco deben insistir en que el niño coma más de lo que necesita para saciar el apetito y satisfacer los requerimientos nutricionales, lo cual ayuda a evitar la glotonería y la ingestión excesiva de alimentos que pueden llevar a obesidad.

REFERENCIA

1. O'Donnell A, Torún B, Caballero B, Lara-Pantín E, Bengoa JM (eds): La alimentación del niño menor de 6 años en América Latina. Bases para el desarrollo de guías alimentarias. Caracas: Ediciones Cavendes, 1994 (también publicado en Buenos Aires: CESNI, 1994).

Recibido: 27-04-1999

Aceptado: 03-06-1999

Sustitutos de grasa en la alimentación humana

Enrique Yáñez, Edith Biolley

Universidad de La Frontera, Temuco, Chile

RESUMEN. En el curso del presente siglo el consumo de grasa en los países desarrollados de Occidente ha llegado a niveles superiores al 40% de las calorías totales de la dieta. Esta situación ha tenido consecuencias negativas para la salud humana, como altos índices de obesidad, patologías cardiovasculares, diabetes y algunos tipos de cáncer. Los organismos de salud de los países afectados y la Organización Mundial de la Salud (OMS) han recomendado a las poblaciones reducir el porcentaje de calorías grasas a niveles inferiores a 30%, con menos de 10% de calorías provenientes de grasas saturadas. La industria de alimentos ha participado en este esfuerzo desarrollando un gran número de alimentos de bajo contenido de grasa y abriendo una nueva línea de productos llamados sustitutos de grasa, a fin de ayudar a los consumidores a reducir sus ingestas de grasas. Uno de estos sustitutos es un producto sintético obtenido por la reacción de ácidos grasos de fuentes naturales y sacarosa. Este producto es un poliéster de la sacarosa y ha recibido el nombre de olestra. Olestra ha sido aprobado por la Food and Drug Administration (FDA) de los EE. UU. para ser usado en snacks y papas fritas. Debido a su naturaleza lipofílica olestra tiene un efecto negativo sobre la absorción de vitaminas y otros nutrientes liposolubles. Este problema ha sido resuelto mediante suplementación. Por otra parte olestra puede ocasionar problemas gastrointestinales tales como retortijones y deposiciones disgregadas. La Compañía que desarrolló olestra asegura haber resuelto esta dificultad modificando la composición de ácidos grasos del producto. En la actualidad olestra se encuentra en el comercio en los EEUU con el nombre de Olean.

Palabras clave: Ingesta de grasas, sustitutos de grasas.

SUMMARY. *Fat substitutes in human feeding.* Fat consumption in developed countries has increased steadily during this century reaching values higher than 40% of the daily total calorie intake. This situation has resulted in a high prevalence of obesity, cardiovascular disease, diabetes and some types of cancer. The health agencies in these countries have made strong recommendations for the population to reduce dietary fat intake in order to reduce total fat intake to less than 30% of the total calories, with a maximum of 10% calories derived from saturated fats. The food industry has taken a very active role developing a number of low fat foods and opening a new area of products called fat substitutes in order to help the consumers reduce their fat consumption. One of these substitutes is a synthetic product obtained by reacting fatty acids from natural sources and sucrose. The product is a polyester of sucrose and has been named olestra. Olestra has been approved by the US Food and Drug Administration (FDA) to be used in snacks and fried chips. Due to its lipophilic nature olestra has a negative effect on the absorption of fat soluble vitamins and nutrients. However, this problem may be solved by supplementation of the nutrients affected. In addition, olestra may cause gastrointestinal effects such as abdominal cramping and stool softening. The Company that developed olestra claims to have solved this problem by modifying the composition of fatty acids of the product. Olestra is being marketed in the USA under the name of Olean.

Key words: Fat intake, fat substitutes.

INTRODUCCION

En los países que han alcanzado un alto grado de desarrollo económico y social los problemas de salud debidos a deficiencias nutricionales se han reducido a niveles insignificantes. Pero al mismo tiempo han aparecido otras patologías asociadas con la sobrenutrición que están afectando seriamente a vastos sectores de la población (1).

Un síntoma visible de ello es el aumento de la obesidad que afecta a amplios sectores de la población. En los Estados Unidos, por ejemplo, se calcula que aproximadamente 1/3 de la población presenta algún grado de obesidad (2). Algunas patologías crónicas como las enfermedades cardiovasculares, algunos tipos de cáncer y la diabetes no-insulino dependiente aparecen estrechamente relacionadas con una ingesta excesiva de alimentos de alta densidad energética, grasa saturada y

colesterol (3,4). En los Estados Unidos, la ingesta de grasa, expresada como porcentaje de la ingesta calórica total alcanzó en un momento a 45% (5). A fin de reducir la alta tasa de obesidad y mortalidad por infarto cardíaco, las autoridades de salud de ese país, entre ellas la Asociación Americana del Corazón (AHA) y la Academia Americana de Pediatría (AAP) han recomendado a la población reducir el consumo de grasa a valores inferiores a 30% de las calorías totales (1). En la década de 1980, aquella cifra se había reducido a 37%, lo que constituye un buen avance, aunque lejano todavía de la cifra recomendada. El consumo promedio de grasa en los EE.UU ha sido estimado en 98 g/d en el hombre y 65 g/d en la mujer (6). Los beneficios para la salud de la población norteamericana, resultantes de estas recomendaciones, han sido claros, como lo demuestra el hecho que la tasa de mortalidad a causa de la enfermedad cardiovascular e infarto se redujo entre 1971 y

1991 en 51% y 59% respectivamente (1). La disminución de los factores de riesgo, tales como las cifras promedios de colesterol y presión sanguínea, se han asociado a cambios importantes ocurridos en la dieta norteamericana, tales como la reducción en el consumo de grasa animal y el aumento en el consumo per capita de frutas y verduras (7).

La industria de alimentos ha jugado un rol muy importante en este campo mediante la investigación y desarrollo de una gran variedad de alimentos con bajo contenido de grasa (leche descremada y otros). Otra línea muy fructífera ha sido el desarrollo de "sustitutos de grasas" (SDG), es decir, una variedad de productos cuyo objetivo es reemplazar parte o la mayoría de la grasa de la dieta, sin modificar sustancialmente ni el sabor ni la textura a que el consumidor está acostumbrado (6).

Sin embargo, no es fácil reducir drásticamente el contenido de grasa de la dieta porque ella tiene propiedades funcionales, nutritivas y especialmente sensoriales que son muy apreciadas por el consumidor (8). Las grasas son una forma concentrada de energía ya que contienen 9 kcal/g (38 kJ/g), es decir, más del doble de la que contienen los hidratos de carbono y las proteínas. Las grasas de la dieta son un medio de transporte para las vitaminas liposolubles, sirven como medio de transferencia de calor a los alimentos en el proceso de fritura y producen una importante sensación de saciedad. De lo dicho se desprende que las grasas tienen un lugar importante como componentes de la dieta, lo que hace difícil su reducción o eliminación en la alimentación humana (6). No obstante, como ya se ha dicho, la industria de alimentos ha sido exitosa en el desarrollo de una gran variedad de SDG que se encuentran en el mercado norteamericano y en otros países. Sería ideal que un solo SDG pudiera realizar todas las funciones de la grasa natural en la preparación de los alimentos, pero ello no ha sido posible porque las materias primas utilizadas son de naturaleza muy variada y, aún más, algunos SDG son productos de la síntesis química (9).

Sustitutos de grasas a base de hidratos de carbono

Estos sustitutos de grasa utilizan como materias primas principalmente cereales y otros granos, incluyendo hidratos de carbono digeribles y no digeribles, tales como gomas, pectinas, fibra soluble, almidones, maltodextrinas, hemicelulosa y celulosa (10).

Las gomas, pectinas, almidones, celulosa y otros compuestos similares cumplen algunas de las funciones de las grasas en los alimentos gracias a su propiedad de captar agua, además de aportar textura y en algunos casos ser agradables al paladar. Las gomas o hidrocoloides solubles son polímeros de largas cadenas que se encuentran en semillas, algas y exudados de plantas. Las gomas pueden usarse en concentraciones que van de 0.1 a 0.5%, mostrando propiedades espesantes, emulsionantes, estabilizadoras y texturales, que a menudo se asemejan a las de las grasas y aceites. Las más usadas en alimentos de bajo contenido graso son la goma xantana, la

goma guar y el carragenano (11). Su uso no requiere la autorización de la FDA, porque ya gozan de la certificación de materiales GRAS (reconocidos generalmente como inocuos).

Las pectinas son hidrocoloides formados por ésteres metílicos del ácido poligalacturónico. Se encuentran en las frutas y verduras y se obtienen por extracción acuosa de cáscaras de manzanas y cítricos. Los geles a base de pectina pueden usarse para reemplazar a la grasa en postres congelados, productos horneados, untables, sopas, salsas y aliños (11,12).

La celulosa es otro material muy valioso perteneciente a este grupo. Puede ser procesada para obtener celulosa en polvo, celulosa microcristalina, carboximetilcelulosa y otros derivados. Al dispersarlos en agua, estos derivados producen una red de gel que estabiliza espumas y emulsiones, modifica la textura, aumenta la viscosidad y aporta fibra dietética.

La celulosa microcristalina tiene una apariencia física similar al almidón. Es comestible, aunque carece de valor nutritivo. Puede usarse en tortas, pan, galletas, pies, masas dulces y papas fritas. La carboximetilcelulosa tiene propiedades espesantes; se hidrata y espesa rápidamente y se puede agregar a mezclas secas que pueden reconstituirse agregando agua o leche (10).

Los almidones se han usado extensamente en la producción de los SDG que se hallan en el mercado. Son atractivos por su bajo contenido calórico de 4 kcal/g (17 kJ/g). Se usan en bajas concentraciones y no requieren la aprobación de la FDA. Se obtienen de cereales (como trigo, maíz, arroz y avena), tapioca, papas y otras especies. Sometiéndolos a hidrólisis ácida o enzimática es posible obtener polímeros de menor peso molecular, en el rango de 5.000 a 1.000.000. También se pueden someter a procesos de entrecruzamiento y de sustitución. Este almidón modificado es luego secado y gelatinizado. Los sustitutos de grasa a base de almidón hidratado producen en la boca una sensación de suavidad que es muy apreciada. Los almidones se comportan muy bien en sistemas de alta humedad como emulsiones de carne, aliños para ensaladas y untables bajos en grasa. Un SDG a base de almidón de avena llamado Oatrim puede usarse para reemplazar a la grasa en alimentos horneados, lácteos y productos de confitería (10).

Las maltodextrinas son polímeros sacáridos que tienen un equivalente de dextrosa menor de 20. Se obtienen por hidrólisis del almidón con ácido o enzimas. Se les encuentra como polvo blanco o en solución concentrada. Las soluciones de maltodextrina tienen un sabor suave, que puede reemplazar a grasas y aceites en una amplia variedad de formulaciones.

Otro producto perteneciente a este grupo es la polidextrosa, que resulta de la polimerización de la glucosa, sorbitol y ácido cítrico (90:10:1) a alta temperatura. La polidextrosa se encuentra disponible en el comercio como polvo y en solución al 70%. Este sustituto es resistente a la hidrólisis por la amilasa; es soluble en agua y no es absorbida en el intestino. Por ello la polidextrosa es un agente espesante de bajo contenido calórico

que se emplea en reemplazo parcial de carbohidratos y grasa. Estudios metabólicos han demostrado que la disponibilidad calórica de la polidextrosa en el hombre es de 4.1 kJ/g (1 kcal/g). Ha sido aprobada para uso en alimentos horneados, caramelos, gomas de mascar, barras nutritivas, budines, coberturas, aliños, postres de leche congelados, gelatinas y otros. Por poseer un efecto laxante los alimentos que contienen más de 15 g de polidextrosa por porción, deben ser etiquetados adecuadamente, recomendándose no consumir más de 90 g por día de este sustituto. Una cualidad importante de la polidextrosa es el aspecto nutritivo es que no afecta ni la absorción ni el metabolismo de nutrientes esenciales (11).

Sustitutos de grasas a base de proteínas

Estos sustitutos se obtienen a base de proteínas de huevo, leche o soya en una forma microparticulada. Tienen muchas de las cualidades organolépticas de la grasa como suavidad y cremosidad. Las micropartículas de proteínas pueden absorber dos veces su peso en agua (1:2) generando de este modo un producto que contiene 1 a 2 kcal por gramo. Por su naturaleza proteica son digestibles y metabolizables.

La Compañía NutraSweet Co. ha desarrollado un producto de esta categoría conocido con el nombre de Simplese, que puede ser utilizado para reemplazar total o parcialmente la grasa de los alimentos. Las proteínas de leche, huevo o suero son coaguladas por el calor y cortadas en partículas como microesferas que tienen un tamaño inferior a 3 µm de diámetro (0.1 µm a 3 µm), las que están bajo el nivel de percepción de la lengua y producen una sensación de cremosidad. La forma y tamaño de las partículas proteicas les confieren las características texturales propias de las grasas y aceites que les permiten deslizarse suavemente unas sobre otras siendo percibidas por la lengua como un fluido y no como partículas sólidas (9,11). Este producto tiene una excelente palatabilidad, pero por el hecho de contener proteínas, estos materiales no pueden usarse para freír ya que las proteínas se denaturan y coagulan. Sin embargo, pueden emplearse en productos horneados tradicionales como lasagnas, pizzas y otros. También pueden usarse en productos lácteos como helados, mantequilla, crema ácida, aliños para ensaladas y margarinas. La FDA ha otorgado a estos materiales la categoría GRAS para ser usados en productos como postres congelados. Además ha reconocido que la proteína microparticulada en base a suero se ajusta a la definición de concentrado proteico de suero, producto éste que tiene la categoría GRAS. Varias Compañías del área de alimentos han desarrollado una gran variedad de productos usando esta tecnología (11,14,15), entre los cuales pueden mencionarse Simplese (NutraSweet, San Diego, Calif.), K-Blazer (Kraft Food Ingredients, Memphis, Ind.), Dairy-lo (Cultor Food Science, Groton, Conn.), Veri-lo (Cultor Food Science, Groton, Conn.), Ultra-Bake (AE Staley Manufacturing Co, Decatur, Ill.), Powerpro (Land O'Lakes Food Division, Arden Hill, Minn.), Proplus (Protein Technologies International, St Louis, Mo.), Supro (Protein Technologies International, St Louis, Mo.).

Sustitutos de grasas a base de ácidos grasos

La estrategia para reducir el contenido de grasa y el valor calórico de los productos obtenidos en base a ácidos grasos consiste en reducir su digestibilidad y absorción. La industria de alimentos ha concentrado sus esfuerzos en desarrollar productos que se denominan análogos de lípidos, entre los cuales se incluyen Salatrim, Caprenina y Olestra.

Salatrim es una familia de triglicéridos estructurados que poseen las propiedades físicas de las grasas, pero que contienen aproximadamente la mitad de las calorías de un aceite comestible natural. Estos productos son familias de triglicéridos estructurados por interesterificación para producir grasas que no existen en la naturaleza. Generalmente son mezclas de triglicéridos de ácidos grasos de cadena larga, mediana y corta, diseñados para obtener beneficios específicos de salud, junto con características de funcionalidad para ser usados en productos horneados y de confitería para los cuales otros SDG no son funcionales. Salatrim contiene sólo 5 kcal/g (10). El nombre de este producto es un acrónimo formado por short and long acyltriglyceride molecule. Salatrim es un triglicérido que constituye una alternativa de bajo contenido energético en relación a las grasas que se usan habitualmente en los alimentos. Los triglicéridos que forman el Salatrim son de dos tipos principales, a saber, uno formado por dos ácidos grasos de cadena corta y uno de cadena larga; el otro está constituido por dos ácidos grasos de cadena larga y uno de cadena corta. La composición de Salatrim se obtiene reemplazando una parte de los ácidos grasos de cadena larga de aceites vegetales altamente hidrogenados como soya y canola, con mezclas específicas de ácidos grasos de cadena corta (C 2 acético, C 3 propiónico o C 4 butírico). Las mezclas de triglicéridos resultantes contienen sustituyentes de cadena larga y de cadena corta unidos al esqueleto de carbonos del glicerol (16).

A diferencia de otros sustitutos de grasa, los triglicéridos que constituyen el Salatrim son hidrolizados durante la digestión, liberando los ácidos grasos y el glicerol. Los ácidos grasos de cadena corta contienen una cantidad de energía menor que los ácidos grasos de cadena larga (17). Estos últimos, como el ácido esteárico (C 18: 0) son sólo parcialmente disponibles para el organismo y no son utilizados completamente, lo que explica el menor valor energético de los compuestos de la familia Salatrim (18).

El consumo de 30 g de Salatrim por día no produce efectos clínicos significativos en individuos que han ingerido experimentalmente este sustituto. Tampoco se han observado efectos sobre las lipoproteínas de alta densidad (HDL) ni en las de baja densidad (LDL). Muy importante es el hecho que Salatrim no afecta la absorción de las vitaminas liposolubles ni de otros micronutrientes. Puede reemplazar a la grasa en chocolates y pastelería, productos horneados, lácteos y snacks. Sin embargo, no es apto para freír. La Compañía que desarrolló este tipo de producto lo ha comercializado con el nombre de Benefat (Cultor Food Science, Groton, Conn.) (16).

Caprenina es otro análogo de lípidos que contiene dos unidades de ácidos grasos de cadena mediana, caprílico y cáprico, y uno de cadena muy larga, el ácido behénico (C22). El ácido behénico es absorbido sólo parcialmente por el organismo y la mayor parte de él pasa por el tracto gastrointestinal sin aportar calorías. Los ácidos grasos de cadena mediana, caprílico y cáprico son metabolizados en forma parecida a los hidratos de carbono y son utilizados con menor eficiencia que los ácidos grasos de cadena larga. El aporte calórico de este sustituto es de 5 kcal/g (21 kJ/g). La caprenina tiene un comportamiento similar a la mantequilla de cacao, con la misma textura y palatabilidad. La Compañía productora de caprenina ha solicitado a la FDA autorización para usar este producto en confitería y en coberturas para nueces, frutas, galletas y otros productos (10,18).

Otra línea de investigación en esta área ha abordado el desarrollo de ésteres de ácidos grasos con hidratos de carbono. El resultado más notable en este sentido ha sido la obtención de un poliéster de sacarosa (PES) que es una grasa sintética, no absorbible a la que se ha dado el nombre de olestra. Este es una mezcla de hexa-, hepta- y octaésteres de sacarosa, resultantes de la esterificación del disacárido con ácidos grasos de cadena larga aislados de grasas y aceites comestibles provenientes de maíz, soya, palma, coco y algodón. Las propiedades físicas de olestra son similares a las de un triglicérido que contenga los mismos ácidos grasos, es decir, un tipo de olestra que contenga ácidos grasos altamente saturados será sólido a la temperatura ambiente y aquel que contenga ácidos grasos altamente insaturados será líquido (9,16).

Las propiedades térmicas de olestra son las mismas de la grasa; pero difiere de ésta en que el producto sintético no es hidrolizado por las enzimas gástricas ni pancreáticas y no es absorbido por el tracto gastrointestinal, lo que explica que olestra no aporte calorías a la dieta. Ello hace posible que pueda sustituir a las grasas en prácticamente todos los usos de éstas, aún en aquellas operaciones culinarias que involucran altas temperaturas como son el horneado y la fritura (18).

Debido a su carácter lipofílico olestra afecta negativamente la absorción de los componentes liposolubles de la dieta, de modo tal que su uso prolongado puede provocar deficiencias de vitaminas liposolubles, beta-caroteno y colesterol. Sin embargo, estos inconvenientes pueden corregirse mediante la suplementación de alimentos que contienen olestra, con vitaminas A, D, E y K (18-22).

Por otra parte, olestra no afecta significativamente la absorción de otros macronutrientes como proteínas, carbohidratos, o vitaminas hidrosolubles y minerales. Noventa adultos normales que consumieron 8, 20 o 32 gramos de olestra durante 8 semanas como parte de una dieta, mostraron sólo algunas molestias gastrointestinales pasajeras de intensidad suave a moderada, tales como meteorismo, cólicos, deposiciones disgregadas y diarrea. Estos síntomas no afectaron el cumplimiento del protocolo del estudio (20).

La FDA aprobó el uso de este sustituto graso en Enero de

1996 considerando que los estudios realizados habían demostrado que éste no es tóxico, carcinogénico, genotóxico ni teratogénico (22,23). Esta aprobación permitió a la Compañía Procter & Gamble, Cincinnati, OH reemplazar en 100% a las grasas tradicionales en la preparación de snacks de sabor salado o picante, pero no en los de sabor dulce. En la actualidad la Compañía citada comercializa olestra con el nombre de Olean.

La industria de alimentos ha tenido éxito en desarrollar una amplia variedad de productos de bajo contenido calórico a fin de ofrecer a la población nuevas alternativas que le permitan reducir la ingesta de grasa y por ende la prevalencia de obesidad y algunas enfermedades crónicas. Los sustitutos de grasa pueden ser usados con diferentes fines. Uno de ellos es facilitar la disminución del consumo de grasa total y grasa saturada sin afectar la aceptabilidad de los alimentos. Otro objetivo es lograr una reducción en el consumo total de energía para mejorar la salud, la apariencia física y la autoestima. Otra finalidad persigue usar los sustitutos de grasa para aumentar el volumen de alimentos ingeridos reduciendo la ingesta de grasa de la dieta (24, 25).

REFERENCIAS

1. Wiesenfeld PL. Nutrition labeling: energy values of foods and fat substitutes. *Am J Clin Nutr.* 1995; 62S:143S-1146S.
2. Drewnoski A. Why do we like fat? *J Am Diet Assoc.* 1997; 97S:58S- 62S.
3. Kinsella JE. Food lipids and fatty acids: importance in food quality, nutrition and health. *Food Technol.* 1988;42:124-144.
4. Wynder E, Cohen LA, Winters BL. The challenges of assessing fat intake in cancer research investigations. *J Am Diet Assoc.* 1997;97S:5S-8S.
5. Weisburger JH. Dietary fat and risk of chronic disease: mechanistic insights from experimental studies. *J Am Diet Assoc.* 1997;97S: 16S- 23S.
6. Drewnoski A. Sensory properties of fats and fat replacements. *Nutr Rev.*1992; 50(4):17-20.
7. Stillings BR. Trends in foods. *Nutrition Today.* 1994; 29(5):6-13.
8. Mela DJ. The basis of dietary fat preferences. *Trends Food Science & Technol.* 1990; 1(3):71-73.
9. Vanderveen JE & Glinsmann WH. Fat substitutes: a regulatory perspective. *Ann Rev Nutr.* 1992;12:473-487.
10. Giese J. Fats, oils, and fat replacers. *Food Technol.* 1996;50(4):78-83.
11. Artz WE & Hansen SL. Other fat substitutes. I Gum, soluble dietary fiber and hemicellulose and cellulose-based fat substitutes. In: Akoh CC & Swanson BG. Carbohydrate polyesters as fat substitutes. 1994;197-228. Marcel Decker, ed.
12. Badui S. Hidratos de carbono. En: *Química de los Alimentos.* p.45-122. Longman de México S.A. De C.V, edit 3^{ra} edición 1996.
13. Bamba T, Fuse K, Chun W, Hozola S. Polydextrose and activities of brush-border membrane enzymes of small intestine in rats and glucose absorption. *Nutrition.* 1993; 9: 233-236.

14. Akoh CC. Fat Replacers. *Food Technol.* 1998;52 (3):47-53.
15. ADA. Position of the American Dietetic Association: Fat Replacers. *J Am Diet Assoc.* 1998; 98:463-468.
16. Kosmark R. Salatrim: properties and applications. *Food Technol.* 1996;(4): 98-101.
17. Ranhotra GS, Gelroth JA & Leinen SD. Energy value of a fat high in stearic acid. *J Food Sci.* 1998;63:363-365..
18. Akoh CC. Synthesis of carbohydrate fatty acid polyesters as fat substitutes. In: Akoh CC & Swanson BG. In: *Carbohydrate polyesters as fat substitutes*: Marcel Dekker ed., p.9-35, 1994.
19. Peters JC, Lawson K, Middleton S, Keith C, Treibwasser. Assessment of the nutritional effects of Olestra, a nonabsorbed fat replacement: Introduction and overview. *J Nutr.* 1997;127(8S): 1539S- 1546S.
20. Schlagheck TG, Ricardi KA, Zorich NL, Torri SA, Dugan LD & Peters JC. Olestra dose response on fat-soluble and water-soluble nutrients in humans. *J Nutr.* 1997;127(8S):1646S-1665S.
21. Schlagheck TG, Kesler JM, Jones MB, Zorich NL, Dugan LD, Davidson MH & Peters JC. Olestra's effect on vitamins D and E in humans can be offset by increasing dietary levels of these vitamins. *J Nutr.* 1997;127(8S):1666S-1685S.
22. Koonsvitsky BP, Berry DA, Jones MB, Lin PYT, Cooper DA, Jones DY & Jackson JE. Olestra affects serum concentrations of alpha-tocopherol and carotenoids but not vitamin D or K status in free-living subjects. *J Nutr.* 1997;127 (8S):1636S-1645S.
23. Klis J. FDA approves fat substitute, Olestra. *Food Technol.* 1996;50:124.
24. Clydesdale F. Olestra: The approval process in letter and spirit. *Food Technol.* 1997;51 (2):104-85.
25. Sullivan L. Steps toward a fat-free future. *J Am Diet Assoc.* 1997;97S:52S-53S.

Recibido: 04-11-1998

Aceptado:17-03-1999

Biodisponibilidad del hierro de los alimentos

Carmen Martínez, Gaspar Ros, Maria Jesús Periago y Ginés López

Nutrición y Bromatología. Facultad de Veterinaria. Universidad de Murcia. Campus de Espinardo. Murcia. España

RESUMEN. Las necesidades nutricionales del hierro en los seres vivos derivan del papel fundamental que ejerce en el metabolismo energético celular. Sin embargo su accesibilidad se ve mermada puesto que su forma química predominante (Fe III) posee una baja solubilidad. En los alimentos se encuentra en dos formas diferentes, hierro *hemo* y *no hemo*, las cuales siguen distintas rutas de absorción con diferente eficiencia, que depende de diversos factores tanto fisiológicos como dietéticos. Estos factores actúan, por tanto, aumentando o disminuyendo la proporción del hierro de un alimento o de una dieta que es utilizada en el metabolismo, es decir, su biodisponibilidad. La falta de hierro en el organismo ocasiona, en último extremo, anemia, una de las deficiencias nutricionales más comunes en el mundo y que afecta tanto a países en vías de desarrollo como a países desarrollados. Para trabajar en la prevención de esta enfermedad, es necesario ante ahondar en el conocimiento de la nutrición del hierro.

Palabras clave: Hierro, biodisponibilidad.

SUMMARY. Iron bioavailability in foods. The nutritional need for iron in living organisms is derived from the central role that it plays in the energy metabolism of living cells. However, iron exists in almost exclusively in the less soluble oxidised state (Fe III). This has greatly reduce its accessibility. Iron in foods exist in two main forms: *haem* iron and *non-haem* iron, which are absorbed by different pathways with different degrees of efficiency depending upon dietary and physiological factors. All these factors increase or reduce the proportion of the total iron in a food or diet that is utilised for metabolism, that is iron bioavailability. Iron deficiency leads to anaemia, one of the most common nutritional deficiency disorders in the world both in industrialised and developing countries. Preventing this illness is based on a gradual growth in our understanding of iron nutrition.

Key words: Iron, bioavailability.

INTRODUCCION

El hierro es el elemento traza más abundante en el organismo animal y en el ser humano, y el segundo metal más abundante en la corteza terrestre. Como parte de la hemoglobina, el grupo hemo (y por tanto, el hierro) es necesario para transportar el oxígeno desde los pulmones hasta los tejidos, y como componente de la mioglobina, el hemo es necesario para almacenar el oxígeno que será utilizado durante la contracción muscular (1). El hierro es también componente de enzimas que contienen hemo (citocromos, catalasa y peroxidasa) y de otras que no lo contienen (proteínas hierro-sulfuro y metaloflavoproteínas) implicadas en el metabolismo oxidativo.

A la vista de estas asociaciones hierro-proteínas, es claro que las principales funciones del hierro en el ser vivo son: a) transportar oxígeno a través de la sangre y en el propio tejido muscular. b) intervenir en los procesos redox que tienen lugar en las reacciones de transferencia de electrones en la cadena respiratoria, y que posibilitan la fosforilación oxidativa del ADP a ATP.

Este elemento, existe en dos estados: ferroso (Fe II) y férrico (Fe III). Actualmente, predomina en el estado oxidado, y a la vez menos soluble (Fe III). Este hecho ha reducido

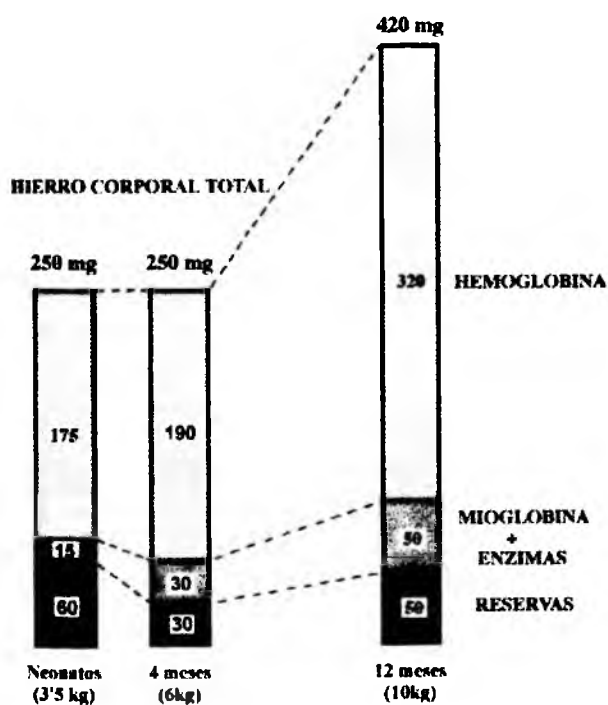
considerablemente su acceso a muchas formas de vida, incluyendo el hombre, e incluso se ha considerado el principal factor que ha influido en la etiología de la anemia por deficiencia en hierro (2).

Distribución del hierro en el organismo

En el varón adulto normal (70 kg de peso) el contenido total de hierro es de 4 a 5 g. De esta cantidad, el 60% del hierro corporal total se encuentra en la hemoglobina, aproximadamente el 5% en la mioglobina, el 5% en enzimas que contienen hierro, y el resto en compuesto de depósito como son la ferritina (20%) y la hemosiderina (10%). Apenas un 0.1% de hierro se encuentra en el plasma o fluidos extracelulares, unido a la proteína transferrina, que lo transporta hacia los diversos tejidos del organismo (1). Por otra parte, en los primeros meses de vida, la distribución de hierro en el organismo del niño sufre una serie de cambios que se pueden dividir en tres etapas, según se aprecia en la Figura 1 (3): en el recién nacido, los niveles de hierro son de 75 mg/kg de peso, (aproximadamente 250 mg en un niño de 3.5 kg). Tras el nacimiento, los niveles de hemoglobina son particularmente altos, reflejando el ambiente intrauterino pobre en oxígeno, pero también existe una cantidad considerable de hierro almacenado en forma de ferritina y hemosiderina. En los primeros

dos meses de vida la eritropoyesis está disminuida debido al aumento del oxígeno que llega a los tejidos del neonato y a la corta vida de los glóbulos rojos fetales (el 60% de la de los adultos), por lo tanto, aunque el nivel de hierro total del niño no cambia, la hemoglobina desciende desde 170 g/l en el nacimiento hasta 125 g/l en la cuarta semana de vida. Paralelamente la ferritina sérica aumenta así como los depósitos de hierro hepáticos. A partir del segundo mes de vida y hasta el cuarto apenas hay variaciones en el contenido total de hierro del niño, sin embargo la eritropoyesis aumenta, la concentración de hemoglobina se estabiliza y la ferritina sérica disminuye, así como los depósitos de hierro hepáticos. A partir del cuarto mes de vida, el aumento del tamaño corporal del niño conlleva a un aumento del hierro corporal total, que llega a ser de 420 mg a los 12 meses de vida. En el sexto mes de edad los depósitos hepáticos de hierro se agotan a menos que el niño reciba este elemento a partir de una fuente dietética adecuada.

FIGURA 1
Cambios en la distribución del hierro en el organismo durante la infancia



A continuación se exponen los diferentes compuestos que poseen hierro en el organismo (4):

Hemoglobina: aproximadamente dos tercios del hierro corporal está presente en la hemoglobina de los glóbulos rojos, siendo esencial esta molécula en el transporte de oxígeno. La molécula de hemoglobina está formada por cuatro subunidades, cada una de ellas es una cadena de polipéptidos unida a una molécula de hemo, y tiene un peso molecular de 65.000, con

un contenido en hierro de 0.34%. El hierro se encuentra estabilizado en estado ferroso, que permite unirse de forma reversible al oxígeno. La síntesis de hierro hemo y su unión a la globina, tiene lugar en la médula ósea en las últimas etapas de desarrollo del glóbulo rojo. El hierro es transportado a la médula ósea en forma férrica y unido a la transferrina.

Mioglobina: es un péptido sencillo homólogo a la hemoglobina con un peso molecular de 17.000. Le confiere el color rojo al músculo y su función es almacenar el oxígeno cedido a los tejidos por la hemoglobina para su utilización durante la contracción muscular. Esta proteína constituye del 5% al 10% del total del hierro corporal.

Citocromos: son enzimas del transporte de electrones que se localizan en la mitocondria así como en otras membranas celulares. Son capaces de sobrellevar oxidaciones reversibles por medio de cambios en el estado de oxidación del hierro. Los citocromos a, b y c son esenciales para la producción de la energía celular en forma de ATP. El citocromo c posee un peso molecular de 13.000 y, como la mioglobina, se compone de una cadena peptídica sencilla y un grupo hemo, que contiene un átomo de hierro.

Enzimas con hierro: están involucrados en el transporte de electrones mediante transiciones reversibles Fe(II)-Fe(III). Incluyen flavoproteínas como la NADH dehidrogenasa, aconitasa y succinildehidrogenasa. Otras enzimas como la catalasa y peroxidasa poseen cuatro grupos hemo, cada uno con un átomo de hierro. Están ampliamente distribuidas en el organismo pero se encuentran de forma abundante en los glóbulos rojos y en el hígado. Su función es reducir el peróxido de hidrógeno que se produce en el organismo. También existen enzimas con hierro no hemo, como la aconitasa y la flavoproteína xantina oxidasa.

Transferrina: es una glicoproteína (peso molecular, 80.000) que transporta hierro catiónico a través del plasma. Similar estructuralmente a la *lactoferrina* de la leche, la cadena polipeptídica se organiza en dos lóbulos, cada uno de los cuales posee un único lugar de unión al hierro. La afinidad de esta proteína por el hierro es muy elevada a pH 7.4, sin embargo, el metal puede ser cedido en medio ácido experimentalmente (pH 5.5). En los tejidos, la cesión del hierro a las células se realiza gracias a la interacción con receptores específicos de la membrana celular denominados "receptores de transferrina" (5).

Lactoferrina: se encuentra en alta concentración en la leche materna humana (1 mg/ml) y es capaz de fijar dos átomos de hierro férrico por molécula. Se halla también presente en la saliva, en los granulocitos neutrófilos y en la mucosa superficial del estómago como parte de la capa protectora. La lactoferrina parece jugar un papel importante en la defensa del niño alimentado a pecho frente a infecciones, impidiendo que las bacterias utilicen el hierro necesario para su crecimiento e incrementando el mecanismo microbicida de los fagocitos.

Ferritina: proteína soluble esférica que contiene en su interior un núcleo con aproximadamente 1500 átomos de

hierro, constituyendo la principal reserva de hierro del organismo. La ferritina abunda en el hígado, bazo y médula ósea, y está presente en baja concentración en plasma y orina (6). La forma degradada de la ferritina es la *Hemosiderina*, cuya proporción aumenta notablemente cuando se incrementa la acumulación de hierro en el organismo.

Concepto de biodisponibilidad

Para conocer en qué medida un alimento aporta un nutriente, en este caso hierro, no sólo basta con determinar su contenido en dicho alimento, sino que es necesario conocer qué cantidad del mismo puede ser utilizada por el organismo, es decir, su biodisponibilidad (7). La «biodisponibilidad» se define como la fracción de nutriente en una dieta o en un alimento, que puede ser utilizada por el organismo (8). Efectivamente, salvo raras excepciones, sólo una pequeña proporción del total de nutrientes ingeridos en la dieta son utilizados por nuestro organismo. Ello depende de que el nutriente se encuentre presente en la dieta en una forma química que pueda ser transportada a través de la mucosa, o que tras su digestión pueda ser absorbido de forma que pueda ser utilizado en el metabolismo normal. Es necesario aclarar que el término «absorción» no es sinónimo de disponibilidad, puesto que puede ocurrir que algunos constituyentes de la dieta, a pesar de ser absorbidos de manera efectiva, no sean metabolizados y se eliminen. La utilización comprende pues, los procesos de transporte, asimilación celular y transformación en forma biológicamente activa, de tal manera que dicho nutriente se emplee en el mantenimiento de las funciones metabólicas normales (9).

La biodisponibilidad de un nutriente se ve influida por distintos factores, en concreto, en la utilización de los elementos traza de los alimentos estos factores se clasifican en dos grandes grupos: los de tipo intrínseco o fisiológicos y los extrínsecos o dietéticos (10). Entre los primeros cabe mencionar: la especie animal, la edad, anomalías genéticas, estados fisiológicos (embarazo y lactancia) y nutricional, estados patológicos eventuales, y adaptación a variaciones en el aporte de estos nutrientes. Los extrínsecos o dietéticos incluyen: el aporte total de elemento por los alimentos, la forma química, propiedades físicas (solubilidad) y propiedades químicas del nutriente. Por otra parte existen importantes interacciones entre minerales puesto que a menudo comparten las mismas rutas metabólicas.

Fuentes alimentarias de hierro

En la Tabla 1 se expone el contenido en hierro de algunos alimentos (11-13), más adelante nos centraremos en los factores que determinan su absorción y utilización. Las principales fuentes de origen animal son las carnes rojas y las vísceras, en especial el hígado, y los moluscos bivalvos, que acumulan el hierro en sus tejidos. En el otro extremo se encuentran la leche (incluyendo la leche materna) y los productos lácteos, que son

muy pobres en este elemento. Entre las fuentes de origen vegetal, las legumbres secas lo contienen en porcentajes elevados, incluso mayores que las carnes, aunque su biodisponibilidad es mucho menor. Ello no es óbice para considerarlas fuentes recomendables. Los cereales integrales y los enriquecidos con hierro, que con frecuencia se consumen en el desayuno, son otra fuente importante de este mineral.

TABLA 1
Contenido en hierro de algunos alimentos (11-13)

Alimento	Hierro (mg por 100 g de porción comestible)
Carnes	
Hígado	8-10
Ternera	2-3.5
Embutidos	2-2.5
Pollo	1.5-2
Pescados	
Sardinas	2.9
Atún	1
Bacalao	0.4
Ostras	26
Mejillones	7.7
Huevos	
Entero	1.9
Yema	6.1
Legumbres secas	8.5-5.3
Cereales	
Pan blanco	1.7
Pan integral	2.5
Corn-flakes	6.7
All-bran	12.0
Hortalizas	
Espinacas	1.6
Patatas	0.4
Leche	
Leche de vaca, yogur	0.1

Ingesta diaria recomendada

Si bien los requerimientos diarios están bien establecidos, los expertos cuestionan si esta ingesta debería ser calculada suponiendo que en los individuos existe suficiente hierro almacenado, y si la ingesta diaria de hierro se puede basar en modelos de biodisponibilidad derivados en gran medida de estudios en alimentos individuales. En este sentido es importante destacar que durante el embarazo las necesidades de hierro son mayores, ya que durante el segundo y tercer trimestre de gestación los requerimientos de hierro no pueden ser cubiertos únicamente por la dieta. El Comité de Expertos FAO/OMS (2) publicó un informe con una serie de valores recomendados para diferentes grupos estratificados por edad y sexo que reflejan los valores estimados para aplicar al percentil 95 de la población (Tabla 2).

TABLA 2

Requerimientos diarios e ingesta diaria recomendada en función de la biodisponibilidad estimada del hierro de la dieta en varias categorías por edad y sexo. Los valores se basan en el cálculo del percentil 95 (2)

Grupo	Edad (años)	Requerimiento (µg/kg/día)	Ingesta recomendada (mg/día)		
			Baja (5%)	Media (10%)	Alta (15%)
Niños	0.25-1	120	21	11	7
	1-2	56	12	6	4
	2-6	44	14	7	5
	6-12	40	23	12	8
Chicos	12-16	34	36	18	12
Chicas	12-16	40	40	20	13
Hombre adulto	18	23	11	8	
Mujer adulta					
-menstruación	43	48	24	16	
-menopausia	18	19	9	6	
-lactancia	24	26	13	9	

El hierro en la dieta vegetariana

La mayoría de la población mundial se alimenta predominantemente de una dieta vegetariana con una baja biodisponibilidad de hierro comparada con las dietas que contienen carne.

Aunque una porción significativa del hierro de la dieta de los omnívoros procede del consumo de carne e hígado, existen gran cantidad de verduras y cereales que aportan hierro a la dieta. El pan, los cereales integrales y enriquecidos con hierro, nueces y hortalizas, son fuentes importantes de hierro; sin embargo, la fruta, productos lácteos y la mayoría de los alimentos ricos en almidón tales como el arroz blanco y las patatas son pobres en este mineral. El hierro de los alimentos de origen vegetal se absorbe, como exponemos a continuación, muy poco comparado con el hierro hemo que se encuentra en los alimentos de origen animal, especialmente la carne; la presencia de fibra dietética, oxalatos, fosfatos, fitatos y/o taninos, que forman complejos insolubles con el hierro no-hemo puede limitar su absorción. De cualquier manera, ésta se ve incrementada por la presencia de vitamina C que está presente en muchas frutas y verduras.

Las concentraciones de hemoglobina en los vegetarianos se encuentran generalmente dentro de los rangos normales, (14-16). Sin embargo las concentraciones de ferritina sérica son menores que en omnívoros (15). Según estos autores, la ingesta de hierro hemo, que proporciona aproximadamente el 25% de la ingesta total de hierro de los omnívoros, está correlacionada positivamente con la concentración de ferritina sérica. La población india (predominantemente vegetariana) que habita en Inglaterra y Norteamérica ha mostrado una alta prevalencia en la deficiencia de hierro, sobre todo en mujeres

(15,17) y niños (18) comparado con la población omnívora. También se ha descubierto una alta prevalencia, que va en aumento, de la anemia por deficiencia en hierro en los nuevos vegetarianos y en aquellos que siguen dietas macrobióticas (19).

Absorción del hierro de la dieta

Se han descrito dos rutas de absorción del hierro de la dieta a través de las células de la mucosa gastrointestinal. Estas reflejan las dos formas principales de hierro, denominadas hierro no-hemo y hierro hemo. El hierro hemo, como hemos señalado, se encuentra en la carne formando parte de las moléculas de hemoglobina y mioglobina. Este tipo de hierro entra directamente en las células de la mucosa en forma de complejo hierro-porfirina, y su absorción está determinada principalmente por el nivel de hierro corporal, y en muy pequeña parte por factores dietéticos, con dos excepciones, la carne aumenta y el calcio inhibe la absorción de hierro hemo (y no-hemo) (20). El hierro no-hemo se encuentra en los cereales y las verduras, aunque también forma parte en la carne y otros alimentos (sólo el 45%-60% del hierro de la carne se encuentra en forma de hierro hemo) (21).

El hierro no-hemo prevalece sobre el hemo en la dieta, aunque su absorción se haya influida marcadamente por un gran número de factores dietéticos y fisiológicos. El hierro hemo se absorbe de manera más eficiente que el no-hemo (22), aunque en dietas con alta proporción de carne, únicamente supone un 10%-15% de la ingesta total de hierro (23).

Inhibidores de la absorción de hierro no-hemo

Los alimentos de origen vegetal como los cereales y las leguminosas contienen cantidades relativamente elevadas de hierro no-hemo, sin embargo su biodisponibilidad es baja debido a diversos factores dietéticos. El ácido fítico, abundante en los cereales, los taninos presentes en las hojas de té y ciertas plantas forrajeras (24,25), y las pectinas abundantes en frutos, son capaces de reducir la absorción intestinal de hierro formando complejos insolubles. La fosvitina del huevo disminuye la biodisponibilidad del catión presente en el alimento. Además, como hemos citado anteriormente, el calcio inhibe la absorción del hierro hemo y no-hemo. Parece ser que el calcio interfiere en la transferencia de hierro hemo y no-hemo a través de un paso intracelular común para ambos elementos (20). En estudios realizados en adultos, la media geométrica de absorción de hierro a partir de un alimento que proporciona una ingesta generosa de calcio y fósforo fue sólo del 50% respecto a la que se obtenía con un alimento similar que proporcionaba una baja ingesta de calcio y fosfato (26).

La fuente proteica posee un importante impacto en la absorción de hierro hemo y no hemo. Mientras que la proteína procedente de los tejidos animales puede aumentar la absorción del hierro no-hemo, las proteínas vegetales pueden no influir o incluso inhibir tal absorción:

a) *Absorción del hierro en presencia de proteínas de*

origen animal: Las proteínas de origen animal poseen un efecto estimulador de la absorción del hierro no hemo si este proviene de otros constituyentes del alimento o de la carne en sí. El músculo de ternera induce un incremento de diez veces en la absorción de hierro de un alimento a base de maíz (27). Otros autores han confirmado este hecho utilizando diferentes tejidos animales (28-30). Sin embargo, no se han observado diferencias estadísticamente significativas entre tejidos animales de diferentes especies (28). En este sentido, Lynch y col. (30) concluyeron que un incremento de la cantidad de proteína tisular en una dieta determina sólo un pequeño aumento de la absorción del hierro no-hemo.

Mientras que las proteínas derivadas de tejidos animales incrementan la absorción del hierro no-hemo, las proteínas no tisulares no producen este efecto. Así, Callender y col. (31) y posteriormente Cook y Monsen (32) evidenciaron que determinadas fuentes de hierro no-hemo como el huevo, la leche o el queso, producían una reducción significativa en la absorción de hierro.

Por otra parte, se han realizado numerosos intentos para aislar el denominado «factor carne» de los tejidos animales desde que se descubrió su efecto promotor en la absorción de hierro. Parece ser que los aminoácidos libres, y en particular los aminoácidos divalentes como la asparragina, glicina y serina, incrementan la absorción de hierro en ratas (33). Otro grupo de investigadores han identificado a los residuos que contienen cisteína como los principales contribuyentes del «efecto carne» (34,35). El comportamiento de estos péptidos se ha estudiado «in vitro» comprobándose un aumento en la absorción de hierro no-hemo a partir de una dieta a base de maíz. Estos péptidos son estables en el tracto gastrointestinal y sus grupos tiol tienden a permanecer sin oxidarse. Las proteínas miofibrilares actina y miosina, contienen un número significativo de residuos de cisteína por molécula, y es posible que estas proteínas proporcionen lugares de unión al hierro en el medio gastrointestinal de tal manera que permanezcan en solución, requisito indispensable para su absorción (36). Además de la solubilización del hierro por los péptidos, la estimulación de la secreción de jugo gástrico inducida por la carne y el tiempo que tarda en alcanzar un pH menor que 3, es significativamente menor que en otras proteínas.

b) Absorción de hierro en presencia de proteínas vegetales: La absorción del hierro a partir de fuentes proteicas de origen vegetal, es menor que a partir de la carne. Debido a su bajo coste y amplia disponibilidad, los productos derivados de la soja se utilizan en numerosas fórmulas infantiles, en la elaboración de productos cárnicos, en panadería y en la industria láctea (37). La absorción de hierro no-hemo a partir de la proteína de la soja es bastante reducida (38,39). Otras leguminosas y frutos secos han mostrado igualmente una baja disponibilidad de hierro. El alto contenido en ácido fítico de la soja juega un papel esencial en la baja absorción del hierro, de hecho, se ha comprobado que la absorción de hierro en harina de soja libre de fitato, es dos veces mayor que en la harina con

este antinutriente. Aun así, esta diferencia no posee una magnitud suficiente en sí misma para explicar este efecto (40), siendo necesario profundizar con nuevas investigaciones en este aspecto.

Estimuladores de la absorción de hierro no-hemo

Existen por otra parte, gran cantidad de componentes de los alimentos capaces de atraer a los minerales desde sus inhibidores y transferirlos a un aceptor fisiológico molecular. Estos compuestos se denominan «promotores» (41). El ácido ascórbico es quizá el promotor más conocido de la absorción de hierro no-hemo, sin embargo, no posee ningún efecto sobre el hierro hemo (42). Otros ácidos orgánicos como citrato, malato y lactato, pueden quemar minerales, pero ninguno se muestra tan efectivo como el ascórbico (41), cuya acción sobre la absorción de hierro se incrementa conforme aumenta su concentración en la dieta (42). El efecto de este ácido puede estar relacionado en primer lugar con su efecto reductor, que previene la formación de hidróxido férrico insoluble, y en segundo lugar con la capacidad que posee de formar complejos solubles con iones férricos, manteniéndose esta solubilidad a pH alcalino en el duodeno (42). Un efecto similar parece tener también la vitamina A y los β -carotenos. Según estudios recientes (43), estos compuestos aumentan la absorción del hierro no-hemo que aportan diversos cereales formando complejos solubles con el hierro y previniendo el efecto inhibitorio de los fitatos y polifenoles en la absorción del hierro.

En la absorción del hierro no-hemo también juega un importante papel de promotor el «efecto carne», según se menciona anteriormente.

En la Tabla 3 que exponemos a continuación, queda reflejado un resumen de los diversos factores que intervienen en la absorción de este mineral tan importante para el organismo.

TABLA 3

Factores que influyen en la absorción de hierro de la dieta

Absorción de hierro hemo
Cantidad de hierro hemo presente en la carne
Contenido en calcio de la comida
Forma de preparación del alimento (tiempo y temperatura)
Absorción de hierro no-hemo
Estado nutricional del individuo
Cantidad de hierro no-hemo biodisponible
Balance entre los factores de la dieta que incrementa o inhiben la absorción de hierro:
Factores que incrementan la absorción de hierro
Acido ascórbico
Carne, pescado, mariscos
Ciertos ácidos orgánicos
Factores que inhiben la absorción de hierro
Fitatos
Compuestos fenólicos
Calcio
Proteína de la soja

Regulación de la absorción de hierro

La capacidad del cuerpo para excretar hierro es extremadamente limitada (44) por lo tanto el proceso de absorción juega un papel principal en el mantenimiento de la homeostasis del hierro. En general, solo una pequeña proporción del hierro de la dieta es absorbido, siendo esta cantidad bastante variable inter e intraindividualmente (45).

El factor más importante que regula la absorción corporal de hierro es la propia necesidad corporal de hierro: cuanto más reducida es la cantidad de hierro depositado en los distintos lugares de reserva del organismo, tanto mayor es la cantidad del metal que se absorbe en el tracto digestivo, y viceversa. Lo que significa que la homeostasis del hierro está controlada mucho más por la absorción que por la excreción del catión. Por otra parte, la capacidad de la mucosa para absorber hierro depende de la presencia de receptores del catión en la superficie de la mucosa del epitelio intestinal; una vez en el citoplasma del enterocito, el hierro pasa la membrana serosa, y se transfiere al torrente circulatorio a través de una serie de procesos altamente regulados cuyos mecanismos precisos son todavía escasamente conocidos. No se ha identificado aún la señal (o señales) que desencadena y regula la absorción de hierro, aunque los datos de que se disponen actualmente han permitido eliminar determinadas posibilidades tales como el contenido en ferritina de las células mucosales, eritropoyetina, transferrina, situaciones corporales caracterizadas por saturación de transferrina, etc (25). Es posible que intervengan factores hormonales. Se puede afirmar, que casi sin excepción, los factores que estimulan la eritropoyesis, o que llevan consigo pérdidas corporales de hierro (hemorragia, deficiencias nutricionales del elemento, etc.), hacen que la capacidad absorbente de hierro en el tracto intestinal aumente notablemente. Por lo tanto, la cantidad de hierro que penetra en los enterocitos, y que después se transfiere al torrente circulatorio, está determinada por la actuación de una serie de mecanismos reguladores fisiológicos no bien establecidos, y por la cantidad de hierro almacenada en el organismo (46). En este sentido, es importante señalar que cuando se consumen dietas en las que están presentes cantidades elevadas de hierro de forma altamente disponible, se produce un incremento progresivo de la cantidad absorbida del mineral; el límite máximo en la absorción de hierro viene determinado por factores del propio individuo, tales como el propio nivel de hierro de su organismo. Sin embargo, la ingesta prolongada de hierro en alta cantidad puede contribuir a la aparición de una sobrecarga corporal del catión, aunque este hecho suele ocurrir únicamente cuando existe alguna alteración importante en el metabolismo del hierro o de la eritropoyesis (47).

Medida de la disponibilidad de hierro de los alimentos

Las medidas de la ingesta de hierro a partir de los alimentos poseen un valor limitado a la hora de informar sobre el valor nutritivo de una dieta si no se indica la biodisponibilidad de hierro. Se han desarrollado varias técnicas para medir la

disponibilidad de este elemento traza en los alimentos. De forma general se pueden dividir en métodos *in vitro* e *in vivo*.

Métodos *in vitro*: se basan en medir el hierro que es disponible por absorción, mediante la determinación de hierro dializable utilizando una membrana de diálisis en equilibrio (48) o mediante diálisis en flujo continuo (49). Los métodos propuestos realizan un tratamiento enzimático en dos etapas, la primera con pepsina a pH 2.5 y la segunda con pancreatina y amilasa a pH neutro determinando la solubilidad tras esta digestión que simula los procesos que tienen lugar en el estómago y en el intestino delgado. Estos métodos no tienen en cuenta los factores fisiológicos que afectan a la eficiencia en la absorción de hierro como son el estado nutricional, transporte activo, interacciones con la mucosa y flora intestinal, aunque son importantes para comprender los datos obtenidos *in vivo* y permiten un mejor control de las variables experimentales. Tienen la ventaja de ser más baratos y de requerir menos medios que las técnicas *in vivo*, sin embargo los investigadores recomiendan prudencia a la hora de interpretar los resultados de tales estudios (50).

Métodos *in vivo*: la incorporación del hierro a la hemoglobina es probablemente el único método que verdaderamente determina la biodisponibilidad de este mineral, ya que es una medida directa de la utilización de hierro. Aproximadamente un 90% del mineral absorbido a partir de la dieta se emplea principalmente para la síntesis de hemoglobina. Algunos estudios emplean isótopos radiactivos (^{55}Fe y/o ^{59}Fe) para marcar de forma extrínseca el hierro de los alimentos, y determinar la incorporación a la hemoglobina de la dosis ingeridas de isótopo tras 14 días de su administración (46). No obstante existen hoy en día consideraciones éticas que sugieren la búsqueda de alternativas al uso de radioisótopos, puesto que no se dispone de pruebas de que las radiaciones ionizantes a las dosis que se aplican en los ensayos provoquen efectos perjudiciales en el hombre. Por esta razón, no es posible la utilización de radioisótopos en algunos grupos de población como las mujeres embarazadas, durante la lactación y en niños. Esta alternativa se ha encontrado utilizando isótopos estables. Los isótopos estables son núclidos de un elemento con el mismo número atómico pero diferente número de neutrones. Poseen propiedades químicas semejantes, pero difieren en su masa. Existen cuatro isótopos estables de hierro ^{54}Fe , ^{56}Fe , ^{57}Fe y ^{58}Fe , siendo su abundancia en la naturaleza de 5.81, 91.75, 2.15 y 0.29% respectivamente (51), sin embargo sólo dos de ellos (^{57}Fe y ^{58}Fe) se utilizan en estudios de biodisponibilidad (52,53). Todos los isótopos estables se encuentran en la naturaleza en una proporción determinada, cuanto mayor sea su abundancia natural, mayor será la dosis necesaria de dicho isótopo para detectar la incorporación del hierro marcado a los eritrocitos, por tanto no resulta factible la utilización de ^{54}Fe y ^{56}Fe en este tipo de ensayos.

Las principales ventajas de estos métodos son que los isótopos estables pueden ser utilizados sin peligro en toda la población, además no sufren decaimiento y por lo tanto no hay

limitaciones de tiempo en la duración del ensayo, pudiendo ser las muestras almacenadas indefinidamente (51). Sin embargo los isótopos estables tienen sus limitaciones: en los estudios de absorción de hierro, la cantidad de isótopo que debe ser añadida al alimento para detectar su incorporación al eritrocito es muy elevada, sobre todo en adultos. Además hay que contar con su elevado precio y disponibilidad reducida. La preparación de las muestras es laboriosa, y precisa de una instrumentación costosa que no siempre está disponible en los laboratorios.

Existen otros estudios *in vivo* que determinan la absorción y/o retención de hierro en el organismo. La administración de una dosis determinada de un radioisótopo en la dieta y su valoración posterior en el individuo mediante contadores de centelleo, pueden determinar la retención de hierro en el organismo. También es posible calcular la retención del mineral midiendo la excreción del isótopo en heces; en este caso pueden emplearse también isótopos estables de hierro.

CONCLUSION

Aunque la información disponible sobre el hierro es más abundante que con respecto a cualquier otro oligomineral, aún quedan muchas preguntas y problemas sin resolver. Existe un campo abierto a la investigación sobre las interacciones entre el hierro y otros componentes de la dieta que pueden influir en su utilización. Por otra parte sería necesario incluir más información sobre el contenido en hierro disponible en las tablas de composición de alimentos, teniendo en cuenta que las ingesta de hierro en niños, adolescentes y mujeres en edad fértil suelen estar por debajo de las raciones diarias recomendadas.

REFERENCIAS

- Carpenter CE, Mahoney AW. Contributions of heme and nonheme iron to human nutrition. *Crit Rev Food Sci*. 1992; 31: 333-367.
- FAO/OMS Requirements of vitamin A, iron, folate and vitamin B12. Joint Expert Consultation Report. FAO Food and Nutrition Series 23, FAO, Rome, 1988.
- Dallman PR. Iron deficiency in the weanling: a nutritional problem on the way to resolution. *Acta Paed Scand*. 1986;323 (Suppl): 59-67.
- Fairweather-Tait SJ. Iron biochemistry. En: Iron. Nutritional and physiological significance. Chapman & Hall. The British Nutrition Foundation. London. UK, 1995.
- Huebers HA, Finch CA. The physiology of transferrin and transferrin receptors. *Physiol Res*. 1987; 67: 520-582.
- Wagstaff M, Worwood M, Jacobs A. Iron and isoferritins in iron overload. *Clin Sci*. 1982; 62: 529-640.
- O'Dell BL. Bioavailability and interactions among trace elements. En: Trace elements in nutrition of children. Chandra RK. (Ed.) New York. Raven Press. Nestlé Nutrition. Vevey. 1985.
- Bender AE. Nutritional significance of Bioavailability. En: Nutrient availability: chemical and biological aspects. Southgate DAT, Johnson IT, Fenwick GR (Ed.). Royal Society of Chemistry, Cambridge. 1988 p. 3-10.
- Barberá R, Farré R. Biodisponibilidad de los elementos traza. *Rev Esp Cienc Tecnol Aliment*. 1992;32: 381-399.
- Southon S, Fairweather-Tait J, Hazell T. Trace element availability from the human diet. *Proc Nutr Soc*. 1988; 47:27-35.
- Young GP, Ian SR, St Jophn, JB. Haem in the gut. I. Fate of haemoproteins and the absorption of haem. *J Gastr Hepatol*. 1988;4: 535-545.
- Holland B, Welch AA, Unwin ID et al. The Composition of Foods (5th edn). Royal Society of Chemistry. Cambridge. 1991.
- Crawley H. Food Portion Sizes. HMSO. London. 1988.
- Anderson BM, Gibson RS, Sabry JH. The iron and zinc status of long-term vegetarian women. *Am J Clin Nutr* 1981;34:1042-104.
- Reddy S, Sanders TAB. Haematological studies on premenopausal Indian and Caucasian vegetarians compared with Caucasian omnivores. *Br J Nutr*. 1990; 64: 331-338.
- Fordy J, Benton D. Does low iron status influence psychological functioning?. *J Hum Nutr Diet*. 1994;7:127-133.
- Bindra GS, Gibson RS. Fe status of predominantly lacto-ovo-vegetarian East Indian immigrants to Canada: a model approach. *Am J Clin Nutr*. 1986;44:643-652.
- Eherhardt P. Iron deficiency in young Bradford children from different ethnic groups. *Br Med J*. 1986;292:90-93.
- Nelson M, Bakaliou F, Trivedi A. Iron-deficiency anaemia and physical performance in adolescent girls from different ethnic backgrounds. *Br J Nutr*. 1994; 7:427-433.
- Hallberg L, Rossander-Hulthén L, Brune M, Gleerup A. Inhibition of haem-iron absorption in man by calcium. *Br J Nutr*. 1992;69: 533-540.
- Schricker BR, Miller DD, Van Campen D. In vitro estimation of iron availability in meals containing soy products. *J Nutr*. 1982;112:1696-1705.
- Torre M, Rodriguez AR. Effects of dietary fiber and phytic acid on mineral availability. *CRC Food Sci Nutr*. 1991;30:1-22.
- Fairweather-Tait SJ. Bioavailability of trace elements. *Food Chem*. 1992;43:213-217.
- Disler PB, Lynch SR, Charlton RW. The effect of tea on iron absorption. *Gut*. 1975;16:193-200.
- Linder MC. Nutrición y metabolismo de los elementos traza. En: Nutrición. Aspectos bioquímicos, metabólicos y clínicos. Eunsa. Pamplona. España. 1988; p.189-216.
- Monsen ER, Cook JD. Food iron absorption in human subjects. V. Effects of the major dietary constituents of semisynthetic meal. *Am J Clin Nutr*. 1976;32:804-808.
- Layrisse M, Martinez-Torres C, Cook JD, Walker R, Finch CA. Iron fortification of food: its measurement by the extrinsic tag method. *Blood*. 1973;41:217-223.
- Cook JD, Monsen ER. Food iron absorption. I. Use of semisynthetic diet to study absorption of nonheme iron. *Am J Clin Nutr*. 1975;28:1289-1295.
- Hallberg L, Rossander L. Improvement of iron nutrition in developing countries comparison of adding meat, soy protein, ascorbic acid, citric acid, and ferrous sulphate on iron absorption from a simple Latin American-type of meal. *Am J Clin Nutr*. 1984;39:577-583.

30. Lynch SR, Hurrell RF, Dassenko SA, Cook JD. The effect of dietary proteins on iron bioavailability in man. *Adv Exp Med Biol.* 1989;249:117-132.
31. Callender ST, Marney SR, Jr, Warner GT. Eggs and iron absorption. *Br J Haematol.* 1970;19:657-665.
32. Cook JD, Monsen ER. Food iron absorption in human subjects. III. Comparison of the effect of animal proteins on nonheme iron absorption. *Am J Clin Nutr.* 1976;29:859-867.
33. Christensen JM, Ghanam M, Ayres JW. Effects of divalent amino acids on iron absorption. *J Pharm Sci.* 1984;73:1245-1248.
34. Martínez-Torres C, Layrisse M. Effect of amino acids on iron absorption from a staple vegetable food. *Blood.* 1970;35:669-682.
35. Martínez-Torres C, Romano E, Layrisse M. Effect of cysteine on iron absorption in man. *Am J Clin Nutr.* 1981;34:322-327.
36. Hurrell RF, Lynch SR, Trinidad TP et al. Iron absorption in humans: Bovine serum albumin compared with beef muscle and egg white. *Am J Clin Nutr.* 1988;47:102-107.
37. Erdman JW, Jr Fordyce EJ. Soy products and the human diet. *Am J Clin Nutr.* 1989;49:725-737.
38. Gillooly M, Bothwell TH, Charlton RW. Factors affecting the absorption of iron from cereals. *Br J Nutr.* 1984;51:37-46.
39. Derman DP, Ballot D, Bothwell TH. Factors influencing the absorption of iron from soya-protein products. *Br J Nutr.* 1987;57:345-353.
40. Macfarlane BJ, Van der Riet WB, Bothwell TH. Effect of traditional soy products on iron absorption. *Am J Clin Nutr.* 1990; 51: 873-880.
41. Clydesdale FM, Chi Tan Ho Lee CY, Monday NI, Shewfelt RL. The effects of postharvest treatment and chemical interactions on the bioavailability of ascorbic acid, thiamin, vitamin A, carotenoids and minerals. *C Rev Food Sci Nutr.* 1991;30: 599-638.
42. Hallberg L. Bioavailability of dietary iron in man. *Ann Rev Nutr.* 1981; 1:123-147.
43. García-Casal MN, Layrisse M, Solano L, Barón MA, Arguello F, Llovera D, Ramírez J, Leets I, Tropper E. Vitamin A and β -carotene can improve nonheme iron absorption from rice, wheat and corn by humans. *J Nutr.* 1998; 128: 646-650.
44. McCance RA, Widdowson EM. Absorption and excretion of iron. *Lancet.* 1937; ii: 680-684.
45. Kuhn IN, Monsen ER, Cook JD, Finch CA. Iron absorption in man. *J Lab Clin Med.* 1968;71:715-721.
46. Bothwell TH, Charlton RW, Cook JD, Finch CA. *Iron metabolism in man* Blackwell Scientific Publications, Oxford, 1979.
47. Fairweather-Tait SJ. Iron absorption. En: *Iron. Nutritional and physiological significance.* Chapman & Hall. The British Nutrition Foundation. London. UK, 1995.
48. Miller DD, Schricker BR, Rasmussen RR, Van Campen D. An in vitro method for estimation of iron availability from meals. *Am J Clin Nutr.* 1981;34: 2248-2256.
49. Minihane AM, Fox TE, Fairweather-Tait SJ. A continuous flow in vitro method to predict bioavailability of Fe from foods. *Proc Bio vol II.* 1993;175-179.
50. Miller DD, Berner LA. Is solubility in vitro a reliable predictor of iron bioavailability?. *Biol Tr Elm Res.* 1989;19:11-24.
51. Turnlund JR. Bioavailability of dietary minerals to humans: the stable isotope approach. *Crit Rev Food Sci.* 1991;30: 387-396.
52. Janghorbani M, Ting BTG, Fomon SJ. Erythrocyte incorporation of ingested stable isotope of iron (^{58}Fe). *Am J Haem.* 1986;21:277-288.
53. Fairweather-Tait SJ, Fox TE, Wharf SG, Eagle J. The bioavailability of iron in different weaning foods and the enhancing effects of a fruit drink containing ascorbic acid. *Ped Res.* 1995;37:389-394.

Recibido:18-06-1998

Aceptado:04-02-1999

Evaluación nutricional y efectos fisiológicos de macroalgas marinas comestibles

Antonio Jiménez-Escrig, Isabel Goñi Cambrodón

Departamento de Metabolismo y Nutrición, Instituto del Frío, CSIC. Universidad Complutense de Madrid. España

RESUMEN. En este trabajo se realiza una revisión de las características nutricionales y efectos fisiológicos de macroalgas marinas comestibles. Las algas marinas son utilizadas tradicionalmente como alimento en la dieta oriental, siendo la obtención de ficocoloides industriales la principal utilización en el Occidente. Desde un punto de vista nutricional, son alimentos con un bajo contenido de calorías y lípidos, elevada concentración de minerales (Mg, Ca, K, P, I), vitaminas, proteínas y carbohidratos indigeribles. La calidad de la proteína y de la grasa es bastante aceptable en comparación con otros alimentos de la dieta habitual, principalmente debido al elevado contenido en aminoácidos esenciales y a la concentración relativamente alta de ácidos grasos insaturados. El contenido en fibra dietética total oscila entre 33% y 75% del material seco, con un alto porcentaje de polisacáridos solubles (17% - 59%). La fibra dietética presenta una composición distinta de la contenida en frutas, cereales y verduras, por lo que podría tener un comportamiento fisiológico diferente. Los datos revisados indican que algunos componentes de la fibra de algas marinas muestran acción antioxidante, antimutagénica y anticoagulante, así como efectos beneficiosos sobre el metabolismo lipídico. En conclusión, las algas tienen un alto valor nutricional, por lo que potenciar su consumo aumentaría la oferta de alimentos para la población.

Palabras clave: Algas comestibles, valor nutritivo, fibra dietética.

SUMMARY. Nutritional evaluation and physiological effects of edible seaweeds. A review concerning nutritional and physiological properties of edible seaweeds is presented. Seaweeds are traditionally consumed in Asia as sea vegetables, but in Western countries they have been used as sources of gelling or thickening agents. From a nutritional point of view, they are low-calorie foods, with a high concentration of minerals (Mg, Ca, P, K and I), vitamins, proteins and undigestible carbohydrates, and a low content in lipids. Quality of protein and lipid in seaweeds is acceptable comparing with other diet vegetables mainly due to their high content in essential aminoacids and their relative high levels of unsaturated fatty acids. Dietary fiber content range from 33% to 75% of dry weight, and mainly consist of soluble polysaccharides (range from 17% to 59%). Seaweeds constitute a source of dietary fiber that differ chemically and physicochemically from those of land plants and thus may induce different physiological effects. Referenced data indicate that algal dietary fiber may show important functional activities, such as antioxidant, antimutagenic and anticoagulant effect, antitumor activity, and an important role in the modification of lipid metabolism in human body. In conclusion, seaweeds have a high nutritional value, therefore an increase in their consumption, would elevate the foods offer to population.

Key words: Edible algae, nutritional value, dietary fiber.

INTRODUCCION

Las algas utilizadas como alimento son macroalgas bénticas talofitas, que presentan un aparato vegetativo unicelular o pluricelular sin órganos diferenciales (1).

Las algas marinas son utilizadas desde hace siglos como alimento o condimento en países como China, Japón o Corea, desde donde se extendió su uso a otros países asiáticos y más recientemente a países occidentales que albergan comunidades asiáticas. Las algas comestibles más comunes son las algas rojas del género *Porphyra* (nombre japonés: Nori), las algas verdes (nombre japonés: Ao Nori) y las algas pardas del género *Laminaria* (nombre japonés: Konbu), *Hizikafusiformis* (nombre japonés: Hiziki) y *Undaria pinnatifida* (nombre japonés: Wakame) (2).

En Asia el cultivo de algas se encuentra en un alto grado de desarrollo ya que la producción natural es inferior a la demanda. Sin embargo, en Europa ha habido un escaso o nulo

incremento en el cultivo de algas autóctonas, ya que la demanda actual es escasa. En los países en los que ha crecido el consumo de algas, habitualmente se recurre a la importación de estos alimentos desde países asiáticos (3). En Estados Unidos, el crecimiento de estas importaciones es de un 20% anual, en productos Nori, con un valor total estimado entre 20 y 25 millones de dólares/año en 1991 (4).

En España se está desarrollando a nivel experimental las posibilidades de producción de *Undaria pinnatifida*, mediante el diseño de diferentes parques de cultivo y la identificación de factores ambientales relacionados con la supervivencia de plántulas, su crecimiento y su calidad alimentaria (5).

Actualmente se utilizan cada año tres millones y medio de toneladas de algas, de una biomasa total que es cien veces superior a estas cifras. Dos millones de toneladas de macroalgas frescas (Nori, Wakame, y Konbu), son procesadas para alimentos en países orientales y aproximadamente un millón y medio, se destina a uso industrial, principalmente para la

medio, se destina a uso industrial, principalmente para la obtención de ficoloides, que a su vez se emplean en las industrias textil, química y alimentaria (6). Las algas más utilizadas con esta finalidad son *Gelidium* para obtención de agar, *Laminaria* y *Fucus*, para la obtención de alginatos y *Chondrus* y *Gigartina* para la obtención de carragenatos (2).

Considerando que el valor económico de las algas destinadas a alimentación, es seis veces mayor que el de las utilizadas para la obtención de productos industriales (6), y que su contenido en nutrientes es alto, se plantea que las macroalgas son una óptima fuente mundial de alimentos, que aún se encuentra por explotar.

Normativa legal

La comercialización de algas como producto alimentario se desarrolla en occidente bajo nulas o confusas reglamentaciones legales, que implican una ausencia de conocimiento en consumidores y responsables de la salud (7).

Francia ha sido el primer país de la Comunidad Europea en establecer una regulación específica relativa al uso de algas marinas para el consumo humano. Once macroalgas y una microalga (*Spirulina*) han sido autorizadas para su utilización como vegetal o condimento. En EE.UU., el uso de algas como alimento y condimento está permitido por la autoridad de salud pública. En países como Irlanda, Dinamarca, o Países Bajos, el consumo de algas está regulado por reglamentaciones alimentarias de carácter general. Sin embargo, en otros países, como por ejemplo, Grecia, las algas no son consideradas como alimento y por tanto su uso no está autorizado (8).

Procesado y almacenamiento

La preparación de las algas marinas utilizadas como alimento varía de forma importante de un país a otro en base a las materias primas disponibles y a la idiosincrasia del país (9). De forma general el alga recogida en las zonas de cultivo, se lava con agua de mar para eliminar contaminantes y parásitos, se trocea, se vuelve a lavar y se separan los talos. En el caso del alga Nori, posteriormente se prensa para obtener delgadas láminas rectangulares. A continuación el alga se deseca al aire o con calor forzado según las condiciones atmosféricas. Si el procedimiento de manufactura (cortado, picado, mezclado o ablandado) se realiza en condiciones controladas, su valor nutritivo es casi tan alto como el del producto fresco. Sin embargo, algunos componentes como por ejemplo el ácido ascórbico, al ser muy lábil y susceptible de destruirse por el calor, disminuye como consecuencia del procesado del alga (10). En el caso del alga *Undaria*, antes del secado, se cubre el producto fresco con cenizas alcalinas, para evitar la pérdida de color, por la acción de clorofilasas o alginasas. El alga *Hiziki* no se consume directamente en forma seca debido a su fuerte sabor amargo, por lo que previo a su comercialización, se somete a un proceso de cocción durante 4 o 5 horas (11), que puede afectar la composición, ya que durante la ebullición se solubilizan algunos componentes,

tales como parte de la fracción soluble de la fibra (12). El almacenamiento debe realizarse en atmósfera inerte de nitrógeno a temperatura menor de 5°C y humedad inferior al 4,5%, para evitar acción de las bacterias putrefactoras y preservar los pigmentos fotosintéticos y los aromas (13).

EVALUACION NUTRICIONAL

La composición química de las algas marinas depende de la especie, lugar de cultivo, condiciones atmosféricas y periodo de recolección. Desde un punto de vista nutricional, las algas se caracterizan por presentar un bajo contenido calórico (Tabla 1), ya que aunque presentan un elevado porcentaje de proteína (11, 14), la cantidad de lípidos es reducida y una gran parte de los carbohidratos son polisacáridos no digeribles por los enzimas digestivos humanos (15). Así mismo, las algas constituyen una buena fuente de minerales y vitaminas, fundamentalmente del grupo B.

TABLA 1
Composición nutricional de macroalgas.
(g por 100g de alimento seco comestible)

Alga	Proteína	Grasa	Cenizas (11)	Valor energético (kcal)
Nori (15)	33,62	1,64	8,54	149
Konbu (15)	8,13	1,83	25,4	49
Wakame (15)	14,12	2,73	32,8	81
Hiziki* (8)	12,30	1,50	21,2	61
Ulva sp. (8)	26,10	0,70	22,6	111

* Producto cocido

Contenido en proteínas y aminoácidos

En las Tablas 1 y 2, se puede observar el contenido proteico y el perfil de aminoácidos de las principales algas utilizadas como alimentos. Todas ellas, especialmente los productos *Hiziki*, tienen un elevado contenido en valina e isoleucina, mientras que leucina es más abundante en *Wakame* y *Nori*. Los contenidos en fenilalanina y treonina son altos en *Nori* e *Hiziki*, alcanzando la treonina los niveles más altos en *Wakame*. Al comparar el patrón de aminoácidos esenciales descrito por FAO/OMS (16) para alimentación humana con el perfil aminoácido de las algas, puede observarse que los aminoácidos limitantes en las algas son cisteína, histidina, lisina, metionina y triptófano, además de treonina en el caso de *Konbu*. Respecto al contenido en aminoácidos no esenciales, *Konbu* e *Hiziki* presentan alto contenido en glutámico, mientras que *Nori* presentan el más alto contenido en arginina y glicina. Por otro lado, también hay que tener en cuenta que el alto contenido en algunos aminoácidos libres, tales como glutámico, aspártico y alanina de los productos *Konbu*, les confiere un fuerte sabor característico (11, 13).

Estudios en ratas (17), indican cómo los animales adaptan su ingesta al aprovechamiento biológico de las proteínas, ya

que la digestibilidad proteica va aumentando a lo largo del período experimental, hasta alcanzar valores cercanos a los de la proteína animal.

TABLA 2

Composición de aminoácidos proteínicos de macroalgas (11), ovoalbumina (42) y patrón FAO-OMS (16) para alimentación humana. (g de aminoácido por 100 g de proteína)

	Nori	Konbu	Hiziki	Wakame	Ovoal- búmina	Patrón FAO/OMS
Aspártico	8,8	12,0	9,9	5,9	6,2	-
Alanina	9,9	6,8	6,4	4,4	6,7	-
Arginina	5,9	3,6	4,9	3,0	1,7	-
Cisteína	-	1,6	1,2	0,9	1,4	-
Fenilalanina	5,2	4,4	5,7	3,6	4,1	-
Glutámico	9,2	24,0	11,8	6,5	9,9	-
Glycina	6,8	4,0	5,7	3,6	3,4	-
Histidina	1,1	0,7	0,5	0,5	4,1	1.6~
Isoleucina	4,0	3,6	6,2	2,8	4,8	1.3
Leucina	7,6	5,9	0,5	8,4	6,2	1.9
Lisina	2,5	1,0	2,8	3,6	7,7	1.6
Metionina	3,3*	1,7	3,2	2,0	3,1	1.7*
Prolina	4,6	5,2	4,8	3,0	2,8	-
Serina	4,8	3,2	3,8	2,5	6,8	-
Tirosina	2,4	3,6	3,0	1,6	1,8	-
Treonina	3,2	1,0	3,2	5,4	3,0	0.9
Triptofano	1,1	1,7	0,7	1,1	1,0	0.5
Valina	9,2	7,8	10,0	6,8	5,4	1.3

* Met + Cis

Evaluación organoléptica

Una de las razones para el desarrollo de algas como alimento en países orientales parece estar relacionado con el sabor y la textura (5,13). Los factores ambientales durante su cultivo determinan la composición y de esta depende en gran medida el sabor de estos alimentos. Los aminoácidos libres presentes en las algas, son los principales responsables de esta característica organoléptica (11).

Los productos desecados se evalúan teniendo en cuenta sus propiedades organolépticas, y según éstas, se clasifican en diversos grados de calidad, definida por el color, porosidad, sabor, aroma y textura. Por ejemplo, el hoshi-nori (producto seco y prensado de algas rojas) se considera un preparado de alta calidad, caracterizado por un color negro oscuro brillante, superficie no porosa, sabor y aroma intensos, textura blanda y suave al tacto (18).

Contenido en lípidos y ácidos grasos

El contenido lipídico de las algas es bajo, puede oscilar entre el 1,5% y el 3% de su peso seco (Tabla 1). La composición en ácidos grasos varía (Tabla 3), incluso dentro de la misma especie, según las condiciones ambientales (19) y la época del año en la que se realiza la recogida (11).

En general, las algas rojas presentan un elevado porcentaje de ácidos grasos polinsaturados, sobre todo los ácidos araquidónico (A) (C20:4w-6) y eicosapentanoico (EP) (C20:5w-3) (8,19). Los ácidos linoleico (C18:2w-6), linoléico (18:3w-3) y A constituyen en el alga roja *Porphyra yezoensis* el 10% del total de ácidos grasos, y el ácido EP el 50%. En las algas pardas Wakame, los constituyentes mayoritarios son palmítico (C16:0) y oleico (C18:1w-9) (10), mientras que en las algas pardas Konbu son los ácidos EP y octadecatetraenoico (C18:4w3) los mayoritarios. Las algas verdes se caracterizan por presentar el ácido hexadecatetraenoico (C16:4), así como un alto contenido en los ácidos palmítico y oleico (19).

Las algas pardas presentan mayor contenido de esteroides que las algas verdes y rojas, excepto en los productos Konbu, cuyo contenido en esteroides es menor, a pesar de estar constituido por algas pardas (11).

TABLA 3

Composición de ácidos grasos de macroalgas. (g de ácido graso por 100 g de ácidos grasos totales)

Acido graso	<i>Porphyra sp.</i> (11)	<i>Laminaria sp.</i> (11)	<i>Ulva sp.</i> (19)
Láurico (12:0)	5.2	-	-
Dodecaenoico (12:1)	-	-	-
Mirístico (14:0)	1.8	15.7	0.7
Palmítico (16:0)	21.0	49.6	29.2
Hexadecaenoico (16:1)	3.7	8.7	6.1
Hexadecatetraenoico (16:4)	1.0	-	5.7
Octadecaenoico (18:0)	2.9	0.6	0.4
Oleico (18:1w-9)	5.5	10.7	44.5
Linoleico (18:2w-6)	1.9	5.4	9.8
Linoléico (18:3w-3)	1.6	0.9	1.1
Eicoenoico (20:1)	-	5.7	-
Eicosadienoico (20:2w-6)	1.8	8.2	-
Dihomolinoléico (20:3w-3)	3.0	-	-
Araquidónico (20:4w-6)	50.1	2.3	0.9
Eicosapentanoico (20:5w-3)	-	-	-

Minerales y vitaminas

Las algas presentan un elevado contenido mineral debido a su capacidad para absorber de un modo selectivo las sustancias inorgánicas del mar a través de sus polisacáridos superficiales (1) (Tabla 4). La composición en minerales, varía según el grupo taxonómico, y es función de factores ambientales, geográficos y variaciones fisiológicas (8). Ortega-Calvo y col. (7), encontraron correlación entre el contenido mineral y el tiempo de permanencia del alga en agua marina.

Las algas mas comúnmente utilizadas como alimento, excepto Nori, presentan mayores niveles de magnesio que otros de procedencia vegetal (legumbres, zanahorias, naranjas y manzanas, contenido medio en Mg < 0.19%) y animal (carne, pescado y lácteos, contenido medio en Mg < 0.04 %) (7). Los contenidos en calcio y en fósforo son mayores que en manzanas, naranjas, zanahorias y patatas y la relación calcio/fósforo es alta, por lo que la absorción de calcio no está limitada por la formación de sales insolubles de fosfato de calcio (14).

TABLA 4
Composición mineral de macroalgas
(mg por 100 g de alimento seco comestible)

Alga	Na	K	Ca	Mg	P	Fe	Cu	Zn	Mn	I
Nori (15)	790	2.840	430	12	350	20	2	6	6	2
Konbu (15)	1.830	450	900	610	210	12	<1	6	1	440
Hiziki* (11)	1.620	5.093	1.620	654	116	63	2	3	2	42
Wakame (15)	3.220	220	660	470	310	11	1	2	6	17

* Producto cocido

La disponibilidad de minerales está condicionada por el tipo de unión de los mismos a la fracción indigerible de los carbohidratos. Por ejemplo el calcio se une de forma selectiva al grupo carboxílico del alginato, mientras que el yodo, aunque existe en gran concentración, no puede enlazarse de esta forma (8). El contenido en arsénico es especialmente alto en algas pardas (2,27-13,8mg/100 g), alcanzando una concentración de 200 a 500 veces superior a la de las plantas terrestres (11). Esto hace necesario evaluar la toxicidad de las algas destinadas a consumo, haciendo especial hincapié en la concentración de algunos minerales cuyo consumo puede resultar tóxico para el hombre.

Los contenidos en vitaminas de las algas comestibles son altos, especialmente en los productos Nori (Tabla 5). Los contenidos en tocoferol son considerablemente altos en ciertas algas pardas (2,3-41,2 mg./100 g de peso seco) frente a valores más bajos en algas verdes y rojas (0,8 mg./100 g. de peso seco) (20).

Existe una controversia respecto a la biodisponibilidad de la vitamina B₁₂ de algas marinas en humanos. Dagnelie (21) sostiene que aunque los niveles sanguíneos de vitamina B₁₂ son normales en sujetos cuya única fuente de esta vitamina son las algas, sus índices sanguíneos de evaluación del estado de división celular no son los adecuados. Por otro lado, otros autores indican que un alto consumo de algas marinas puede suministrar cantidades adecuadas de vitamina B₁₂ biodisponible (22). La explicación a esta contradicción no está clara, parece que en las algas, fundamentalmente en Nori, están presentes análogos estructurales de vitamina B₁₂, pero que no presentan el ion cobalto y no tienen actividad de B₁₂ en el organismo. Estos corrinoides no cobalamínicos interfieren en los análisis de vitamina B₁₂, dando valores de B₁₂ mayores a los reales (21,23).

TABLA 5
Contenido en vitaminas y carotenos de macroalgas (15)
(Contenido en 100 gramos de alimento seco comestible)

Alga	Carotenos µg	Tiamina mg	Riboflavina mg	Niacina mg	Vit.B6 mg	Vit.B12 µg
Nori	14.910	0,24	1,34	5,50	0,07	13-47
Konbu	340	0,07	0,26	2,10	0,01	2,80
Wakame	515	0,11	0,14	2,16 ¹¹	0,01	2,50

Polisacáridos

Las algas pardas presentan laminaranos como polisacáridos de reserva y alginatos, furanos y celulosa como componentes estructurales. Las algas rojas y verdes presentan almidón como polisacárido de reserva y celulosa, xilanos y mananos, como estructurales. La pared celular de las algas rojas, además contiene galactanos sulfatados (agar y carragenatos) y en las algas verdes se encuentran otros polisacáridos ionizados con grupos sulfato y ácidos urónicos. Esta gran diversidad en polisacáridos implica diferentes propiedades fisicoquímicas, reológicas y químicas (24).

La mayor parte de los polisacáridos que forman parte de la composición de las algas, pueden ser considerados como compuestos fibra, ya que no son digeridos por el equipo enzimático humano, aunque en parte, son degradables por los enzimas producidos por las bacterias colónicas (9,25). Los contenidos en fibra alimentaria de las macroalgas más representativas se muestran en la Tabla 6. Estos valores están comprendidos entre 32,7% y 49,2% del peso seco. Los contenidos en fibra total y fibra soluble son superiores a los que se encuentran en las frutas y verduras más comunes.

TABLA 6
Contenido en fibra alimentaria de macroalgas (24)
(g por 100 g de alimento seco comestible.
Media ± desviación standard)

	Fibra soluble	Fibra insoluble	Fibra total
Algas rojas (<i>Rhodophyceae</i>)			
Nori (<i>Porphyra tenera</i>)	17,9±0,6	16,8±0,4	34,7
Algas pardas (<i>Phaeophyceae</i>)			
Hiziki (<i>Hiziki fusiformis</i>)	32,9±1,1	16,3±0,4	49,2
Wakame (<i>Undaria pinnatifida</i>)	30,0±1,7	5,3±0,1	35,3
Espaguetis de mar (<i>Himantalia elongata</i>)	25,7±0,7	7,0±0,2	32,7
Arame (<i>Eisenia bicyclis</i>)	59,7±1,6	14,9±0,1	74,6
Algas verdes (<i>Chlorophyceae</i>)			
Lechuga de mar (<i>Ulva lactuca</i>)	21,3±0,9	16,8±0,6	38,1
Ao Nori (<i>Enteromorpha spp.</i>)	17,2±1,5	16,2±0,4	33,4

Los valores de fibra total y fracciones soluble e insoluble, pueden variar en un amplio rango para los mismos productos, ya que tanto el contenido como la composición varían según el momento de la recolección y las condiciones ambientales (27).

Cuando el alga está totalmente sumergida, recibe poca radiación solar y los niveles de fibra insoluble permanecen bajos, pero al aumentar la fotoexposición los valores se incrementan considerablemente, ya que se polimerizan los

carbohidratos. Los factores ambientales que afectan al crecimiento del alga son fotoperiodicidad, temperatura, salinidad, grado de inmersión y disponibilidad de nutrientes. En la *Laminaria japonica* se ha estudiado la variación mensual del contenido en alginatos y de la relación ácido manurónico/ácido gulurónico, observándose que durante los meses de verano y hasta finalizar el otoño, la proporción de ácido manurónico se incrementa a expensas del ácido gulurónico, lo que favorece la retención de calcio (28). La composición de la fibra también puede verse afectada por el procesamiento al que se somete el alga después de su recolección (secado, molienda etc.) (25).

Aunque hay pocos datos experimentales, algunos indican que el grado de digestibilidad de los alginatos de alga parda en el intestino, se incrementa con el tiempo, posiblemente debido a la adaptación de la flora microbiana al tipo de sustrato y condiciones del medio intestinal (17). Así mismo, se observa que durante el proceso de adaptación, el ácido manurónico va incrementando su digestibilidad respecto al ácido gulurónico, por lo que disminuye la relación entre ambos.

EFFECTOS NUTRICIONALES DE LA FIBRA DIETÉTICA DE ALGAS

El elevado contenido en fibra de las algas puede determinar los principales efectos nutricionales y utilidad de estos alimentos. Viscosidad, capacidad para retener agua, grasa, sales biliares y minerales, son algunas de las propiedades físicas más significativas de la fibra alimentaria. Las propiedades físicas de las algas son semejantes a las de la fibra de vegetales, por tanto, los efectos derivados de estas propiedades físicas también podrían extrapolarse a la fibra de algas (24,28). Por otro lado la fibra alimentaria de algas marinas difiere química y fisicoquímicamente de las plantas terrestres y por tanto puede tener diferentes efectos fisiológicos en el hombre (25).

Localmente, la fibra alimentaria produce retraso en el vaciamiento gástrico, contribuye al incremento de la masa fecal, enlentece la digestión y disminuye la absorción de algunos nutrientes. Entre los efectos sistémicos, cabe destacar el papel hipolipemiante de algunos tipos de fibra y la menor liberación de insulina postprandial (29).

El concepto de fibra ha evolucionado científicamente y hoy existe la tendencia a considerar como fibra todos aquellos materiales de procedencia vegetal, presentes en los alimentos que no son degradados por los enzimas digestivos, por lo que llegan al colon sin digerir. En este concepto, se incluyen proteína, grasa, almidón resistente y compuestos bioactivos (polifenoles, carotenos y tocoferoles). La fibra de algas tiene asociados compuestos bioactivos que tienen actividad antioxidante y son secuestrantes de radicales libres (30).

Actividad antioxidante

A pesar del alto contenido en ácidos grasos poliinsaturados, las algas marinas son estables frente a la oxidación durante su

almacenamiento (31). Como cualquier organismo fotosintético, las algas se encuentran expuestas a gran cantidad de luz y a altas concentraciones de oxígeno, combinación que origina radicales libres así como otros potentes oxidantes. La ausencia de daño oxidativo en los ácidos grasos poliinsaturados estructurales de membranas, sugiere que estos alimentos presentan mecanismos y compuestos de acción antioxidativa (32). Diversos compuestos identificados en extractos de algas, muestran capacidad para captar superóxidos e hidróxilos (31).

Las algas pardas contienen compuestos fenólicos denominados florotaninos constituidos por floroglucinol (trihidroxibenceno) y los derivados polimerizados del mismo, cuya actividad antioxidante es semejante a la del α -tocoferol (33). La intensidad de este efecto depende del grado de polimerización, presentando mayor eficacia los compuestos menos polimerizados. Estos compuestos se han mostrado como potentes antioxidantes. En las especies del género *Enteromorpha* y *Eisenia bicyclis*, se ha aislado un antioxidante relativamente hidrófobo, identificado como feofitina A, que constituye una clorofila sin magnesio (34).

La capacidad secuestrante de radicales libres y la inhibición de la actividad lipooxigenasa, es superior en las algas pardas. La actividad antioxidante, parece ser debida a compuestos de naturaleza polar que impiden la captación de oxígeno por el sustrato, (ácido graso), inhibiendo la formación de peróxidos y/o actuando como donante de electrones o de átomos de hidrogeno (32).

Actividad anticancerígena

En extractos procedentes de algas marinas se han aislado polisacáridos, tales como fucoidanos y alginatos, procedentes de algas pardas y porfiranos y carragenatos de algas rojas. Los fucanos y porfiranos, son sulfatados y se relacionan con una acción antitumoral. Los alginatos también parecen mostrar una actividad antitumoral, pero se relaciona con el grado de polimerización o con la ultraestructura de los polianiones (35,36).

Actividad anticoagulante

Los fucanos sulfatados aislados de algas pardas *Ecklonia kusome*, además presentan una fuerte actividad anticoagulante, relacionada con su peso molecular (37). La composición de los polisacáridos de fucoidanos es muy heterogénea, pudiendo llegar a contener hasta cuatro residuos urónicos diferentes (galacturónico, gulurónico, glucurónico y manurónico) y seis azúcares simples (fucosa, galactosa, glucosa, manosa y ramnosa), (37), además de los grupos sulfatados característicos de estas especies (24). Parece ser que la presencia del grupo sulfato es necesaria para presentar esta actividad anticoagulante (37).

Acción sobre el metabolismo lipídico

Ratas alimentadas con una dieta rica en colesterol y polisacáridos procedentes de algas como alginato sódico.

agar, carragenato o furonano, presentan una disminución en los niveles de colesterol plasmático, correlacionado con la mayor excreción de esteroides en heces (39).

Ren y col. (40) observaron un efecto hipotensivo e hipolipidémico de polisacáridos procedentes de algas marinas en ratas alimentadas con una dieta rica en sodio y en colesterol. El mecanismo principal que sugieren los autores, es la retención del catión sodio procedente de la dieta por los polisacáridos, limitando su absorción. Por otro lado, los niveles de colesterol plasmático y el índice de riesgo aterogénico se reducen, produciéndose un moderado aumento de HDL-colesterol. Este efecto puede ser debido a la retención del colesterol exógeno por los polisacáridos que forman coloides de tipo iónico y posteriormente se excretan en heces.

Fermentación intestinal

Se ha visto que el alga verde comestible *Ulva lactuca*, aunque presenta un contenido elevado en fibra soluble, es pobremente fermentada por la flora intestinal humana (25). También en algas pardas se ha visto resistencia a la degradación enzimática, posiblemente debida a la alta concentración de fucosa y sulfato así como la peculiar estructura de estas algas. Así mismo los alginatos procedentes de algas pardas presentan un patrón de fermentación especial, caracterizándose por un largo periodo de latencia (6 horas) en la producción de gas y de ácidos grasos de cadena corta (41).

En conclusión, las algas marinas son alimentos hipocalóricos, especialmente ricos en minerales, vitaminas y fibra alimentaria de alta calidad, cuya composición difiere química y fisicoquímicamente de la fibra procedente de alimentos vegetales de consumo tradicional.

Potenciar el consumo de algas, ofrece un aumento considerable de la oferta alimentaria mundial.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (CICYT) la financiación del Proyecto de Investigación ALI98-0830.

REFERENCIAS

- Gómez-Pinilla I. Determinación de iodo en algas utilizadas en alimentación mediante electrodo selectivo a iones. Tesina de Licenciatura. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid, 1994.
- Mc Huhh D. Worldwide distribution of commercial resources of seaweeds including *Gelidium*. *Hydrobiol* 1991;221:19-29.
- Kain JM, Davies CP. Useful european seaweeds: past hopes and present cultivation. *Hydrobiol* 1987;151-152:173-181.
- Merrill JE. Development of nori markets in the Western World. *J Appl Phyco* 1993;5:149-154.
- Salinas J. Experiencias en cultivos de algas para alimentación humana. En Memoria del Instituto Español de Oceanografía. Programa marco 1993-1996. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Madrid, 1997.
- Jensen A. Present and future needs for algae and algal products. *Hydrobiol* 1993;260-261:15-23.
- Ortega-Calvo JJ, Mazuelos C, Hermosín B, Saiz-Jiménez C. Chemical composition of *Spirulina* and eukariotic algae foods products marketed in Spain. *J Ap Phycol* 1993;5:425-35.
- Mabeu S, Fleurence J. Seaweed in food products: biochemical and nutritional aspects. *Trends Food Sci Tch* 1993;4:103-107.
- Pak N, Araya H. Macroalgas marinas comestibles de Chile como fuente de fibra alimentaria: Efecto en la digestibilidad aparente de proteínas, fibra y energía y peso de deposiciones en ratas. *Arch Latinoamer Nutr* 1996;46(1):42-46.
- Alemany M. Vitaminas. En Enciclopedia Dietas y Nutrición. Planeta, 1995.
- Nisizawa K, Noda H, Kikuchi R, Watamaba T. The main seaweeds food in Japan. *Hydrobiol* 1987;151-152:5-29.
- Suzuki T, Nakai K, Yoshie Y, Shirai T. Changes in dietary fibre during commercial heat processing. *Nippon Suisan Gakkaishi* 1993;59(8):1371-1375.
- Harada K, Osumi Y, Fukuda N, Amano H, Noda H. Changes of amino acid composition of nori, *Porphyra* spp. during storage. *Nippon Suisan Gakkaishi* 1990;56(4):606-612.
- Mc Cance and Widdowson's. The composition of foods. The fifth supplement. Vegetables, herbs and spices. Fourth edition. Royal Society of Chemistry. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. 1991.
- Jurkovic N, Kolb N, Colic I. Nutritive value of marine algae *Laminaria japonica* and *Undaria pinnatifida*. *Nahrung* 1995;1:63-66.
- Young VR. Adult amino acid requirements: The case for a major revision in current recommendations. *J Nutr* 1994;124:1517S-1523S.
- Suzuki T, Nakai K, Yoshie Y, Shirai T, Hirano T. Digestibility of dietary fiber in brown alga Konbu by rats. *Nippon Suisan Gakkaishi* 1993;59(5):879-884.
- Ogawa K, Ochusa T, Saito T, Iso N, Mizuno H, Fujino A. Texture of nori *Porphyra* spp. *Nippon Suisan Gakkaishi* 1991;7(2):301-306.
- Dembitsky V M, Pechenkina-Shubina E, Rozantsvet OA. Glycolipids and fatty acids of some seaweeds and marine grasses from the black sea. *Phytochem* 1991;30(7):2279-2283.
- Nakamura T, Nagayakama K, Kawaguchi S. High tocopherol content in a brown alga *Ishige okamurae*. *Fish Sci* 1994;60(6):793-794.
- Dagnelie P, Staveren WA, Berg H. Vitamin B-12 from algae appears not to be bioavailable. *Am J Clin Nutr* 1991;53:695-697.
- Rauma A, Torronen R, Hanninen O, Mykkanen H. Vitamin B-12 status of long term adherents of a strict uncooked vegan diet ("living food diet") is compromised. *J Nutr* 1995;125:2511-2515.
- Kanazawa S, Herbert V. Noncobalamin vitamin B-12 analogues in human red cells, liver, and brain. *Am J Clin Nutr* 1983; 37:774-777.
- Lahaye M. Marine algae as sources of fibres: Determination of soluble and insoluble dietary fiber contents in some sea vegetables. *J Sci Food Agric* 1991;54:587-594.
- Bobin-Dubigeon C, Lahaye M, Arry JL. Human colonic bacterial degradability of dietary fibres from sea-lettuce (*Ulva* sp.). *J Sci Food Agric* 1997;73:149-159.

26. Suzuki T, Ohsugi Y, Yoshie Y, Shiroy T, Hirano T. Seasonal variation in the dietary fiber content and molecular weight of soluble dietary fiber in brown alga. *Nippon Suisan Gakkaishi* 1993;59(9):1633.
27. Monthly determination of alginate, M/G ratio, mannitol and minerals in cultivated *Laminaria japonica*. *Nippon Suisan Gakkaishi* 1993;59(2):295-299.
28. Suzuki T, Ohsugi Y, Yoshie Y, Shiroy T, Hirano T. Dietary fiber content, water holding capacity and binding capacity of seaweeds. *Fish Sci* 1996;62(3):454-461.
29. Goñi I, Saura-Calixto F. Aspectos fisiológicos de la fibra alimentaria. Ministerio de Sanidad y Consumo, 1990.
30. Saura-Calixto F. Evaluación de la calidad de las fibras del mercado nuevas tendencias. Conferencia, IV Congreso Internacional de la Sociedad Española de Dietética y Ciencia. Alimentación. Alicante, Febrero, 1998.
31. Ramarathanam N, Osawa T, Ochi H, Kawakishis T. The contribution of plant food antioxidant to human health. *Trends Food Sci Tch* 1995;6:75-82.
32. Matsukawa R, Dubinsky Z, Kishimoto E, Masakki K, Masuda Y, Takeuchi T. A comparison of screening methods for antioxidant activity in seaweeds. *J Appl Phyco* 1997;9:29-35.
33. Pavia H, Aberg P. Spatial variation in polyphenolic content of *Ascophyllum nodosum* (Fucales, Phaeophyta). *Hydrobiol* 1996;326-327:199-203.
34. Nakamura T, Nagayakama K, Udrida K, Tanaka R. Antioxidant activity of phlorotannins isolated from the brown alga *Eisenia bicyclis*. *Fish Sci* 1996;62(6):923-926.
35. Noda H, Amano H, Arashima K, Nisizawa K. Antitumour activity of marine algae. *Hydrobiol* 1990;204-205:577-584.
36. Noda H, Amano H, Arashima K, Hashimoto S, Nisizawa K. Antitumour activity of polisaccharides and lipids from marine algae. *Nippon Suisan Gakkaishi* 1989;55(7):1265-1271.
37. Nishino T, Aizu Y, Nagumo T. The relationship between the molecular weight and the anticoagulant activity of two types of fucan sulfates from the brown seaweed *Ecklonia kurome*. *Agric Biol Chem* 1991;55(3):791-796.
38. Nishide E, Anzai H, Uchida N, Nisizawa K. Sugar constituents of fucose-containing polysaccharides from various Japanese brown algae. *Hydrobiol* 1990;204-205:523-576.
39. Ito K, Tsuchiya Y. The effect of algal polysaccharides on the depressing of plasma cholesterol level in rats. In *Proceeding of The Seventh International Seaweed Symposium*. pp 451-454, 1972. Tokio University Press.
40. Ren D, Noda H, Amano H, Nishino T, Nishizawa K. Study on hypertensive and antihyperlipidemic effect of marine algae. *Fish Sci* 1994;60(1):83-88.
41. Michel C, Lahaye M, Bonnet C, Mabeu S, Barry JL. In vitro fermentation by human faecal bacteria of total and purified fibres from brown seaweeds. *Brit J Nutr* 1996;75:263-280.
42. Arasaki A, Arasaki, T. Low calorie, high nutrition. Vegetables from the sea. To help you look and feel better. Japan Publications Inc. 1983.

Recibido: 13-08-1998

Aceptado:06-04-1999

Requerimiento de energía en personas activas de la tercera edad, residentes de una región rural del Noroeste de México

Alemán-Mateo H., Guadalupe T. Reza-Durán, Julián Esparza, Mauro E. Valencia

Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, CIAD A.C., Hermosillo, Sonora, México

RESUMEN. Se determinó el requerimiento energético total mediante el cuestionario de actividad física y calorimetría indirecta en dos grupos etarios de la tercera edad, activos en vida libre y residentes de una región rural. Se registraron 65 actividades, tanto recreativas como discretivas. A cada actividad se le asignó un valor del costo energético reportado en la literatura para población adulta y anciana. Se consideraron todas las actividades para la adaptación del cuestionario. La reproducibilidad del cuestionario se probó mediante su aplicación repetida en dos ocasiones, con una separación entre 3 y 4 semanas y se obtuvo una $r = 0.85$ ($p < 0.05$). Las medias del nivel de actividad física estimadas con el cuestionario en las mujeres y hombres fue de 1.50 ± 0.29 y 1.65 ± 0.66 , respectivamente ($p < 0.05$). De manera complementaria se midió la tasa metabólica basal. En las mujeres el metabolismo basai fue de 5348 ± 719 kJ/día, diferente de 6160 ± 862 kJ/día en los hombres ($p < 0.05$). De manera similar se encontraron diferencias en el gasto energético total de 8311 ± 1610 kJ/día y 10210 ± 2268 kJ/día para mujeres y hombres ($p < 0.05$), respectivamente. El tipo de cuestionario utilizado puede ser una metodología alterna para evaluar el gasto por actividad física en este grupo poblacional y en conjunto con las mediciones de la tasa metabólica basal puede ser útil para estimar el gasto energético total y por consiguiente el requerimiento de energía en la población de la tercera edad y en vida libre.—

Palabras clave: Tercera edad, tasa metabólica basal, nivel de actividad física, composición corporal, requerimiento de energía.

SUMMARY. Energy requirements in active elderly individuals living in a rural region of Northwest Mexico. The energy requirements in free-living elderly rural people were investigated by measuring physical activity level and basal energy expenditure using a physical activity questionnaire and indirect calorimetry, respectively. Approximately 65 different occupational and leisure activities over the previous 12 months were considered. Energy expenditure by physical activity was estimated using PAL for specific activities reported in the literature. All 65 the activities were considered to adapt the questionnaire. Reproducibility was evaluated by administering the questionnaire on two separate occasions within 3-4 week elapsed between them. It was found to be reliable for the study (Pearson correlation was $r = 0.85$; $p < 0.05$). The physical activity level of the women and men were 1.50 ± 0.29 and 1.65 ± 0.66 , respectively ($p < 0.05$). The basal metabolic rate also differed between women and men ($p < 0.05$) with 5348 ± 719 kJ/day and 6160 ± 862 kJ/day, respectively. Similarly the total energy expenditure was different ($p < 0.05$) in women and men 8311 ± 1610 kJ/day and 10210 ± 2268 kJ/day, respectively. Results indicate that the physical activity questionnaire presented can be an alternative methodology to estimate physical activity in free-living elderly people and together with indirect calorimetry measurements can be useful to estimate their energy expenditure and hence energy requirements.

Keys words: Aging, basal metabolic rate, level physical activity, body composition, energy requirements

INTRODUCCION

La definición del término anciano es controversial. Para fines del presente trabajo se cita a La Asamblea Mundial sobre Envejecimiento, ONU quien estableció que los 60 años constituyen el límite inferior de la etapa de envejecimiento (1).

Actualmente existe un incremento de la población mayor de 60 años, tanto en países en desarrollo como en los desarrollados. En México, de acuerdo al Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática la población de la tercera edad en 1970 contribuía con un 5.6% a la población total. De acuerdo al censo de 1990, esta cifra se incrementó a 6.1% (2). Este aumento en la población de la tercera edad está y seguirá demandando servicios médicos y nutriólogicos, pensiones, subsidios y ayuda alimentaria.

Por otra parte, en este grupo de personas se acentúa la

disminución de la masa celular activa (3,4) y un aumento y redistribución de la grasa corporal (5-7). También disminuye la intensidad y duración de la actividad física (8), la ingestión de alimentos (9-11) y el metabolismo basal (12-14). Todos estos cambios, aunados a alguna enfermedad propia de la vejez pueden ser factores de riesgo de sufrir alteraciones en el estado de nutrición.

En la actualidad, pocos estudios han evaluado el impacto de los cambios en el estilo de vida, fisiológicos y de composición corporal sobre el nivel de actividad física (NAF), la tasa metabólica basal (TMB) y de manera objetiva sobre el requerimiento energético total (RET) en este grupo etario. Los conocimientos del requerimiento de energía en la población de la tercera edad son esenciales para la promoción de una salud y vejez óptimas.

La FAO/OMS/UNU (15) define el requerimiento energético como la cantidad de energía necesaria para mantener la salud, crecimiento y un nivel apropiado de actividad física. Diversos organismos internacionales (15-17) han propuesto que el requerimiento se obtenga a partir de la tasa metabólica basal medida o estimada y el nivel de actividad física recomendado. El NAF para la población de la tercera edad, jubilada y sin actividades laborales es de 1.51 veces la tasa metabólica basal. El NAF o múltiplo de metabolismo basal se calculó de acuerdo al patrón de actividades observadas y descritas en diferentes publicaciones y representa el gasto energético estimado en una semana. El comité de expertos de FAO/OMS/UNU (15) expresó las necesidades de energía como múltiplos de metabolismo basal, posteriormente James et al. (18) los definieron como NAF.

A la luz de los conocimientos actuales, el NAF se puede determinar al medir el gasto energético total en condiciones de vida libre con la técnica de agua doblemente marcada (isótopos estables: $2H_2, 18O$) y la tasa metabólica por calorimetría indirecta. En países en vías de desarrollo, esta técnica resulta ser limitada debido a los altos costos de los isótopos y del equipo necesario para su cuantificación. Una alternativa es el método factorial. Morio et al. (19) reportaron que este método y el monitoreo de la frecuencia cardiaca son una alternativa satisfactoria al método de agua doblemente marcada, debido a que no encontraron diferencias estadísticamente significativas en el gasto energético total medido por los tres métodos, en una muestra de personas de la tercera edad y con vida libre.

Con respecto al método factorial, algunos investigadores (19,20) han utilizado el diario de actividades, en el cual los sujetos o un observador registran las actividades, así como el tiempo empleado en desarrollar cada una de las actividades registradas durante los días de estudio. Los diarios de actividad se han empleado en estudios con adultos (20) y ancianos (19). Actualmente, pocos estudios utilizan la metodología del cuestionario para estimar el gasto energético por actividades físicas laborales y recreativas, desarrolladas cotidiana y temporalmente como parte del estilo de vida de la población de estudio.

Por su parte Kriska et al. (21) reportaron la confiabilidad y validez del cuestionario frente al monitor de actividad Caltrac para estimar las horas de actividad por semana, así como el gasto energético expresado en METs/horas/semana en una población Nativa Americana. Posteriormente, Schulz et al. (22) reportaron una correlación entre horas/semana, METs/horas/semana y el NAF medido con la técnica de agua doblemente marcada ($r = 0.74$; $p = 0.01$) en una población Nativa Americana. En otro estudio, Schulz et al. (23) mostraron la eficacia del cuestionario para estimar las horas/semana de actividad y su relación con la obesidad en una población Pima y No Pima de Sonora, México.

Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue utilizar la metodología del cuestionario para estimar el gasto energético por actividad física expresado en NAF, medir la tasa

metabólica basal por calorimetría indirecta y determinar el requerimiento de energía en dos grupos etarios de la tercera edad, con actividad física en vida libre y residentes de una región rural del Noroeste de México.

SUJETOS Y METODOS

Sujetos. Se seleccionó una muestra de 54 (22 M y 32 H) personas >60 años, con rango de edad de 60-83 años, mediante un muestreo intencional sistemático no probabilístico. Todos los sujetos estuvieron orientados en espacio y tiempo.

Para conocer el estado de salud actual de los participantes y conformar una muestra de sujetos saludables, se realizaron varias Pruebas.

Prueba de tolerancia a la glucosa: Después de que los sujetos pernoctaron en la unidad metabólica y de un ayuno controlado de 12 horas, se tomó una muestra basal de sangre capilar y se suministró una dosis oral de glucosa de 75 g (Glutol; Paddock Lab Inc. MN, USA). A las dos horas se repitió la toma de muestra. La glucosa en sangre capilar se midió con el analizador de glucosa sanguínea HemoCue (HemoCue AB, Angelholm, Sweden) de acuerdo al método reportado por Ashworth et al. (24). La clasificación de intolerancia a la glucosa y diabetes tipo 2 se realizó de acuerdo a los criterios de la Organización Mundial de la Salud (25) y se verificó con los criterios del Comité de Expertos de la American Diabetes Association sobre el diagnóstico y Clasificación de la Diabetes Mellitus (26).

Se realizó un examen general de orina por Multistix 10 SG (Bayer), hemoglobina en sangre por fotometría B-Hemoglobina (B-Hemoglobin AB, Angelholm, Sweden), la presión arterial (Baumanómetro de Mercurio) y un examen médico general. El diagnóstico de hipertensión arterial se realizó de acuerdo a los criterios de la OMS (27). No se incluyeron a los sujetos con enfermedades incapacitantes o que limitaran la actividad física como la artritis o angina de pecho o con enfermedades que se reconoce afectan el metabolismo energético como diabetes Mellitus y cáncer, entre otras. Ningún sujeto tomó medicamentos que se conozca alteren el metabolismo energético. Los sujetos refirieron tener un peso estable de ± 2 kg durante los seis meses previos al estudio.

Diseño del estudio: Se identificaron 54 sujetos >60 años de edad del Censo proporcionado por el H. Ayuntamiento de Hermosillo, Dirección de Acción Cívica y Cultural, Dirección de Area Rural, Información Comunitaria. La muestra estudiada fue del "Ejido la Victoria", comunidad rural situada a 7 km de la Ciudad de Hermosillo, Sonora. Se localizaron los domicilios de las personas de la tercera edad. Con el objetivo de adaptar y estandarizar el cuestionario, se realizaron entrevistas para conocer las actividades laborales y recreativas que desarrollaban habitualmente como parte de su estilo de vida y la forma en que éstas se realizaban. Se registraron cerca de 65

actividades tanto laborales como recreativas, se adaptó el cuestionario y se realizó la prueba piloto.

Durante la primera entrevista se les preguntó el estado de salud y se descartaron a los sujetos con enfermedades crónicas degenerativas e incapacitantes, con excepción de los sujetos con diabetes tipo 2, que refirieron mantener sus actividades físicas, la cual fue un criterio de inclusión importante para el protocolo del cuestionario de actividad.

Se conformó una muestra de 54 sujetos con actividad física y con conocimiento previo de su estado de salud. Los participantes visitaron la unidad metabólica del Departamento de Nutrición Humana y se les realizó un diagnóstico médico por el servicio médico del CIAD, A.C. Los participantes y sus familiares recibieron una explicación completa del protocolo de estudio y cada participante firmó su hoja de consentimiento por escrito. Todos los procedimientos descritos en este estudio fueron aprobados por el Comité Interno y Externo de Ética del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C.

El cuestionario de actividad se aplicó por primera vez en los hogares de los participantes. La segunda ocasión se aplicó después de un mes dentro de las instalaciones del CIAD durante el protocolo de la medición del metabolismo basal por calorimetría indirecta y composición corporal por bioimpedancia eléctrica. El cuestionario fue aplicado por un entrevistador entrenado y con conocimiento previo del estilo de vida de los participantes. La entrevista duró entre 30 y 45 minutos.

Antropometría: El peso se tomó con una balanza electrónica digital de 0 a 150±0.05 kg de capacidad (ADNFV-150 K, Japón) y la talla con un estadiómetro Holtain (Holtain Limited, Dyfed, Britian). El peso y la talla se midieron de acuerdo a la técnica de Durnin (28). Con ambas mediciones se calculó el IMC (Peso/Talla²). Se midió la circunferencia de la cintura con una cinta métrica (Lafayette Instruments) en posición supina tomando como referencia el ombligo. La circunferencia de la cadera se midió tomando como referencia la parte más pronunciada de los glúteos con el auxilio de un espejo para verificar el sitio. La relación cintura cadera se calculó como el cociente de la cintura sobre la cadera.

Composición corporal: La composición corporal se evaluó por bioimpedancia eléctrica (BIE) con el sistema RJL (RJL Systems Detroit, Mich., USA). Las mediciones se realizaron de acuerdo a la técnica de Lukaski et al. (29). La masa corporal libre de grasa (MCLG) y la grasa corporal se determinó con la ecuación específica para la población >60 años propuesta por Deurenberg et al. (30), la cual fue validada por Broekhoff et al. (31) en un grupo femenino de la tercera edad y por Fuller et al. (32) en un grupo de ancianos del sexo masculino.

Actividad física: En la comunidad se entrevistaron a las personas >60 años. En una ficha de campo se registraron todas

las actividades que realizaban como parte del estilo de vida, así como la manera en que las realizaban. Se conformó una base de datos con todas las actividades y sus respectivos equivalentes energéticos con el objetivo de adaptar el cuestionario desarrollado y validado por Kriska et al. (21). Para calcular el NAF se consideraron los valores de los costos energéticos de las diversas actividades reportados en la población adulta (15,33) y para población de la tercera edad (34-36). El cuestionario contempla todas las actividades laborales y recreativas realizadas durante los 12 meses previos a la aplicación. A cada sujeto se le preguntó cada una de las actividades y el tiempo que empleaban en desarrollarlas. Se calculó el tiempo expresado en horas por cada una de las actividades registradas, así como el gasto energético por actividad física expresado en NAF. De esta manera el NAF representa el gasto energético por actividad física de un día promedio, representativo de los 365 días del año.

Tasa metabólica basal por calorimetría indirecta: La TMB se midió en los 54 voluntarios (otros sujetos fueron excluidos previamente por patologías diversas en base al examen médico). Para los análisis se consideraron los resultados de 40 sujetos sanos (15 mujeres y 25 hombres), excluidos 14 sujetos con diagnóstico de diabetes tipo 2, mediante la prueba de tolerancia a la glucosa, tomando criterio principal el valor de glucosa a las dos horas post-dosis, y un corte ≥ 200 mg/dl.

Las mediciones se realizaron por calorimetría indirecta y se utilizó para ello, el sistema de campana ventilada (Monitor Metabólico Deltatrac; Sensor Medics, Calif. USA). El metabolismo en condiciones basales se midió de acuerdo al protocolo reportado por Valencia et al. (37). Los analizadores de gases del monitor se calibraron en cada corrida con una mezcla de gases de referencia con 95.94% de O₂ y 4.06% de CO₂ (Matheson Gas Co. Calif. USA). La concentración y proporción de los gases fue analizada y verificada por la técnica de Haldane (38). La presión atmosférica del monitor se calibró contra la presión del barómetro de mercurio independiente tipo Servicio Meteorológico Nacional (Pa., USA). La temperatura del cuarto donde se realizó la medición fue de 25-26°C y una humedad relativa de 50%-65%.

Se verificó el flujo del sistema y el funcionamiento de los analizadores por la quema de butano al simular un gasto energético de un adulto de aproximadamente 7669.8 kJ/día. El porcentaje de recuperación de CO₂ y O₂ fueron de 100.9% y 97.1%, respectivamente.

A los voluntarios se les llevó a la unidad metabólica del CIAD una tarde previa a la medición. A cada sujeto se le brindó una cena a las 7:00 p.m., con un platillo típico regional, el cual cubrió una tercera parte del requerimiento de energía (el requerimiento energético se determinó al estimar la tasa metabólica basal con las ecuaciones de FAO/OMS/UNU (15) y el NAF recomendado para actividades ligeras de 1.55 y 1.56 para hombres y mujeres, respectivamente) y contenía una

distribución porcentual de la energía de 15% de proteínas, 30% de grasas y 55% de carbohidratos.

La TMB se midió en condiciones de ayuno a las 7:00 a.m. Cada voluntario se mantuvo recostado y despierto, con la campana colocada durante 5 minutos previos a la medición, con el propósito de que se normalizara su ritmo de respiración. Después de este tiempo, la medición duró 25 minutos, de los cuales el monitor descarta los primeros cinco. Se consideraron los valores promedio de O₂ y CO₂ para calcular la tasa metabólica basal mediante la ecuación de Weir (39).

Requerimiento energético total: El requerimiento energético total se calculó de acuerdo al método factorial reportado por FAO/OMS/UNU (15).

Análisis de los datos: El análisis se realizó con el paquete estadístico NCSS 97 (Statistical System for Windows). Se probó la normalidad de las variables con la pruebas de D'Agostino y la de Martínez-Igiewicz. Se realizaron transformaciones logarítmicas a las variables de: glucosa en ayuno y postdosis, la relación cintura-cadera, el nivel de actividad física y el requerimiento energético total. Los resultados de éstas variables se reportan como media geométrica. El resto de las variables se presentan como medias, desviaciones estándar y rangos. Para observar las diferencias por grupo etario, las variables de las características físicas, bioquímicas y de composición corporal se compararon por la prueba t de Student y para observar diferencias por grupo etario y sexo se aplicó un análisis de varianza y se utilizó la prueba de comparación múltiple de Duncan. Las variables de NAF, TMB y requerimiento de energía se analizaron por ANOVA; sin embargo, para fines prácticos sólo se reportan las diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) entre los grupos etarios del mismo sexo y las diferencias entre los valores promedios por sexo.

Para evaluar la confiabilidad y reproducibilidad del cuestionario de actividad física, el cuestionario se aplicó en dos tiempos con una diferencia de un mes, el análisis se realizó por regresión lineal simple y correlación de Pearson, así como por una prueba t pareada.

Se utilizó el análisis de regresión lineal simple para analizar las posibles variables predictoras de la tasa metabólica basal. El análisis de regresión también se utilizó para observar el posible efecto de la edad sobre la TMB. Por otro lado, los datos de la TMB se normalizaron al peso corporal y a la MCLG. La normalización se realizó mediante el análisis de covarianza, que de acuerdo con Poehlman y Toth (40) es el mejor método para remover el efecto de cada una de éstas variables cuando se compara el metabolismo basal por grupo etario y sexo. Los resultados se presentan como medias y error estándar.

RESULTADOS

Características de los sujetos: De acuerdo con los resultados de la prueba de tolerancia a la glucosa, 25.9% presentó Diabetes Tipo 2 y 18.5% intolerancia a la glucosa. De la muestra total un 22.2% presentó hipertensión arterial sistólica (≥ 160 mm Hg) y un 3.7% hipertensión diastólica (≥ 95 mm Hg). El resto de la muestra se consideró sin problemas mayores de salud.

En la Tabla 1 se presentan los valores promedio de cada una de las variables antropométricas, de composición corporal y bioquímicas, por sexo y grupo etario. Cuando la edad se analizó por grupo etario se observó una diferencia entre los grupos etarios en ambos sexos ($p < 0.05$). Con respecto a la composición corporal, las mujeres de 60-69 años presentaron un porcentaje de grasa mayor, comparado con el porcentaje encontrado en las mujeres del grupo etario de 70-83 años. Para el resto de las variables no se encontraron diferencias entre los valores promedios por grupo etario; sin embargo, cuando se analizó por sexo, se encontraron diferencias en las variables de talla, porcentaje de grasa corporal, masa corporal libre de grasa, hemoglobina y presión arterial sistólica con una $p < 0.05$.

TABLA 1
Características físicas y bioquímicas, composición corporal por sexo y grupo etario

Grupo etario	Sexo Femenino n=22		Sexo Masculino n=32	
	(60-69)	(70-83)	(60-69)	(70-83)
Edad (años)	63.1±2.5*	76.8±3.1*	64.2±2.3**	75.8±4.6**
Peso (kg)	68.8±7.9	62.6±15.4	72.8±17.3	70.2±11.7
Talla (m)	1.56±0.0	1.55±0.0	1.68±0.0	1.66±0.0
IMC (kg/m ²)	28.2±3.4	25.7±4.7	25.7±5.5	25.2±3.6
Grasa corporal (%)	53.0±3.3*	47.4±7.9*	38.5±8.5	38.2±5.0
MCLG (kg)	32.2±3.9	32.0±5.2	43.5±5.2	42.9±4.9
Glu en ayuno (mg/dl) ^o	102.0±9.0	96.9±5.9	103.4±8.5	90.2±3.0
Glu postdosis (mg/dl) ^o	169.5±14.7	157.3±14.7	139.9±14.6	134.9±8.6
Hemoglobina (g/dl)	13.13±0.9	12.5±0.9	13.9±1.2	14.0±1.3
PAS (mmHg)	144.6±15.6	150.0±8.7	133.0±20.0	142.5±22.6
PAD (mmHg)	76.1±7.6	74.4±8.8	76.5±10.8	78.3±11.1
C/C ^o	0.97±0.0	0.97±0.0	0.99±0.1	0.95±0.1

IMC= Índice de masa corporal; MCLG= masa corporal libre de grasa; PAS= presión arterial sistólica; PAD= Presión arterial diastólica; C/C= Relación cintura cadera. Los resultados se presentan en Media±DE; ^oMedia geométrica ± DE. *Diferencia significativa por grupo etario en mujeres ($p < 0.05$). **Diferencia significativa por grupo etario en hombres ($p < 0.05$).

Actividad física: Los 54 sujetos eran personas con una gran diversidad de actividades físicas. Las mujeres refirieron realizar trabajos domésticos de manera manual, por ejemplo: lavado de ropa con sus manos. Los hombres informaron ejecutar las siguientes actividades; cosecha de calabaza, melón, vigilancia, cultivo de hortaliza en traspatio, jardinería, cercar y albañilería, entre otras. Con respecto a las actividades recreativas, se reportó asistencia a misa, ver televisión, reunio-

nes del ejido e ir de compras a la ciudad de Hermosillo. Es importante señalar que las personas de la tercera edad reportaron no realizar ninguna actividad deportiva o juegos de mesa.

Para la confiabilidad y reproducibilidad del cuestionario en esta muestra se realizaron ajustes a desviaciones de la normalidad, el logaritmo del nivel de actividad uno y dos, se analizó por una de t pareado. De acuerdo a los resultados, no se encontraron diferencias significativas en el nivel de actividad física estimado por el cuestionario en las dos ocasiones (NAF1 = 1.55 vs. NAF 2 = 1.58; p=0.20). Adicionalmente se aplicó la prueba de correlación de Pearson y se observó una correlación de 0.85 (p<0.05; n=54), lo cual indica que el pareamiento de los datos fue adecuado (Figura 1).

Los valores promedio del nivel de actividad física se presentan en la Tabla 2. En ambos sexos, no se encontraron diferencias entre los valores encontrados por grupo etario. Cuando se analizaron por sexo; se observó que el NAF fue mayor en los hombres comparado con el NAF de las mujeres (p<0.05).

FIGURA 1

Reproducibilidad del cuestionario para estimar el gasto energético por actividades laborales y recreativas, expresado en NAF

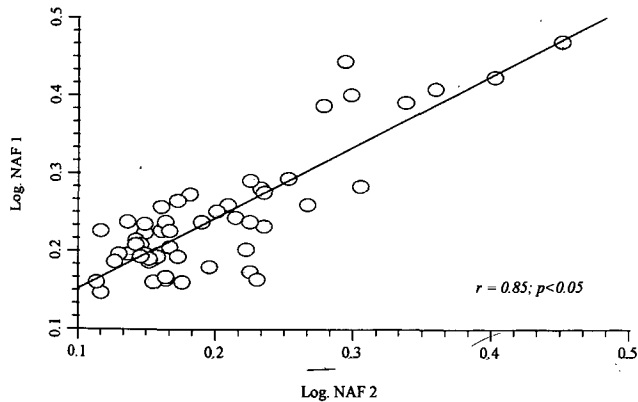


TABLA 2

Nivel de actividad física en 54 sujetos, por sexo y grupo etario

Grupo Etario	n	Nivel de Actividad Física ^o
Femenino		
(60-69 años)	13	1.51±0.34 (1.37-1.85)
(70-83 años)	9	1.48±0.22 (1.39-1.64)
Total	22	1.50±0.29 (1.37-1.85)*
Masculino		
(60-69 años)	20	1.62±0.68 (1.30-2.83)
(70-83 años)	12	1.68±0.65 (1.35-2.53)
Total	32	1.65±0.66 (1.30-2.85)*

^oMedia geométrica ± DE y rango. *Diferencia estadísticamente significativa entre la media total de las mujeres y hombres (p<0.05).

Tasa metabólica basal por calorimetría indirecta: Los resultados de la tasa metabólica basal se presentan en la Tabla 3. Cuando la TMB se comparó entre los grupos etarios de cada sexo no se encontraron diferencias. La diferencia sólo se observó cuando se compararon los valores promedios de la TMB por sexo (p<0.05). Cuando la TMB se ajustó al peso corporal se encontraron diferencias en las medias por sexo. Sin embargo, cuando la TMB se ajustó a la MCLG se encontró que la tasa metabólica en las mujeres del grupo etario de 60-69 años, fue mayor comparado al grupo de 70-83 años (p<0.05). En el caso de los hombres se observó la misma tendencia; sin embargo, no fue diferente estadísticamente.

Para la tasa metabólica basal de los individuos estudiados de ambos sexos, el análisis de regresión lineal no mostró evidencia de que la masa corporal libre de grasa fuera mejor predictor que el peso corporal (r=0.75; p<0.0001 vs. r=0.83; p<0.0001). Los resultados de la correlación de la TMB con el peso y MCLG se ilustran en las Figuras 2 y 3.

TABLA 3

Tasa metabólica basal por calorimetría indirecta por sexo y grupo etario

Grupo Etario	n	TMB Medido (kJ/día)	TMB ajustada al PC (kJ/día)	TMB ajustada a la MCLG (kJ/día)
Femenino				
(60-69 años)	9	5672±583 (4727-6831)	5685±138	6512±181*
(70-83 años)	6	4974±744 (4252-5958)	5318±169	5670±222*
Total	15	5348±719 (4252-6831)*	5502±107*	6091±140
Masculino				
(60-69 años)	14	6247±938 (5182-8323)	6151±111	5784±145
(70-83 años)	11	6169±798 (5322-7728)	6095±125	5691±164
Total	25	6160±862 (5182-8323)*	6123±83*	5738 ±108

Los resultados se presentan en media ± DE y rango. La TMB ajustada al peso corporal (PC) y la MCLG por análisis de covarianza se presentan como medias ± EE. *Diferencia estadísticamente significativa por sexo y grupo etario (p<0.05).

FIGURA 2

Relación entre la tasa metabólica basal y el peso corporal en los 40 sujetos

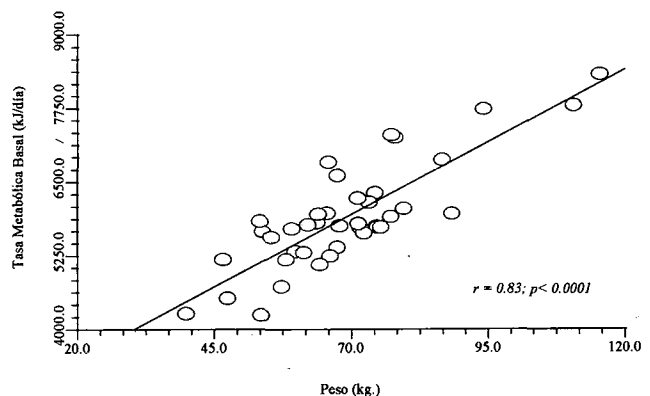
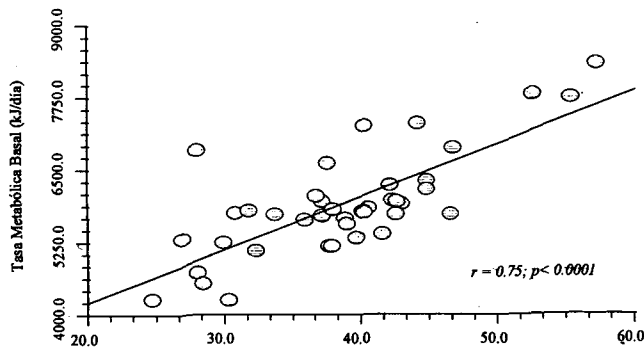


FIGURA 3

Relación entre la tasa metabólica basal y la masa corporal libre de grasa en los 40 sujetos



Requerimiento energético total: Los resultados del NAF reportados en la Tabla 4, son representativos de los 54 sujetos estudiados. El requerimiento de energía se calculó con el valor de la TMB y el nivel de actividad física en cada uno de los 40 sujetos saludables. El requerimiento energético total se consideró como una variable anormal debido a que el requerimiento de energía es el resultado de multiplicar el NAF por la TMB y el NAF de acuerdo a las pruebas de normalidad fue una variable con comportamiento no normal, mientras que la TMB fue una variable normal; por lo anterior, los valores se reportan en media geométrica.

Se compararon los valores promedio por grupo etario en cada sexo y no se encontraron diferencias; sin embargo, cuando el requerimiento de energía se comparó entre las mujeres y los hombres, se observó que el requerimiento energético total fue mayor en los hombres comparado con el de las mujeres ($p < 0.05$).

TABLA 4

Nivel de actividad física (NAF), tasa metabólica basal (TMB) y requerimiento energético total por sexo y grupo etario

Grupo etario	NAF ^o	TMB (kJ/d)	Requerimiento energético Total (kJ/d) ^o
Femenino			
(60-69 años)	1.51±0.34	5672±583	8578.3±1370 (7185-10717)
(70-83 años)	1.48±0.22	4974±744	7926.5±1927 (5933-9652)
Total	1.50 ±0.29*	5348±719*	8311.4±1610 (5910-10718)*
Masculino			
(60-69 años)	1.62±0.68	6247±938	10167.0±2170 (8142-16889)
(70-83 años)	1.68±0.65	6169±798	10265.9±2496 (7954-14989)
Total	1.65 ±0.66*	6160±862*	10210.9±2268 (7953-16890)*

^oMedia geométrica. *Diferencia estadísticamente significativa en la media total de las mujeres y hombres ($p < 0.05$).

DISCUSION

Se estudiaron 54 personas mayores de 60 años, residentes de una región rural. En el medio estudiado es difícil obtener una muestra de ancianos completamente sanos, se ha reportado que el envejecimiento afecta el metabolismo. Silverberg (41) reportó una alteración progresiva en el metabolismo de la glucosa mediante la prueba de tolerancia a la glucosa. En esta muestra estudiada se encontró un 18.5% de sujetos con intolerancia a la glucosa y un 25.9% con Diabetes Tipo 2. De acuerdo a Rowe et al. (42) la intolerancia a la glucosa se debe a la disminución de la sensibilidad de los tejidos periféricos a la insulina. El 12% de los sujetos estudiados fueron hipertensos con tratamiento médico. Para fines de este estudio se consideraron a los 54 sujetos para el protocolo de la actividad física, debido a que estos sujetos desarrollaban sus actividades laborales y de la vida diaria. Los participantes refirieron que su enfermedad no representaba una limitante para desarrollar sus actividades físicas.

Actualmente se considera la metodología del agua doblemente marcada como el estándar de oro para medir el gasto energético total en condiciones de vida libre. Dada la importancia de establecer los requerimientos de energía y niveles apropiados de actividad física para lograr el equilibrio energético en la población de la tercera edad, así como la limitación de recursos para emplear dicha técnica. Para este trabajo se planteó una metodología alterna para medir el requerimiento energético total. En este estudio se determinó el requerimiento energético total mediante el método factorial que a diferencia de otros estudios, en el presente trabajo se estimó el gasto energético por actividad física utilizando la metodología del cuestionario de actividades desarrollado y validado por Kriska et al (21). Este cuestionario representa una ventaja sobre el registro de actividades; sólo se requiere de 30 a 60 minutos, conocimiento previo del estilo de vida y la cooperación de los sujetos.

Otra ventaja es que además de evaluar el patrón de actividad física, también permite calcular las horas de actividad por día, semana, mes o año, así como el gasto energético por actividad física de un día promedio, representativo de un año. El valor promedio del gasto energético por actividad física expresado en NAF, aunado a la medición de la TMB por calorimetría indirecta, permitió obtener un aproximación del gasto energético total y por consiguiente del requerimiento de energía en población de la tercera edad y en vida libre. En las mujeres, los resultados del NAF obtenidos en este estudio (1.50), coinciden con el recomendado (1.51) por diversos organismos internacionales como FAO/OMS/UNU (15), el Consejo Nacional de Investigación (National Research Council) (16) y el Departamento de Salud de Reino Unido (17), los cuales utilizaron el método factorial para estimar el NAF en poblaciones de países desarrollados.

Es importante señalar que el NAF para las mujeres fue similar al recomendado; sin embargo, el patrón de actividad es

diferente. Las mujeres de este estudio realizaron trabajos manuales como lavar, planchar, hacer tortillas, cortar y cargar leña, barrer, preparar comida entre otras, mientras que el NAF reportado por la OMS se debió a las actividades recreativas propias de un país desarrollado. El NAF de 1.50 representa el gasto energético por la ejecución de diversas actividades físicas. En horas de actividad, representa un valor promedio de 59.9 ± 50.3 y 19.3 ± 16.5 de horas/semana por actividades laborales y recreativas, respectivamente.

La media del NAF en los hombres fue 1.65. El valor promedio encontrado en este estudio fue mayor comparado con el 1.51 recomendado por los organismos internacionales (15-17). Al observar el patrón de actividad física, los hombres realizaron actividades que demandan un mayor gasto energético como albañilería, cosecha de frutas y hortalizas, cortar leña, cercar, entre otras. En los hombres, el NAF de 1.65 representa un valor promedio de 62.7 ± 46.4 y 17.7 ± 17.4 de horas/semana por actividades laborales y recreativas, respectivamente. Los hombres, al igual que las mujeres, reportaron no realizar actividades deportivas.

En ambos sexos el promedio de horas por semana representa las horas dedicadas a diversas actividades, las cuales no necesariamente implican un elevado gasto energético. Para el caso de los hombres, las 62.7 horas/semana reflejan las horas de actividad de dos sujetos que atendían su negocio, cuatro empleados de vigilancia. Ambos trabajos consisten en que el sujeto se mantenga de pie, caminando ligeramente y sentado durante un período de 12 horas durante los siete días de la semana (empleados de tienda) y 24 horas, tres veces por semana (empleados de vigilancia). En relación a las horas/semana de actividades en las mujeres la situación fue similar a la encontrada en los hombres.

Cuando los valores promedio del NAF se compararon por grupo etario para cada sexo no se observaron diferencias estadísticamente significativas; pero, al comparar los valores promedio totales sin considerar el grupo etario, se observó que el nivel de actividad física fue mayor en los hombres comparado con el de las mujeres ($p < 0.05$).

Con respecto a la actividad física, Paffenbarger et al. (43,44) y Rakowski y Mor (45) reportaron que las personas mayores activas tuvieron una tasa de mortalidad más baja por enfermedades cardiovasculares. Por otro lado, Manson et al. (46,47) observaron que el bajo riesgo de Diabetes Tipo 2, se presentaba en sujetos activos. En el presente estudio, al analizar el NAF con la composición corporal se encontró una correlación negativa estadísticamente significativa entre el nivel de actividad física y el porcentaje de grasa ($r = -0.36$; $p < 0.05$). En estudios sobre actividad física, porcentaje y distribución de la grasa corporal como factores de riesgo para enfermedades cardiovasculares y Diabetes Tipo 2, la metodología del cuestionario (NAF), la bioimpedancia eléctrica y la relación cintura-cadera pueden ser herramientas de gran utilidad en estudios epidemiológicos.

En el protocolo de la medición de la tasa metabólica basal ingresaron los 54 sujetos. De este total, 14 sujetos (7 mujeres y 7 hombres) presentaron Diabetes Tipo 2. Con el análisis de varianza se demostró un efecto positivo de la diabetes sobre el metabolismo basal. Por lo anterior, los datos de los 14 sujetos se excluyeron del análisis de la TMB. Por otro lado, se ha reportado que la tasa metabólica basal disminuye conforme se incrementa la edad en hombres y mujeres (14, 48). En este estudio se apreció una disminución de la TMB conforme se incrementó la edad; sin embargo, no fue estadísticamente significativa debido a la cantidad tan pequeña de la muestra. Las diferencias en la TMB se observaron solamente cuando se compararon por sexo y la TMB fue 13.2% mayor en los hombres ($p < 0.05$). En este estudio se esperaba encontrar diferencia en el metabolismo basal por grupo etario, para ello se ajustó por análisis de covarianza la TMB al PC para remover el efecto de éste sobre el metabolismo basal y observar el posible efecto por grupo etario; sin embargo, no se encontraron tales diferencias estadísticamente significativas. Sin embargo, nuevamente la TMB corregida fue significativamente mayor en un 10.2% en los hombres ($p < 0.05$). De acuerdo con los resultados de este estudio las diferencias en el metabolismo basal se deben al sexo, más que al efecto del grupo etario, independientemente del peso corporal, lo cual es consistente con los resultados de Arciero et al. (49).

Diversos estudios (14,48,50,51) han considerado la MCLG como el mejor predictor de la tasa metabólica en reposo, por lo que el metabolismo basal también se ajustó por análisis de covarianza a la MCLG. Los resultados mostraron que la TMB en las mujeres fue mayor con un 5.8%, respecto a la TMB de los hombres. Lo anterior no significa que al corregir por el efecto de la MCLG, las mujeres tengan un gasto energético basal corregido por la MCLG mayor, dado que las diferencias no fueron estadísticamente significativas. Con estos resultados no se apreció el efecto del sexo sobre la TMB corregida por la MCLG y posiblemente se deba al número tan pequeño de la muestra. Sin embargo al analizar por grupo etario se encontró que las mujeres de 60-70 años tuvieron un TMB corregida por la MCLG mayor comparada con el grupo de 70-83 años ($p < 0.05$), lo que significa que al retirar el efecto del tejido metabólicamente activo sobre la TMB, la edad considerada como grupo etario sí determinó las diferencias en la TMB, independientemente del sexo.

Al explorar las variables predictoras por técnicas de regresión lineal simple, se encontró que la variable peso corporal fue mejor predictor de la TMB comparado con el reportado por FAO/OMS/UNU (15) para las personas >60 años de edad (coeficiente de correlación de 0.76 vs. 0.83 para ambos sexos). En este estudio, el peso corporal mostró ser mejor predictor del metabolismo basal comparado con la MCLG ($r = 0.83$ vs. $r = 0.75$). De acuerdo con Roberts et al. (52), lo anterior se debe a que las mediciones del peso corporal son más precisas que las mediciones de la MCLG.

Finalmente, se consideraron los valores promedios del NAF y de la TMB para calcular el RET y se encontró una diferencia solo por sexo y no por grupo. Los valores promedios del RET por sexo fueron similares a las RDAs (16) para este grupo etario. En las mujeres se encontró una diferencia positiva de 362 kJ/día y en los hombres de 587 kJ/día de acuerdo a las RDAs (16).

Se concluye que la metodología del cuestionario de actividades puede usarse para estimar el nivel de actividad física a nivel individual o poblacional, específicamente en comunidades rurales donde la actividad física es constante tanto en los hombres como en las mujeres. Por otro lado, el NAF y los valores de la tasa metabólica basal por calorimetría indirecta conforman una metodología confiable para obtener una aproximación del gasto energético y por consiguiente del requerimiento energético total en la población de la tercera edad y con vida libre.

AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestro más sincero agradecimiento a todos los voluntarios quienes participaron de manera incondicional en este estudio. Agradecemos la valiosa participación del apoyo técnico en especial a la MC Alma Robles, la QB. Bertha I. Pacheco y a la Médica María Eugenia Cardiel, así como al resto del personal del CIAD que colaboró de alguna u otra manera en la realización de este trabajo.

REFERENCIAS

- Organización de las Naciones Unidas. Asamblea mundial del Envejecimiento. Plan Acción Internacional de Viena sobre el Envejecimiento. Viena: ONU, 1982;Vol 2.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. La tercera edad en México, 1993. IX Censo General de Población y Vivienda. México, D. F.: INEGI, 1990.
- Novak LP. Aging, total body potassium, free fat mass and cell mass in males and females between ages 18 and 85 years. *J Gerontol* 1972;27:438-443.
- Forbes GB and Reines JC. Adult lean body mass declines with age: some longitudinal observations. *Metabolism* 1970;19:653-663.
- Noppa H, Andersson M, Bengtsson C, Bruce A, Isaksson B. Body composition in middle-aged women with special reference to the correlation between body fat mass and anthropometric data. *Am J Clin Nutr* 1979;32:1388-1395.
- Durnin JVGA, Womersley J. Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: Measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *Br J Nutr* 1974;32:77-97.
- Bishop CW, Bowen PE, Ritchey SJ. Norms for nutritional assessment of American adults by upperarm anthropometry. *Am J Clin Nutr* 1981;34:2530-2539.
- Cunningham DA, Montoye HJ, Metzger HL, Keller JB. Physical activity at work and leisure as related to occupation. *Med Sci Sports* 1969;1:165-170.
- McGandy RB, Barrows CH, Spanias A, Merdith A, Stone JL, Norris JH. Nutrient intakes and energy expenditure in men of different ages. *J Gerontol* 1966;21:581-587.
- Elahi VK, Elahi D, Andres R, Tobin JD, Butler MG, Norris AH. A longitudinal study of nutritional intakes in men. *J Gerontol* 1983;38:162-180.
- Sjgören A, Osterberg T, Steen B. Intake of energy, nutrients and food items in a ten-year cohort comparison and in a six-year longitudinal perspective: A population study of 70- and 76 year-old swedish people. *Age and Ageing* 1994;23:108-112.
- Keys A, Taylor HL, Grande R. Basal metabolism and age of adult man. *Metabolism* 1973;22:579-587.
- Tzankoff SP, Norris AH. Longitudinal changes in basal metabolism in man. *J Appl Physiol* 1978;45:536-539.
- Poehlman ET, Goran MI, Garden AW, Ades PA, Arciero PJ, Katzman-Rooks SM, et al. Determinants of the decline in resting metabolic rate in aging females. *Am J Physiol* 1993;264:E450-E455.
- FAO/WHO/UNU. Energy and protein requirements. Report of a joint FAO/WHO/UNU Experts Consultation. Tech Rept Ser No. 74 Geneva: World Health Organization, 1985.
- National Research Council. Recommended dietary allowances, 10th ed. Washington, DC: National Academy Press, 1989.
- Department of Health. Report on health and social subjects. No. 41. Dietary reference values for food energy and nutrients for the United Kingdom. London: HMSO, 1991.
- James WPT, Ferro-Luzzi A, Waterlow JC. Definition of chronic energy deficiency in adults. Report of a working party of the International Dietary Energy Consultancy Group. *Eur. J. Clin. Nutr.* 1988;42:969-981.
- Morio B, Ritz P, Verdier E, Montaurier CH, Beaufriere, Vermorel M. Critical evaluation of the factorial and heart-rate recording methods for the determination of energy expenditure of free-living elderly people. *Br J Nutr* 1997;78:709-722.
- Geissler CA, Dzumbira TM, Noor MI. Validation of a field technique for the measurement of energy expenditure: factorial method versus continuous respirometry. *Am J Clin Nutr* 1986;44:596-602.
- Kriska AM, Knowler WC, LaPorte RE, Drash AL, Wing RR, Blair SN, et al. Development of questionnaire to examine relationship of physical activity and diabetes in Pima Indians. *Diabetes care* 1990;13:401-411.
- Schulz LO, Harper IT, Smith CJ, Kriska AM, Ravussin E. Energy intake and physical activity in Pima Indian: Comparison by doubly-labeled water. *Obes Res* 1994;2:541-548.
- Schulz LO, Montesinos H, Esparza J, Hoffmann R, Ravussin E, Bennett PH, Valencia ME. Obesity, diet and physical activity of Pimas Indians in Mexico. *Diabetes* 1997;46:S1.
- Ashworth L, Gibb I, and Alberti K.G.M.M. HemoCue: Evaluation of a portable photometric system for determining glucose in whole blood. *Clin Chem* 1992;38:1479-1482.
- World Health Organization. Diabetes Mellitus. Report of a WHO Study Group. Geneva World Health Organization, 1985. (Tech Rep Ser. No.727).
- The Expert Committee on the Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus. Report expert committee on the diagnosis and classification of diabetes mellitus. *Diabetes Care* 1997;20:1183-1197.

27. World Health Organization (WHO). Arterial Hypertension. Technical Report No.628. Expert Committee Report, Genova. 1978.
28. Durnin JVGA. Anthropometric methods for assessing nutritional status. In Nutrition in the elderly. Horwitz, MacFadyen, Munro, Scrimshaw, Steen and Williams eds., pp.15-32. Oxford: Oxford University Press, 1989.
29. Lukasky HC, Jhonson PE, Bolonchuck WW, Lykken GI. Assessment of fat free mass using bio-electrical impedance measurements of human body. *Am J Clin Nutr* 1985;41:810-817.
30. Deurenberg P, van der Kooy K, Leenen R, Evers P, Hulshof T: Assessment of body composition by bioelectrical impedance in a population aged > 60 y. *Am J Clin Nutr* 1990;51:3-6.
31. Broekhoff C, Voorrips LE, Weijenberg MP, Witvoet GA, van Staveren WA, Deurenberg P. Relative validity of different methods to assess body composition in apparently healthy elderly women. *Ann Nutr Metab* 1992;36:148-156.
32. Fuller NJ, Sawyer MB, Laskey MA, Paxton P, Elia M. Prediction of body composition in elderly men over 75 years of age. *Annals of Human Biology* 1996;23:127-147.
33. James WPT and Schofield EC. Human energy requirements. Oxford:Oxford University Press, 1990.
34. Calloway DH, Zanni E. Energy requirements and energy expenditure of elderly men. *Am J Clin Nutr* 1980;33:2088-2092.
35. Voorrips LE, van Acker T.M.C.J. Deurenberg P, van Staveren WA. Energy expenditure at rest and during standardized activities: a comparison between elderly and middle-aged women. *Am J Clin Nutr* 1993;58:15-20.
36. Visser M, van der Horst A, de Groot L.C.P.G.M, Deurenberg P, van Staveren WA. Energy cost of physical activities in healthy elderly women. *Metabolism* 1995;44:1046-1051.
37. Valencia ME, Moya SY, McNeill G, Haggarty P. Basal metabolic rate and body fatness of adult men in northern Mexico. *Eur J Clin Nutr*. 1993;48:205-211.
38. McLean JA and Tobin G: Animal and Human calorimetry. Cambridge: Cambridge University Press, p. 338. 1978.
39. Weir JB. New methods for calculating metabolic rate with special reference to protein metabolism. *J Physiol* 1949;109:1-9.
40. Poehlman ET, Toth MJ. Mathematical ratios lead to spurious conclusions regarding age and sex related differences in resting metabolic rate. *Am J Clin Nutr* 1995;61:482-485.
41. Silverberg AB. Carbohydrate metabolism and diabetes in the aged, in: Nutritional Intervention in the Aging Process (Ambrecht HJ, Prendergast JM and Coe RM, eds.), Springer, New York, pp.191-208. 1984.
42. Rowe JW, Minaker KL, Pallotta JA and Flier JS. Characterization of the insulin resistance of aging. *J Clin Invest* 1983;71:1581-1587.
43. Paffenbarger RS Jr, Hyde TR, Wing AL, Hsieh CC. Physical activity, all-cause mortality and longevity of college alumni. *N Engl J Med* 1986;314:605-613.
44. Paffenbarger RS Jr, Hyde TR, Wing AL, Lee IM, Jung DL, Kampert JB. The association of changes in physical-activity level and other lifestyle characteristics with mortality among men. *N Engl J Med* 1993;328:538-545.
45. Rakowski W, Mor V. The association of physical activity with mortality among older adults in the Longitudinal Study of Aging (1984-1988). *J Gerontol Med Sci* 1992;47:M122-129.
46. Manson JE, Rimm EB, Stampfer MJ, Colditz GA, Willett WC, Krolewski AS, et al. Physical activity and incidence of non-insulin-dependent diabetes mellitus in women. *Lancet* 1991;338:774-778.
47. Manson JE, Nathan DM, Krolewski AS, Stampfer MJ, Willett WC, Hennekens CH. A prospective study to exercise and incidence of diabetes among US male physicians. *JAMA* 1992;268:63-67.
48. Poehlman ET, Berke EM, Joseph JR, Gardner AW, Katzman-Rooks SM, Goran MI. Influence of aerobic capacity, body composition and thyroid hormones on the age-related decline in resting metabolic rate. *Metabolism* 1992;41:915-921.
49. Arciero PJ, Goran MI, Poehlman ET. Resting metabolic rate is lower in women than in men. *J Appl Physiol* 1993;75:2514-2520.
50. Cunningham JJ. A reanalysis of the factors influencing basal metabolic rate in normal adults. *Am J Clin Nutr* 1980;33:2372-2374.
51. Ravussin E, Lillioja S, Anderson TE, Christin L, Bogardus C. Determinants of 24-hour energy expenditure in man. *J Clin Invest* 1986;78:1568-1578.
52. Robergs SB, Fuss P, Heyman MB, Young VR. Influence of age on energy requirements. *Am J Clin Nutr* 1995;62(suppl):1053S-1058S.

Recibido: 06-07-1998

Aceptado: 26-02-1999

Utilización de nutrientes en niños con diarrea aguda alimentados con formula a base de pollo y de soya

Diamela Carías, Anna María Cioccia, Patricio Hevia, Hans Romer, Marisa Guerra, Odoardo Brito

Universidad Simón Bolívar y Hospital J.M. de los Ríos. Caracas, Venezuela

RESUMEN. El objetivo de este trabajo fue comparar dos fórmulas, una a base de proteína de pollo y ocumo elaborada en base a la utilizada en el Hospital de niños J.M de los Ríos y otra a base de aislado proteico de soya en niños con diarrea aguda. Se realizó un estudio metabólico de 48h con dos grupos de 14 niños varones con edad promedio de 9 meses. Los niños alimentados con pollo consumieron mas proteína y menos grasa, ya que esta fórmula contenía mas proteína y menos grasa. La excreción fecal fue similar para los dos grupos (800 g/48h), sin embargo los niños que consumieron mas proteína (pollo) y grasa (soya) excretaron también una mayor cantidad de estos macronutrientes en las heces (diferencias no significativas). La absorción de grasa, nitrógeno y carbohidratos fue similar en ambos grupos y se aproximaron a 63%, 75% y 78%, respectivamente; así como la retención de nitrógeno que fue del 55%. No se encontraron diferencias significativas en relación a los porcentajes de absorción y retención de energía de las dos fórmulas. La excreción de amoníaco fue mayor y la de creatinina menor que la de niños sanos pero similar para los dos grupos de niños. No se encontraron diferencias en la excreción de urea. Los porcentajes de retención de Zn y Ca fueron similares para las dos fórmulas (47% y 72%, respectivamente). Se pudo detectar en ambos grupos una excreción urinaria de vitamina A que fue en promedio de 0,17 mg/48h. Los resultados señalan que desde el punto de vista nutricional la fórmula de soya fue utilizada tan apropiadamente como la fórmula hospitalaria de pollo para la alimentación durante la diarrea.

Palabras clave: Diarrea, absorción de nutrientes, retención de nutrientes, proteína de soya, proteína de pollo.

SUMMARY. Nutrient utilization in children with acute diarrhea fed formulas with chicken or soybean protein. The objective of this study was to measure in children with acute diarrhea the apparent absorption and retention of the macronutrients and some micronutrient present in a formula prepared with chicken and a formula prepared with soybean protein. Fourteen male children (9 months old) with acute diarrhea were assigned to each of these formulas and the consumption and excretion of the studied nutrients were monitored during 48h. The results showed that the children assigned to the chicken formula consumed more protein and less fat than those in the soybean protein formula. These differences however were associated with differences in the composition of the formulas offered rather than to differences in protein or fat utilization. Fecal mass (800g/48h) was similar in both groups and the macronutrient content of the feces, reflected well the amount consumed. The apparent absorption of fat (63%), nitrogen (75%) and carbohydrates (78%) resulted similar in both groups and there were no differences in the retention of nitrogen which approximated 55%. The digestible energy and the metabolizable energy of both formulas, also resulted equal. In general the children excreted more urinary ammonia and less creatinine than healthy children but there were no differences in the excretion of these metabolites between the children assigned to the chicken or to the soybean protein formulas. The retention of Zn (47%) and Ca (72%) were also similar in both groups and they excreted a high (0.17 mg/48 hr) but similar amount of Vitamin A. In summary, these results showed that from a nutritional point of view, the chicken and the soybean protein formulas were equally utilized during the acute phase of diarrhea.

Key words: Infantile diarrhea, nutrient absorption, nutrient retention, soybean protein, chicken protein.

INTRODUCCION

Las enfermedades diarreicas, representan el problema de salud mas grave que afecta la población infantil de América Latina y el Caribe (1). Los episodios diarreicos fueron responsables de la muerte de aproximadamente 3 millones de niños en 1993, de las cuales el 80% ocurrieron durante los primeros dos años de vida (2). Para este año se determinó que la diarrea fue responsable del 25% de las muertes en niños menores de 5 años del mundo en desarrollo, representando la tercera causa de muerte en este grupo etario (2).

En Venezuela, según cifras del Ministerio de Sanidad y

Asistencia Social para el año 1993 las enteritis y otras enfermedades diarreicas ocuparon el primer lugar entre las diez principales causas de muerte (diagnosticada) en el grupo de niños de 1 a 4 años de edad, siendo responsable del 21.27% de las defunciones (3). Por otra parte, las estimaciones de morbilidad indicaron que la diarrea para el año 1994 ascendió desde el tercer lugar hacia el primero, observándose un incremento del 14.48% en la tasa de morbilidad, siendo mas importante para este mismo grupo de edad (1 a 4 años) (4).

La alimentación durante la diarrea es indispensable para evitar el deterioro nutricional, por una parte implica un aporte de energía y nutrientes, y por otro, tiene un efecto positivo

sobre la función y estructura del intestino, ya que se estimula la mucosa, favoreciendo la proliferación celular y la síntesis de enzimas (disacaridasas e hidrolasas del borde en cepillo), lo cual conduce a una recuperación más rápida que cuando el niño ayuna (5, 6).

Los estudios de balances de nutrientes en niños con diarrea, demuestran que por lo general, la ingesta de estos niños no cubre los requerimientos energéticos de un niño sano; considerando además que: a) hay una disminución en la absorción de la energía consumida durante la diarrea, b) que la disponibilidad de los nutrientes consumidos, que aunque disminuye, es considerablemente buena (superior al 60%); es decir que una parte importante de ellos se absorbe y se retiene, c) que la absorción y retención son proporcionales al consumo y que d) el consumo de alimento no aumenta la severidad de la diarrea, resulta evidente el beneficio de una alimentación temprana y suficiente durante la diarrea (7, 8).

Las ventajas de la alimentación temprana durante los episodios agudos de la diarrea en infantes se traducen en una menor duración y severidad de la diarrea, así como también en mayores ganancias de peso (9-12). Además, el alimentar lo mejor posible al paciente durante el proceso diarreico, disminuye el riesgo de que la diarrea se vuelva intratable como ocurre en los niños desnutridos. De hecho, tanto la desnutrición como una función inmune deteriorada son considerados factores de riesgo importantes en el desarrollo de una diarrea persistente (13).

Probablemente lo ideal, es que los niños con diarrea puedan continuar con sus dietas habituales, consumiendo lo que se les suministraba antes del episodio diarreico. Sin embargo, esto no siempre es posible, ni recomendable, sobre todo si se trata de niños desnutridos con diarrea mas severa, que muchas veces presentan problemas de intolerancia o si hay necesidad de hospitalizarlos (14,15).

En este sentido, es conveniente contar con dietas o fórmulas alternativas para suplir las necesidades nutricionales de estos pacientes. El diseño de estas dietas debe estudiarse cuidadosamente, a manera de incluir alimentos que a la vez que sean disponibles localmente, es decir de fácil acceso en el mercado, tengan un alto valor nutricional (proteína de alto valor biológico, una adecuada relación proteína/energía, suficiente aporte calórico y óptima mezcla de micronutrientes), una apropiada osmolaridad y un bajo costo. Además, debe tomar en cuenta la capacidad gástrica de los niños, ya que la administración de elevados volúmenes de solución de rehidratación oral puede complicar la labor de suministrar los alimentos en cantidades suficientes para cubrir los requerimientos (16).

La fuente de proteína es de vital importancia, debido a que de todos los macronutrientes la disponibilidad de la proteína es la mas afectada durante la diarrea (7,9,17,18). La del pollo es una proteína de buena calidad que tiene una gran aceptación en nuestra población; además, ha sido utilizada anteriormente

con éxito en la formulación de dietas para niños con diarrea (6,8,19,20). Por otra parte, la proteína de soya es también una proteína completa de alta calidad que se ha convertido en una excelente alternativa a la proteína de la leche (ofreciendo una ventaja de costo significativa), y las fórmulas a base de esta proteína también han resultado muy útiles en el manejo dietético de niños con diarrea que la toleran satisfactoriamente (6,21,22).

De esta forma, la presente investigación pretende, en el marco de la alimentación durante la diarrea, evaluar la disponibilidad de nutrientes presentes en dos fórmulas sin lactosa, una con proteína de pollo, elaborada en base a la utilizada normalmente en el Hospital de Niños J. M. de Los Ríos y otra a base de proteína de soya, elaborada por una firma comercial (Protein Technologies International) en niños con diarrea aguda. Esta última fórmula resultó muy atractiva para ser incorporada en este estudio, dado que además de su fácil preparación, es un alimento parecido a la leche (físicamente), estable, con buenas propiedades funcionales (especialmente solubilidad) y que puede ser adquirida fácilmente en el mercado. Además, cuenta con el respaldo de una empresa que posee una alta tecnología en la elaboración de productos proteicos.

SUJETOS Y METODOS

Los niños estudiados fueron seleccionados entre los ingresados al servicio de Gastroenterología del Hospital J. M. de Los Ríos. Los criterios para la selección fueron: niños varones con edades comprendidas entre 3 y 24 meses, con un cuadro de diarrea aguda con más de cuatro evacuaciones acuosas por día, acompañado de deshidratación no mayor al 10% y que no presentaran desnutrición severa según criterio medido en base al índice peso/edad .

Durante las primeras 4 horas posterior a su ingreso, todos los niños recibieron exclusivamente solución de rehidratación oral estándar (SRO), ofrecida a un máximo de 100 mL/kg de peso corporal; luego 28 niños fueron distribuidos al azar en dos grupos, que recibieron como alimento, durante 48 horas, una fórmula a base de proteína de pollo y ocumo elaborada en base a la utilizada en el Hospital de Niños J. M. de los Ríos (Caracas, Venezuela) o una fórmula comercial a base de proteína de soya elaborada por la Protein Technologies International, ambas libres de lactosa a la concentración adecuada para su edad: 13% para niños mayores de 6 meses y 8,6% para niños menores de 6 meses (ver composición de las fórmulas en la Tabla 1). Además se les suministró SRO v/v de diarrea y agua ad libitum. Algunos niños recibieron leche materna como parte de su alimentación (no más de dos tomas al día) y el volumen consumido se determinó pesando al niño desnudo antes y después de mamar.

TABLA 1
Análisis proximal de la fórmula de soya y la de pollo

Componente	Pollo	Soya
Proteína (g/100g)	31,21 ±0,68	24,72 ±0,34
Grasa (g/100g)	16,39 ±0,97	26,40 ±0,85
Humedad (g/100g)	3,40 ±0,01	4,61 ±0,07
Cenizas (g/100g)	8,16 ±0,18	7,28 ±0,06
Carbohidratos (g/100g)	40,84	36,99
Energía (Kcal/100g)	507 ±0,08	555 ±0,06
Calcio (g/100g)	1,77 ±0,09	1,01 ±0,06
Zinc (mg/100g)	11,96 ±0,27	8,50 ±0,61
Energía de grasa (%)	29,09	42,81

Los valores representan la media y la desviación estándar de 3 determinaciones

El consumo de SRO y de las fórmulas se determinó por diferencia entre el volumen medido antes y después de la ingesta. Las heces y la orina fueron recolectadas durante 48 horas en una cama metabólica diseñada para tal fin (portabebé modificado). De inmediato se midió el volumen de orina y el peso de las heces y se guardaron las muestras rotuladas a -20°C.

En las muestras de fórmula y heces homogeneizadas se determinó el contenido de humedad (23), energía (calorimetría directa), nitrógeno (24), grasa (25), cenizas (23) y carbohidratos por diferencia, mientras que los minerales (Ca y Zn) se determinaron por espectrofotometría de absorción atómica. No se tomaron muestras de leche materna y para los cálculos de composición se utilizaron valores obtenidos en el laboratorio y publicados anteriormente (26). En las muestras de orina se determinó energía, nitrógeno, minerales (Ca, Zn), como ya se indicó y el contenido de vitamina A (27). Se determinó igualmente, la excreción en orina de creatinina (28), urea (29) y amoníaco (30).

Estos análisis permitieron calcular la absorción y retención de los macronutrientes y minerales consumidos como sigue:

$$\% \text{ Absorción} = (\text{consumo} - \text{excreción fecal}) / \text{consumo} * 100$$

$$\% \text{ Retención} = (\text{consumo} - (\text{exc. fecal} + \text{urinaria}) / \text{consumo}) * 100$$

En el caso de la absorción de carbohidratos, ésta se determinó calculando la absorción de energía proveniente de los carbohidratos, como se indica en la siguiente ecuación:

$$E_A = E_I - E_E$$

Donde E_I es la diferencia entre la energía total ingerida y la proveniente de la ingestión de proteínas y grasa y E_E es la diferencia energía total en heces y energía de la grasa y proteínas fecales.

Utilizando el paquete estadístico Statgraphics Statistical Graphics System (Educational Institution Edition - Versión 6.0), se determinaron diferencias entre tratamientos aplicando la prueba T-Student y se realizaron análisis de correlación entre variables. El nivel de significancia utilizado fue del 95%.

RESULTADOS

La Tabla 1 muestra la composición proximal de las fórmulas de pollo y de soya utilizadas en el estudio. Como puede observarse, la fórmula de soya tiene un contenido menor de proteína, así como un mayor porcentaje de grasa en relación a la fórmula de pollo. En este sentido, tenemos que la cantidad de calorías aportadas por la grasa es mayor para la fórmula de soya (42,81%) en comparación a la fórmula de pollo (29,09%). No hubo mayores diferencias en relación al contenido de energía, carbohidratos y cenizas, mientras que el contenido de Ca y Zn resultó un poco mayor para la fórmula de pollo.

En la Tabla 2 se presentan las características de la población estudiada, consumo de fórmulas y SRO, severidad de la diarrea y diuresis. El número de niños seleccionados fue en total de 28, de los cuales la mitad recibió por un período de 48 horas la fórmula a base de pollo y la otra mitad la fórmula a base de soya. El promedio global de edad fue de 9,6 meses sin diferencia significativa entre ambos grupos. El peso promedio fue de 7,7 kg y fue estadísticamente igual para ambos grupos al inicio y al final del estudio, tampoco hubo mayor variación de peso durante las 48 horas que duró el estudio. Por otra parte, tanto el consumo de fórmula, como de SRO, así como también la severidad de la diarrea expresada como masa fecal y la diuresis fueron un poco mayores para el grupo de niños alimentados con la fórmula de pollo, pero tales diferencias no alcanzaron significancia estadística. En promedio el consumo de fórmula y de SRO fue de 1200 mL/48h y 1033,05 mL/48h, respectivamente; mientras que la masa fecal excretada y la diuresis fueron en promedio de 919,89 g/48h y 192,11 mL/48h, respectivamente.

En la Tabla 3, se pueden observar los valores obtenidos en relación al consumo de energía, macronutrientes, calcio y cinc de los niños estudiados. El consumo de energía bruta y de carbohidratos fue similar en ambos grupos y promedió 900,81 Cal/48h y 85,48 g/48h, respectivamente. El consumo de proteína fue significativamente mayor y el de grasa significativamente menor, para el grupo de niños alimentados con la fórmula de pollo, en comparación a los niños que recibieron la fórmula de soya (47,79 g vs 33,80 g y 26,04 g vs 38,25 g; respectivamente), lo cual refleja las diferencias en la composición de las fórmulas evaluadas. Por otra parte, no se encontraron diferencias significativas en relación al consumo de Ca para los dos grupos de niños, mientras que el consumo

de Zn fue significativamente mayor en el grupo que recibió la fórmula de pollo.

TABLA 2
Características de la población estudiada, consumo de fórmulas y SRO, masa fecal y diuresis

	Soya	Pollo	Significancia
Niños estudiados	14	14	
Edad (meses)	9,2 ±1,38	9,9 ±1,48	NS
Peso inicial (kg)	7,7 ±0,41	7,7 ±0,36	NS
Peso final (kg)	7,8 ±0,39	7,8 ±0,35	NS
Consumo Fórmula (ml/48 hr)	1118 ±87,75	1220 ±100,85	NS
Consumo Fórmula (g/48 hr)	133,02 ±12,98	150,18 ±12,59	NS
Consumo SRO (ml/48 hr)	901,5 ±162	1164,6 ±171	NS
Masa fecal (g/48 hr)	893,52 ±492	946,2 ±516	NS
Vol. orina (ml/48 hr)	164,41 ±82,68	219,8 ±122,64	NS

Los valores representan la media y la desviación estándar de catorce niños por tratamiento. NS: No hay diferencia estadísticamente significativas entre los tratamientos de acuerdo a la prueba t student con un nivel de confianza del 95%.

TABLA 3
Consumo de energía, macronutrientes, calcio y zinc en niños con diarrea aguda alimentados con fórmulas de pollo o soya

	Pollo	Soya	Significancia
Energía (Cal/48h)	891,64 ±250,49	909,97 ±302,19	NS
Proteína (g/48h)	47,79 ±14,74	33,80S ±11,82	
Carbohidratos (g/48h)	87,26 ±20,83	83,70 ±22,01	NS
Grasa (g/48h)	26,04 ±7,66	38,25 ±12,37	S
Ca (g/48h)	5,01 ±4,97	4,18 ±5,17	NS
Zn (mg/48h)	18,11 ±5,65	11,51 ±4,13	S

Los valores representan la media y la desviación estándar de catorce niños por tratamiento. S: Hay diferencia estadísticamente significativa y NS: No hay diferencia estadísticamente significativa, entre los tratamientos de acuerdo con la prueba del t student con un nivel de confianza del 95%.

La Tabla 4 muestra las pérdidas fecales de energía, nitrógeno, carbohidratos, grasa, Ca y Zn durante las 48h del estudio. Como puede observarse, las medias para la excreción de nitrógeno, grasa y Zn reflejan las diferencias en la composición de las fórmulas y en el consumo de estos nutrientes, esto es, una mayor excreción de nitrógeno para los niños alimentados con la fórmula de soya y una mayor excreción de grasa y Zn para los niños que recibieron la fórmula de pollo. Sin embargo, desde el punto de vista estadístico estas diferencias no fueron significativas, por lo que se puede decir que la excreción de energía y nutrientes fue similar para los niños asignados a ambas fórmulas.

TABLA 4
Excreción fecal de energía, nitrógeno, carbohidratos, grasa, calcio y zinc en niños con diarrea alimentados con fórmulas a base de pollo o soya

	Pollo	Soya	Significancia
Energía (Cal/48h)	221,49 ±81,40	248,8 ±90,41	NS
Nitrógeno (g/48h)	1,79 ±0,82	1,55 ±0,99	NS
Carbohidratos (g/48h)	17,80 ±9,32	20,57 ±10,22	NS
Grasa (g/48h)	9,25 ±3,86	11,93 ±5,19	NS
Ca (g/48h)	0,75 ±0,42	0,68 ±0,36	NS
Zn (mg/48h)	9,09 ±4,04	6,43 ±3,16	NS

Los valores representan la media y la desviación estándar de catorce niños por tratamiento. NS: No hay diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos de acuerdo a la prueba t student con un nivel de confianza del 95%.

La Tabla 5 muestra los resultados de la excreción urinaria de energía, nitrógeno, amoníaco, urea, creatinina, Ca, Zn y vitamina A. Se puede observar, que no hubo diferencias significativas en la excreción de energía y nitrógeno para los dos grupos de niños estudiados. En relación a la excreción de amoníaco, urea y creatinina, que son productos del catabolismo proteico, tampoco se encontraron diferencias significativas entre las dos fórmulas, aunque como era de esperarse, los valores fueron ligeramente mayores para el grupo que consumió la fórmula de pollo, que consumieron mas proteína. Por otra parte, la excreción de Ca tampoco presentó diferencias significativas entre las dos fórmulas, mientras que la excreción urinaria de Zn fue mayor para los niños alimentados con la fórmula de pollo, reflejando, el mayor consumo de este micronutriente por parte de estos niños y el mayor contenido de Zn de la fórmula de pollo. Igualmente se pudo cuantificar una pérdida urinaria de vitamina A que fue similar para ambos grupos y se aproximó a 0,165 mg/48h.

TABLA 5

Excreción urinaria de energía, nitrógeno, amoníaco, urea, creatinina, calcio, zinc y vitamina A en niños con diarrea aguda alimentados con fórmulas a base de pollo o soya

	Pollo	Soya	Significancia
Energía (Cal/48h)	16,58 ±10,61	14,31 ±7,03	NS
Nitrógeno (g/48h)	1,28 ±0,90	1,29 ±0,74	NS
Amoníaco (mg/48h)	221,07 ±91,84	168,32 ±79,76	NS
Urea (g/48h)	2,29 ±1,82	2,07 ±1,25	NS
Creatinina (mg/48h)	107,02 ±55,32	76,98 ±41,25	NS
Ca (mg/48h)	21,82 ±13,17	17,28 ±16,26	NS
Zn (mg/48h)	0,33 ±0,19	0,20 ±0,09	S
Vitamina A (mg/48h)	0,18 ±0,26	0,15 ±0,20	NS

Los valores representan la media y la desviación estándar de catorce niños por tratamiento. S: Hay diferencia significativa y NS: No hay diferencia significativa, entre los tratamientos, de acuerdo con la prueba del t student con un nivel de confianza del 95%.

En la Tabla 6 se presentan los valores obtenidos para la digestibilidad y retención aparente de energía, nitrógeno, carbohidratos, grasa, calcio y zinc en los dos grupos de niños estudiados. Como podemos observar, a pesar de las diferencias en la composición de las fórmulas estudiadas, los porcentajes de digestibilidad y retención para la energía y los nutrientes analizados resultó estadísticamente igual en los niños alimentados con la fórmula de soya en relación a los que consumieron la fórmula de pollo. La digestibilidad y retención energética fue en promedio de 73,26% y 71,46%, respectivamente. La digestibilidad y retención de nitrógeno resultó en promedio de 75,25% y 55,14%, respectivamente. Por otra parte, la digestibilidad de los carbohidratos y de la grasa se aproximó a 77,54% y 65,13%, respectivamente; mientras que la retención de Ca y Zn estuvo en promedio en 73,26% y 47,11%, respectivamente.

En las Figuras 1 y 2 se presentan correlaciones entre el consumo y la retención neta de nitrógeno, grasa, carbohidratos y energía. Como se puede observar, se obtuvo en todos los casos coeficientes de correlación altos y positivos, indicando que la retención de nutrientes es directamente proporcional al consumo.

TABLA 6

Digestibilidad y retención aparente de energía, nitrógeno, carbohidratos, grasa, calcio y zinc en niños con diarrea alimentados con fórmulas a base de pollo y soya

	Pollo	Soya	Significancia
Digestibilidad energía (%)	74,02 ±8,72	72,49 ±8,90	NS
Retención energía (%)	72,13 ±8,84	70,79 ±9,38	NS
Digestibilidad nitrógeno (%)	76,34 ±8,59	74,15 ±8,64	NS
Retención nitrógeno (%)	58,97 ±15,98	51,30 ±19,57	NS
Digestibilidad carbohidratos (%)	78,68 ±10,92	76,39 ±7,89	NS
Digestibilidad grasa (%)	62,91 ±16,61	67,35 ±13,78	NS
Retención Ca (%)	76,24 ±16,18	70,28 ±24,29	NS
Retención Zn (%)	48,19 ±19,57	46,03 ±18,73	NS

Los valores representan la media y la desviación estándar de catorce niños por tratamiento. NS: No hay diferencia significativa, entre los tratamientos de acuerdo con la prueba del t student con un nivel de confianza del 95%.

FIGURA 1

Correlación entre la retención y el consumo de nitrógeno y grasa en niños con diarrea aguda alimentados con fórmulas a base de pollo o soya

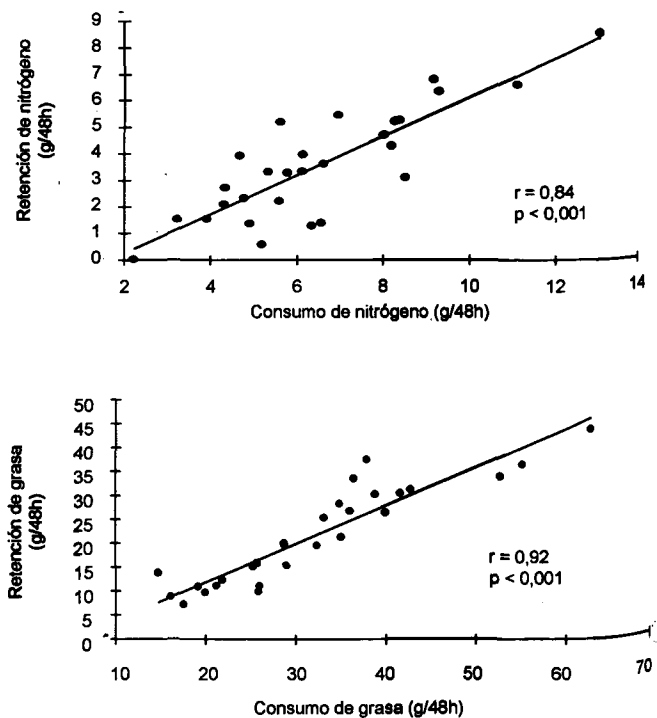
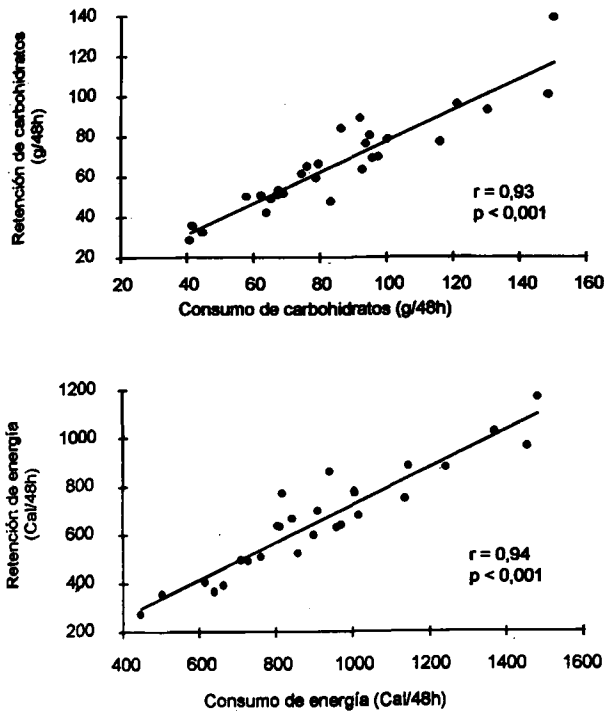


FIGURA 2
Correlación entre la retención y el consumo de
carbohidratos y energía en niños con diarrea aguda
alimentados con fórmulas a base de pollo o soya



DISCUSION

La fórmula a base de pollo, utilizada en este estudio como referencia y la fórmula comercial a base de soya, presentaron diferencias en su composición principalmente en cuanto al contenido de proteína y de grasa. En este sentido, la cantidad de nutrientes aportada por la fórmula de soya resultó muy similar a la de la leche completa. Por otra parte, estas diferencias en la composición fueron reflejadas principalmente en el consumo de los niños estudiados, y en menor grado en la excreción neta de estos nutrientes en heces y orina.

La masa fecal excretada durante el período de 48h del estudio para ambos grupos resultó menor a la reportada anteriormente para niños con diarrea aguda alimentados con leche de vaca de 1000 g/24h (7,17), pero mucho mayor que la reportada por Vega-Franco, 1984 (31) para niños sanos durante el primer año de vida (35-40 g/día).

El consumo de energía bruta para ambas fórmulas, representó en promedio el 56% del requerimiento energético para niños sanos menores de 1 año estimado en 820 Cal/día por el Instituto Nacional de Nutrición de Venezuela (32) y en 850 Cal/día para infantes de 6 meses a un año, de acuerdo con las recomendaciones de consumo diario Americanas (RDA) (33).

Si se considera, que estos niños retuvieron en promedio el 73% de la energía consumida, se puede decir que la energía disponible realmente para estos niños estaba en el orden de

42% de lo que requerían. Anteriormente, González y col., 1992 (8), encontraron que la disponibilidad de energía en un grupo de niños con diarrea aguda alimentados con leche de vaca completa o una fórmula de pollo y plátano estaba en un 46% de los requerimientos. Por otra parte, hay que recordar que los requerimientos nutricionales son más elevados durante los procesos infecciosos y diarreicos (34). Esta baja ingesta energética, probablemente es resultado de la anorexia que usualmente acompaña a los episodios de diarrea. Adicionalmente, se ha sugerido, que el consumo de SRO puede inducir la sensación de saciedad y disminuir el apetito, especialmente en estos niños pequeños que tienen una reducida capacidad gástrica (17).

Por el contrario, el consumo de proteína para ambos grupos de niños satisface el requerimiento de 14g proteína/día para niños entre 6 meses y 1 año de edad, de acuerdo con los RDA (33). En relación al consumo de grasa, se ha recomendado que éstas aporten entre el 40% y el 55% del consumo energético total (35). De esta manera, los niños alimentados con la fórmula de soya consumieron una adecuada cantidad de grasa (38%), mientras que los niños alimentados con la fórmula de pollo presentaron un consumo inferior a las recomendaciones (26,3%).

Las pérdidas fecales de energía y macronutrientes fueron similares para los niños alimentados con las fórmulas de pollo y soya, pero mayores a las reportadas para niños sanos (36-38). Por otra parte, estos resultados de excreción fecal concuerdan con los obtenidos anteriormente por Páez, 1988 (7) y González, 1989 (17) en niños con diarrea aguda alimentados con leche completa o una fórmula a base de pollo y plátano.

Vale la pena destacar, que en los niños estudiados, se observó una alteración en la relación entre la excreción urinaria de nitrógeno y la excreción fecal. Se considera que excreción de nitrógeno urinario en niños sanos es aproximadamente 3 veces mayor que la excreción fecal (39, 40).

No obstante en este estudio, la excreción fecal de nitrógeno superó a la excreción urinaria. Esta condición fue observada anteriormente por Páez, 1988 (7) y González, 1989 (17) y evidencia el incremento desproporcionado de las pérdidas fecales que ocurren durante la diarrea aguda.

A pesar de las diferencias en la composición de las fórmulas de pollo y soya, que fueron reflejadas en diferencias en el consumo de los niños bajo estos tratamientos, los valores obtenidos en relación a la digestibilidad y retención aparente de energía y macronutrientes, resultaron idénticas para los dos grupos de niños estudiados, aunque menores a los que se reportan para niños sanos (41-43). Otros autores han evidenciado una disminución semejante en la absorción de carbohidratos (lactosa, glucosa), grasas y nitrógeno, durante la diarrea aguda, que aumenta con la severidad de la diarrea (7,-10,18,44,45). Los mecanismos involucrados en la malabsorción durante la diarrea no están claramente establecidos pero se ha sugerido, que el sobrecrecimiento bacteriano, la fermentación bacteriana de azúcares y una alteración en el

metabolismo de los ácidos biliares pudieran ser de importancia. igualmente, los episodios de diarrea están asociados con una disminución de la superficie absorptiva debido a daños en la mucosa y a un aumento en el tiempo de tránsito del quimo (9,10).

Tampoco se encontraron diferencias en la disponibilidad del Ca y el Zn para los niños alimentados con las fórmulas de pollo y soya, y los valores obtenidos para la digestibilidad son similares o mayores a los encontrados en niños normales (46,47), por lo que no se evidenció un efecto negativo de la diarrea sobre la utilización de estos micronutrientes. En relación a la vitamina A, fue interesante medir la excreción urinaria de esta vitamina dado que la depleción de la vitamina A que se ha descrito durante la diarrea se ha atribuido a una disminución en el consumo, a una reducción en la absorción y a un aumento en la excreción urinaria. Los valores obtenidos en este estudio, son similares a los encontrados por Alvarez y col., 1995 (27). Estos autores reportaron un aumento muy significativo en la excreción urinaria del retinol en niños con diarrea aguda en relación a niños controles los que básicamente no mostraron ni trazas de retinol. En el estudio de Alvarez y col., 1995 (27), la excreción urinaria de retinol estuvo fuertemente asociada a la presencia de fiebre, y los autores sugirieron que el aumento en la excreción podría ser atribuido a las citoquinas inflamatorias que actúan en la fase aguda que pueden causar un daño renal tubular además de inhibir la síntesis de la transtiretina hepática. La asociación de esta última con la proteína ligadora de retinol en el suero es necesaria para prevenir que esta sea aclarada por el riñón.

En general los resultados obtenidos en este estudio indican que durante la diarrea aguda disminuye la disponibilidad de la energía y de todos los macronutrientes, pero que aun así hay una parte importante de estos que se absorbe y se retiene. Además dicha retención varía proporcionalmente con el consumo, por lo que considerando el déficit calórico que presentan estos niños, resulta muy claro el beneficio que representa alimentar de una manera temprana y suficiente durante la diarrea aguda. Además, la energía, los macronutrientes el Ca y el Zn presentes en las fórmulas de pollo y de soya fueron igualmente absorbidos y retenidos, indicando que ambas son alternativas válidas para el tratamiento nutricional de la diarrea aguda. La fórmula de soya, sin embargo, pudiera tener una aplicación importante, dado que no necesita ser preparada en el hospital, es libre de lactosa y tiene un aspecto similar a la leche.

REFERENCIAS

1. OPS. Las Condiciones de Salud en las Américas. Organización Panamericana de la Salud. Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud. Washington, D. C., E.U.A. 1994; Volumen 1. pp. 168-178.
2. WHO. The World Health Report. Bridging the gaps. Report of the Director-General. World Health Organization. Geneva. 1995;pp. 1-13.
3. MSAS. Anuario de Epidemiología y Estadística Vital. Año 1993. Ministerio de Sanidad y Asistencia Social. Caracas, Venezuela. 1995.
4. MSAS. Situación de la Morbilidad en Venezuela. Ministerio de Sanidad y Asistencia Social. Dirección General Sectorial de Epidemiología. Dirección de Vigilancia Epidemiológica. Año 1994. Caracas, Venezuela. 1994.
5. JHU/WHO (Johns Hopkins University/ World Health Organization). Research on improving infant feeding practices to prevent diarrhea or reduce its severity: Memorandum from a JHU/WHO meeting. Bulletin of the World Health Organization. 1989;57(1): 27-33.
6. Lifschitz CH y Shulman MD. Nutritional therapy for infants with diarrhea. 1990;48 (9):329-338.
7. Páez MC. Determinación de pérdidas totales de nitrógeno, grasa y energía en niños con diarrea aguda. Trabajo de grado. M.S.c. en Nutrición. U.S.B. 1988.
8. González E, Piñero D, Romer H, Guerra M y Hevia P. Alternativas para la alimentación durante la diarrea aguda. Arch Ven Puer Ped. 1992;55 (1): 16-19.
9. Molla AM y Molla A. Dietary management of acute diarrhea: A scientific basis. En: Child Nutrition in South East Asia. H. K. A. Visser y J. G. Bindles (eds.) Kluwer Academic Publishers. Netherlands. 1990;pp. 227-236.
10. Sudigbia I. Supplementary feeding in childhood diarrhea. En: Child Nutrition in South East Asia. H. K. A. Visser y J. G. Bindles (eds.) Kluwer Academic Publishers. Netherlands. 1990;pp. 199-206.
11. Brown KH. Feeding during acute diarrhea as a risk factor for persistent diarrhea. 1992.
12. Behrens RH. Diarrhoeal disease: Current concepts and future Challenges. The impact of oral rehydration and other therapies on the management of acute diarrhoea. Trans R Soc Trop Med Hyg. 1993;87(3): 35-38.
13. Gracey M. Diarrhea and malnutrition: a challenge for pediatricians. J Pediatr Gastroenterol Nutr. 1996;22:6-16.
14. Penny ME y Brown KH. Lactose feeding during persistent diarrhoea. Acta Paediatr Suppl 1992;381:133-138.
15. Brown KH, Peerson JM y Fontaine O. Use of nonhuman milks in the dietary management of young children with acute diarrhea: a meta-analysis of clinical trials. Pediatrics. 1994;93:17-27.
16. NCR/FNB (National Research Council / Food and Nutrition Board). Nutritional Management of Acute Diarrhea in infancy and children. National Academy Press, Washington . D. C. 1985.
17. González E. Disponibilidad de energía, nitrógeno y grasa en niños con diarrea aguda y prolongada. Trabajo de grado, M.S.c. en Nutrición. U.S.B. 1989.
18. Piñero D. Retención de nitrógeno y disponibilidad de los carbohidratos en diarrea aguda y prolongada. Trabajo de grado. M.S.c. en Nutrición. U.S.B. 1990.
19. Romer H, Hevia P y Guerra M. Preparaciones especiales para la alimentación del niño. Gen. 1990;44 (3):287-289.
20. Maffei HV, Niura NA, Padula A, Ferrari GF y Goldberg BL. Nutritional management and weight changes during hospitalization of Brazilian infants with diarrhoea: primary reliance on oral feeding or continuous nasogastric drip with locally made, modulated minced chicken formula. J Trop Pediatr. 1990;36:240-246.

21. Rajah R, Pettifor JM, Noormohamed M, Venter A, Rosen EU, Rabinowitz L y Stein H. The effect of feeding four different formulae on stool weights in prolonged dehydrating infantile gastroenteritis. *J Pediatr Gastroenterol Nutr.* 1988;7: 63-67.
22. Allen UD, McLeod K y Wang EE. Cow's milk versus soy-based formula in mild and moderate diarrhea: a randomized trial. *Acta paediatr.* 1994;83(2):183-187.
23. A.O.A.C. Official Methods of Analysis. 13ava. Ed. Association of Official and Analytical Chemists. Washington, D. C. 1980.
24. Hevia P y Cioccia AM. Application of a colorimetric method to the determination of nitrogen in nutritional studies with rats and humans. *Nutr Rep Int.* 1988;38(6):1129-1136.
25. Blight RG y Dyer WJ. A rapid method of total lipids extraction and purification. *Can J Biochem Physiol.* 1959;37:911.
26. Carías D, Velázquez G, Cioccia A, Piñero D, Inciarte H y Hevia P. Variaciones temporales en la composición y aporte de macronutrientes y minerales en leches maternas de mujeres venezolanas. *Arch Latinoam Nutr.* 1997;47(2):110-117.
27. Alvarez JO, Salazar-Lindo E, Kohatsu J, Miranda P y Stephensen B. Urinary excretion of retinol in children with acute diarrhea. *Am J Clin Nutr.* 1995;61:1273-1276.
28. Folin O y Wu D. Determination of creatinine in urine. *J Biol Chem.* 1919;39: 98-100.
29. Foster LB y Hocholzer JM. *Clin Chem.* 1971;17: 921-925.
30. Chaney AL y Marbach EP. Modified reagents for determination of urea and ammonia. *Clin Chem.* 1962;8:130-132.
31. Vega-Franco L. Clasificación de síndromes diarreicos en niños. *Pediatría Práctica.* 1984;41(12): 685.
32. I.N.N. Requerimientos de energía y nutrientes de la población venezolana. Serie cuadernos azules, N° 45. 1985.
33. Food and Nutrition Board, National Research Council: Recommended Dietary Allowances, D. C. National Academy Press. 1989.
34. Torres-Pinedo R. Realimentación del lactante después de una diarrea aguda. *GEN.* 1982;36(1):109-112.
35. ESPGAN. Committee on Nutrition. Comment on the content and composition of lipids in infant formulas. *Acta Paediatr Scan.* 1991;80:887-896. 1
36. Shmerling DH, Forrer JC y Prader A. Fecal fat and nitrogen in healthy children and in children with malabsorption or maldigestion. *Pediatrics.* 1970;46(5):690 -695.
37. Heim T. Requirements and utilization of macronutrients in enteral and parenteral nutrition in acute and chronic diarrhea. En: edit. Lebental E. Chronic diarrhea in children. Nestlé Nutrition Workshop series, vol. 6. Raven Press, New York. 1984.
38. Fomon SJ, Thomas LM, Jensen RL y May CD. Determination of nitrogen balance of infants less than 6 months age. *Pediatrics.* 1958:94-100.
39. Fomon SJ y May CD. Metabolic studies of normal full - term infants fed pasteurized human milk. *Pediatric.* 1958;22:101-115.
40. Fomon SJ. Nitrogen balance studies with normal full - term infants receiving high intakes of protein. *Pediatrics.* 1961;28(3):247-361.
41. Heim T. Metabolismo energético: aspectos teóricos y prácticos. En: Nestlé Nutrition. Nutrición Clínica en la Infancia. Raven Press, New York. 1985.
42. Andeson CM. Absorción y malabsorción de las grasas. En Nestlé Nutrition. Nutrición Clínica en la Infancia. Raven Press. New York. 1987.
43. Huang PC, Tung TC, Lue HC, Lee CY, y Wei H. Feeding of infants with full fat soya bean - rice foods. *J Trop Pediatr.* 1967;13:27-36.
44. Rowland MGM. Diarrhea, growth and feeding practices. En: Child Nutrition in South East Asia. H. K. A. Visser y J. G. Bindles (eds.) Kluwer Academic Publishers. Netherlands. 1990;pp. 218-225.
45. Fine KD y Fordtran JS. The effect of diarrhea on fecal fat excretion. *Gastroenterology.* 1992;102:1936-1939.
46. O.P.S. ILSI. Conocimientos actuales en Nutrición I. 6ta Edición. 1991.
47. Knudsen E, Jensen M, Persolgard J, Sorensen S y Samdstrom B. Absorption estimated by fecal monitoring of zinc stable isotopes validate by comparison with whole-body retention of zinc radioisotopes in human. *J Nutr.* 1995;125-274-282.

Recibido: 17-03-1998

Aceptado: 25-03-1999

Fibra dietética en el residuo industrial del tomate y su efecto sobre la respuesta glicémica y el colesterol sérico en ratas

Magnolia Alvarado, Emperatriz Pacheco-Delahaye, Mercedes Schnell, Patricio Hevia

Universidad de Carabobo-Universidad Central de Venezuela-Universidad Simón Bolívar, Venezuela

RESUMEN. Tras la elaboración de la salsa de tomate tipo ketchup se obtiene un subproducto constituido por sus semillas y piel (RIT). El análisis proximal de la harina de este residuo revela que contiene 50% de fibra dietética, 18% de proteínas y 10% de grasa. Debido a su alta concentración en fibra, se estudió su efecto sobre la absorción de glucosa y el colesterol sérico. A ratas Sprague-Dawley en ayunas, se les administró (intraquímicamente) una comida con 263 g de harina de RIT/kg de dieta o una comida control (0 g/kg de RIT) y se les determinó secuencialmente los niveles de glucosa plasmática. Los resultados muestran que la presencia de RIT en la comida de prueba, aplanó la curva de respuesta glicémica al alimento. La administración *ad libitum* a cuatro grupos de ratas, de dietas hipercolesterolemiantes que diferían en el contenido de RIT, por 18 días, mostró que aunque los animales ingerían mayores cantidades de colesterol los niveles séricos de este lípido se mantenían constantes, lo cual sugiere que el mayor contenido de RIT en la dieta es el responsable de este efecto. Estos resultados sugieren que la fibra dietética del RIT disminuye la absorción de glucosa en ratas, por lo cual podría ser útil en el tratamiento de pacientes con Diabetes no insulino dependiente (NIDD).

Palabras clave: Fibra dietética, colesterol, glicemia, subproducto industrial del tomate.

SUMMARY. Dietary fiber in industrial tomato residue and its effect on glycaemic response and seric cholesterol in rats. The left over after ketchup sauce is obtained is a tomato residue (RIT) that contains skin and seeds. Proximal analysis of the flour of this industrial product reveals that it has 50% dietary fiber, 18% protein and 10% fat. Due to the high dietary fiber content the effect on glucose absorption and seric cholesterol was studied. Sprague-Dawley rats were given an intragastric meal after a 12 hours fast containing 263 g tomato residue flour (RIT)/diet or a control meal (0% RIT) and glucose plasma levels were determined. Results show that the presence of RIT in the test meal flattened glucose response curves. Ad lib administration of four diets differing in RIT content to four groups of rats for 18 days showed that although animals on a high RIT diet ate increased amounts of cholesterol the plasma lipid levels remained constant which suggest that the presence of RIT fibre on the diet is responsible for this effect. The results reported in this paper suggest that the dietary fiber of RIT diminishes glucose absorption and reduces seric cholesterol levels, which in turn could be useful in the treatment of NIDD and hipercolesterolaemic patients.

Key words: Dietary fibre, cholesterol, glycemia, tomato industrial byproduct.

INTRODUCCION

Es de aceptación general que la fibra dietética es esencial para el buen funcionamiento del tracto gastrointestinal (1). Se ha observado que al incluir fibra en la dieta, bien como aislados o formando parte del alimento se logra un aumento en la masa fecal (2). Por otra parte, su consumo mejora el control de la glicemia en diabéticos (3) y reduce el colesterol plasmático, en sujetos con hipercolesterolemia (4). Esto ha fomentado el desarrollo de alimentos procesados con mayor contenido en fibra dietética.

Desde hace varias décadas la industria alimentaria utiliza aditivos de fibra como agentes texturizantes y más recientemente fibras derivadas del procesamiento de cereales (5). Aunque todavía se debate acerca de cual de las fuentes naturales de fibra proporcionaría mayores beneficios al consumirse, existe un consenso de que el consumo de alimentos, particularmente frutas y vegetales, es lo que mejor explica las evidencias epidemiológicas asociadas con la ingestión de

fibra dietética (6). Este grupo de alimentos no sólo contienen fibra, sino también otros constituyentes que en conjunción con ella pueden ser responsables de sus atributos. Por lo que resultaría ventajoso ampliar las fuentes de fibra dietética utilizadas por la industria. Una de ellas pudiera ser el residuo industrial del tomate (RIT), que ya en trabajos previos ha sido adicionado a la salsa de tomate por tener una alta concentración de fibra dietética (7). Además, se ha estudiado la calidad de su proteína tanto en animales (8) como en humanos (9).

El objetivo de este estudio fue determinar el efecto del RIT sobre la repuesta glicémica en ratas en ayunas y sobre el colesterol sérico en ratas alimentadas con cantidades variables del RIT, como única fuente de fibra dietética.

MATERIALES Y METODOS

Materiales

El RIT fue secado en un deshidratador semi-industrial de doble tambor (Mathis Machine Corp. GF Dryer-Flaker) bajo

las siguientes condiciones: temperatura 110°C, presión 60 Pa., velocidad de rotación 4 r.p.m y posteriormente molido en un molino (Thomas-Wiley 4) (1 mm). La harina obtenida fue pesada y mantenida a -5°C hasta su utilización.

Análisis químicos

La composición proximal de la harina se determinó de acuerdo a los siguientes métodos: humedad, cenizas, lípidos, almidón, proteínas de acuerdo a lo recomendado por la AOAC, usándose el factor 6.25 para la determinación de proteínas (10). Fibra dietética total, soluble e insoluble por el método de Asp y col. (11). Azúcares totales método de Dubois y Guilles (12). Azúcares reductores por el método de Somogy y Nelson (13,14).

Pruebas biológicas

Dietas: Se prepararon cuatro dietas con cantidades crecientes de RIT, siguiendo las recomendaciones para la elaboración de dietas purificadas para roedores de AIN 1976 (15), se añadieron cantidades iguales de sacarosa y almidón en cada una de las dietas y se incluyó colesterol y ácido cólico, con el propósito de inducir aumento en los niveles de colesterol sanguíneo (16). La composición de las dietas puede verse en la Tabla 1.

TABLA 1
Composición de las dietas experimentales

Ingredientes	Dieta 1 g/kg	Dieta 2 g/kg	Dieta 3 g/kg	Dieta 4 g/kg
Residuo Industrial del tomate ^(a)	0	134	263	387
Caseína ^(b)	200	171	141	113
Aceite de maíz	100	84	68	54
Almidón de maíz	320	276	234	194
Sacarosa	320	276	234	194
Mezcla de vitaminas ^(c)	10	10	10	10
Mezcla de minerales ⁽³⁾	35	35	35	35
Metionina	1,8	1,8	1,8	1,8
Bitartrato de colina	2,5	2,5	2,5	2,5
Colesterol	10	10	10	10
Acido cólico	1	1	1	1
Proteínas	20	19,4	18,8	18,2
Lípidos	10	9,7	9,4	9,1
Carbohidratos totales-fibra	64	56,6	49,4	42,6
Fibra dietética	0	6,7	13	19,1

a. El residuo industrial del tomate fue incorporado a las dietas después de secado y molido. Su composición puede verse en la Tabla 2.

b. Caseína libre de vitaminas de Harlan-Teklad. Madison Wisconsin USA.

c. Mezcla AIN-76 de Harlan-Teklad (15).

Animales: Experimento 1. A dos grupos de ratas, Sprague Dawley, con un mínimo de 9 animales por grupo, peso

promedio de 290 g, alimentadas *ad libitum* con una dieta comercial (Ratarina), luego de un ayuno de 18 horas, se les administró por gavaje intragástrico una comida de prueba que contenía 0,5 g de carbohidratos disponibles/kg de peso corporal a una concentración de 0,15 g de materia seca/ml de agua. Las comidas de prueba solamente se diferenciaban en la presencia o ausencia de 263 g de RIT/de comida. Se tomaron muestras de sangre de la cola, en tubos que contenían EDTA, previo a la administración de la comida y posteriormente cada 30 minutos durante 2 horas. Las muestras se procesaron inmediatamente para la determinación de glucosa plasmática utilizando un procedimiento enzimático basado en el método de Trinder (17), (Kit Heiga # 610).

Experimento 2. Veinte y ocho ratas Sprague Dawley, macho, peso promedio 220 g, fueron colocadas individualmente en jaulas y distribuidas en 4 grupos. A cada grupo se le asignó al azar una de las 4 dietas de prueba. El alimento y el agua fue suministrado «*ad libitum*», durante 18 días. Se determinó la ganancia de peso y el consumo de alimento cada dos o tres días. El día 19 después de 14 horas de ayuno, se tomaron muestras de sangre por punción cardíaca, previa anestesia con éter, para determinar los niveles de colesterol total y colesterol HDL en suero utilizando un método enzimático (Kitt Ultralab).

Análisis estadísticos

Los datos son mostrados como valores medios de los grupos experimentales indicando su desviación estándar. Se analizaron por el método ANOVA, de una o dos vías según el caso, se establecieron las diferencias mínimas significativas por el método de los rangos múltiples de Duncan (18), usando como nivel de significancia del 5%. Se determinó el coeficiente de correlación de Pearson y curvas de regresión lineal (Microsoft Excel versión 7).

RESULTADOS Y DISCUSION

Análisis de la harina del residuo industrial del tomate:

La composición proximal de la harina del RIT (Tabla 2), muestra que contiene una cantidad considerable de proteína, lo cual sugiere su utilidad como complemento nutricional tal como fue evaluado por Drouliscos (8). El contenido de fibra dietética fue similar al reportado por otros autores (7). La relación entre la fibra soluble: fibra insoluble fue de 1:4,5; lo cual la ubica en una situación intermedia entre lo reportado para el afrecho de trigo 0,1:1 (19) y el afrecho de avena 1:1,1 (20).

Respuesta glicémica: La Figura 1 muestra que la incorporación de RIT en la dieta, redujo el incremento en la glicemia posterior a la ingesta del alimento, en relación a lo observado con la dieta control. Otros autores han reportado resultados similares con otras fuentes de fibra dietética y con aislados de la misma (3, 21). El efecto de la fibra dietética sobre el incremento de la glicemia posterior al alimento está

ampliamente documentado (21-23), por lo tanto es probable que la respuesta observada en este trabajo se deba a la alta concentración de fibra dietética de la harina del RIT, aunque no se descarta que existan dentro de este residuo otros compuestos, que puedan disminuir la absorción de glucosa y/o la digestión de carbohidratos. En este sentido, se sabe que la semilla de tomate contiene saponinas (24) que podrían inhibir la absorción intestinal de glucosa tal como lo hace la saponina de soja (25).

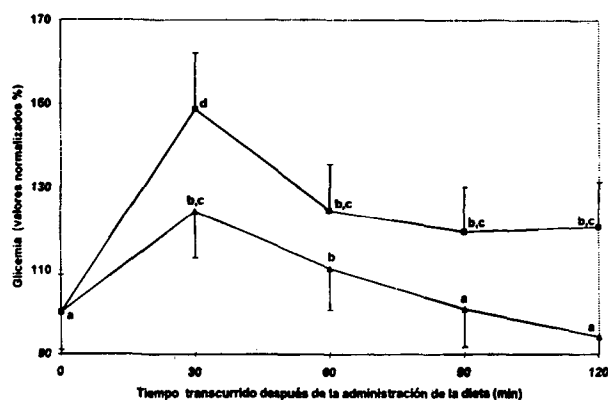
TABLA 2
Composición proximal de la harina del residuo industrial del tomate

	Base húmeda g/kg	Base seca g/kg
Humedad	101,4	0
Proteínas	175,6	195,5
Lípidos	95,9	106,7
Fibra dietética total	495,3	551,0
Fibra dietética soluble	89,9	100,0
Fibra dietética insoluble	405,4	451,0
Azúcares reductores	12,5	12,7
Azúcares totales	95,4	106,2
Cenizas	36,4	40,6
Almidón	n.d ^(a)	n.d

(a) n.d: no detectado.

FIGURA 1

Respuesta de la glucosa plasmática a la administración oral de dietas (0,5 g de carbohidratos disponibles/kg de peso corporal) con 0 g/kg (■) y con 263 g/kg (Δ) de harina del residuo industrial del tomate. Para detalles de las dietas ver Tabla 1. Los puntos representan las medias con sus respectivos errores estándar de 9 y 11 ratas respectivamente. Se considero como 100% los valores de glicemia en ayunas para cada rata. Las medias con letras distintas son estadísticamente diferentes $p < 0,05$. (Análisis de varianza de dos vías)



Ganancia de peso, consumo de alimento y eficiencia de las dietas: No hubo diferencias significativas la en ganancia de peso entre los grupos experimentales (Tabla 3). El consumo de alimento tendió a aumentar al incrementar la concentración del RIT en la dieta, lo que provocó una disminución significativa en la eficiencia de las mismas (Tabla 3). Estos resultados coinciden con los de Vahouny y col (26) que demuestran que la eficiencia de las dietas disminuye al añadir fibra dietética y que la magnitud de esta disminución depende del tipo de fibra usada.

TABLA 3
Peso inicial, ganancia de peso, consumo de alimento y eficiencia de las dietas en ratas alimentadas con dietas conteniendo residuo industrial del tomate^(a)

Concentración del RIT (g/kg)	0	134	263	387
Peso Inicial (g)	217,2 ±11,38	219,9 ±13,55	218,1 ±11,88	220,7 ±13,63
Ganancia de peso (g/18 días)	116,2 ±16,84±	118,2 17,35	96,2 ±27,20	117,5 ±7,18
Consumo total de alimentos (g/18 días)	340,4 ^(a) ±26,93	382,4 ^(b) ±46,55	374,8 ^(a,b) ±50,93	445,5 ^(c) ±21,29
Eficiencia de la dieta (%)	34,0 ^(a) ±3,18	31,0 ^(a) ±3,25	25,5 ^(b) ±5,75	26,4 ^(b) ±2,13

a. Los animales consumieron las dietas mostradas en la Tabla 1, durante 18 días. La Tabla muestra las medias y desviación estándar de 7 animales. Las medias en la misma fila con diferentes letras son estadísticamente diferentes, determinado por Análisis de Varianza (una vía), $p < 0,05$.

Colesterol total y colesterol HDL: El colesterol total sérico disminuye proporcionalmente cuando aumenta el consumo de fibra del residuo industrial del tomate (Figura 2), aunque las diferencias entre los grupos experimentales no llegan a ser significativas (Tabla 4). No obstante, resulta interesante destacar que los animales alimentados con dietas con mayor contenido de RIT, consumieron cantidades significativamente mayores de colesterol (Tabla 4); cuando se correlaciona el consumo de colesterol con colesterol total sérico (Figura 3) se obtiene una relación negativa, contrario a lo observado por otros autores usando dietas sin fibra dietética (16), este resultado sugiere que la presencia de RIT en la dieta impide la elevación del nivel del colesterol sérico por efecto de un mayor consumo de colesterol.

Los valores obtenidos para el colesterol asociado a las HDL y a las fracciones VLDL y LDL pueden verse en la Tabla 4. La reducción en el colesterol total sérico observada por el consumo del RIT, no está asociada con la disminución del colesterol HDL, ya que no se consiguió una correlación significativa entre estos dos parámetros. En cambio cuando se calculó la diferencia entre el colesterol total y el colesterol-HDL, lo cual representa el colesterol asociado a las VLDL y/o LDL, y se correlacionó con el colesterol total sérico, el coeficiente de correlación fue significativo ($r = 0,923$), por lo

cual se puede atribuir que la reducción observada en el colesterol total, con el consumo de fibra dietética del RIT se debe principalmente a la disminución en la fracción del colesterol asociado a las VLDL y/o LDL, coincidiendo con lo observado por Jackson y col, 1994 (27).

FIGURA 2

Correlación entre el consumo de fibra dietética y el colesterol total sérico en ratas alimentadas con dietas conteniendo cantidades variables del residuo industrial del tomate por 18 días. Cada punto representa una rata. Ecuación de regresión $y = 0,253X + 88,114$ $r = -0,408$; $p > 0,05$ (n=26)

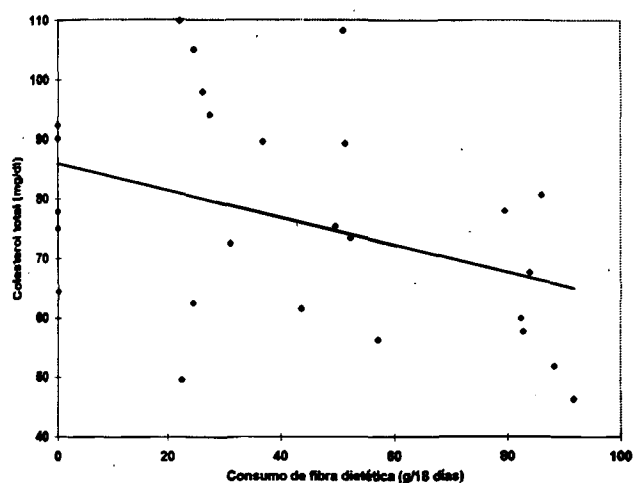


FIGURA 3

Correlación entre el consumo de colesterol y el colesterol total sérico en ratas alimentadas con dietas conteniendo cantidades variables del residuo industrial del tomate por 18 días. Cada punto representa una rata. Ecuación de regresión $y = -12,947X + 124,97$; $r = -0,333$; $p > 0,05$ (n=26)

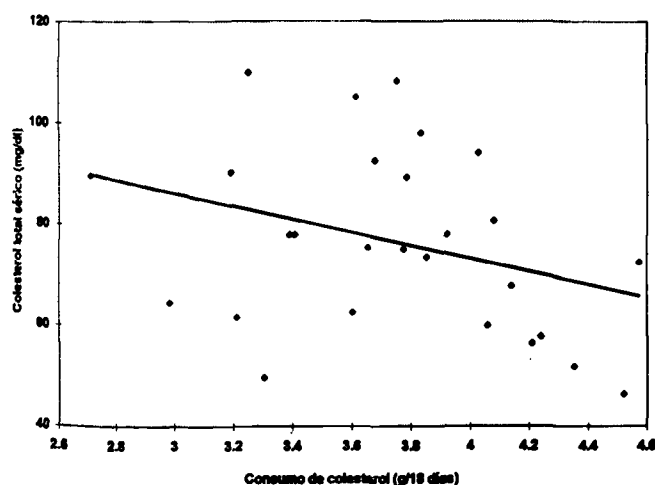


TABLA 4

Colesterol total sérico, consumo de colesterol, colesterol-HDL y colesterol LDL-VLDL en ratas alimentadas con dietas conteniendo residuo industrial del tomate^(a)

Concentración del RIT (g/kg)	0	134	263	387
Colesterol total (mg/dl)	79,3*(a) ±10,33	84,5(a) ±23,02	79,1(a) ±17,94	63,1*(a) ±12,87
Consumo de colesterol (g/18 días)	3,4(c) ±0,27	3,8(b,c) ±0,47	3,7(b) ±0,51	4,5(a) ±0,21
Colesterol HDL (mg/dl)	34,1*(a) ±6,50	28,7(a) ±10,51	29,0(a) ±5,54	28,1*(a) ±3,65
Colesterol VLDL-LDLb (mg/dl)	45,6*(a) ±7,59	55,8(a) ±25,11	50,12(a) ±16,39	35,0*(a) ±12,40

a. Los animales consumieron las dietas mostradas en la Tabla 1, durante 18 días. La Tabla muestra las medias y desviación estándar de 7 animales, salvo las marcadas con asterisco que corresponden a 6 ratas. Las medias en la misma fila con diferentes letras son estadísticamente diferentes, determinado por Análisis de Varianza (una vía), $p < 0,05$.

b. Representa la diferencia entre el colesterol total y el asociado a las HDL.

CONCLUSIONES

El RIT muestra ser una buena fuente de fibra dietética debido a su alta concentración, además de proveer de proteínas y lípidos. Su inclusión en la dieta no afectó significativamente la ganancia de peso en ratas a niveles tan altos como el 39%. Se mostró un efecto benéfico sobre la respuesta glicémica al consumo oral de alimento y sobre el nivel del colesterol sérico en ratas. Estos resultados hacen factible su utilización como fuente de fibra dietética para el enriquecimiento de productos alimenticios.

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Juan D'Freites de la Industria Yukeri de MAVESA C.A por la donación del subproducto. A la Sra. Gloria Pinto por su asistencia técnica. Este trabajo fue financiado por CDCH, U.C.V #0137-3310-95; CODECIH, U.C; FUNDACITE ARAGUA, PROMESA-POLAR. y la U.S.B.

REFERENCIAS

1. Mendeloff AI. Dietary fiber and gastrointestinal disease. Am J Clin Nutr 1987;45:1267-1270.
2. Cummings JH, Bingham SA, Heaton KW, Easwood MA. Fecal weight, colon cancer risk and dietary intake of nonstarch polysaccharides (dietary fiber). Gastroenterology. 1992;103:1783-1789.
3. Sels JPJE, Postmes BHR, Wolffenbuttel & Kruseman A. C. N. Dietary fiber in the management of diabetes mellitus: a review. Neth J Med. 1991;38:265-277.
4. Anderson JW, Gilinsky NH, Deakins PA, Smith SF. Lipid responses of hypercholesterolemic men to oat bran and wheat-bran intake. Am J Clin Nutr. 1991; 54:678-683.

5. Wustsch P. Carbohydrate foods with specific nutritional properties a challenge to the food industry. *Am J Clin Nutr.* 1994;59S:758S-762S.
6. Gallaher DD, Schneeman BO. Dietary Fiber. En *Present Knowledge in Nutrition*. E. E. Ziegler, L. J. Filer (Ed.). Washington DC. ILSI Press. 1996; p. 87-97.
7. Vega C, Pacheco-Delahaye E. Aprovechamiento del afrecho del tomate en salsa tipo Ketchup enriquecida con fibra dietética y estudio de su estabilidad. *Acta Científica Venezolana.* 1995;46:194-198.
8. Drouliscos NJ. Nutritional evaluation of the protein of dried tomato pomace in the rat. *Br J Nutr.* 1976;36:449-456.
9. Carlson BL, Knorr D, Watkins TR. Influence of tomato seed addition on the quality of wheat flour breads. *J Food Sci.* 1981;46:1029-1031.
10. AOAC. Official methods of analysis of the Association of Analytical Chemists 15th Ed U.S.A, 1990.
11. Asp N, Johansson CG, Hallmer H, Siljeström M. Rapid enzymatic assay of insoluble and soluble dietary fiber. *J Agric Food Chem.* 1983;31:476-482.
12. Dubois M, Gilles KH. Colorimetric method for determination of sugar and related substances. *Am Chem* 1956;28:350-360.
13. Somogyi M. A new reagent for the determination of sugars. *J Biol Chem.* 1945;160:61-73.
14. Nelson N. A photometric adaptation of the Somogyi method for the determination of glucose. *J Biol Chem.* 1944;153:375-380.
15. AIN. American Institute of Nutrition. Report of the American Institute of Nutrition "ad hoc" committee on standards for nutritional studies, *J Nutr.* 1977;107:1340-1348.
16. Shinnick FL, Ink SL, Marlett JA. Dose response to a dietary oat bran fraction in cholesterol-fed rats. *J Nutr.* 1990;120:561-568.
17. Trinder P. Determination of blood glucose using 4-aminophenazone as oxygen acceptor. *J Clin Pathol.* 1969;22:246
18. Duncan D. Multiple range and multiple F test. *Biometrics.* 1955;11:1-42.
19. Illman RJ, Storer GB, Topping DL. White wheat flour lowers plasma cholesterol and increases cecal steroids relative to whole wheat flour, wheat bran and wheat pollard in rats. *J Nutr.* 1993;123:1094-1100.
20. De Shrijver R, Fremaut D, Verheyen A. Cholesterol lowering effects and utilization of protein, lipid, fiber and energy in rats fed unprocessed and baked oat bran. *J Nutr.* 1992; 122:1318-1324.
21. Jenkins DJA, Leeds AR, Gassuli MA, Cochet B, Alberti KGMM. Decrease in post prandial insulin and glucose concentrations by guar and pectin. *Ann Int Med.* 1977; 86:21-23.
22. Ebeling P, Yki-Järvinen H, Aro A, Helve E, Sinisalo M, Koivisto VA. Glucose and lipid metabolism and insulin sensitivity in type 1 diabetes: the effect of guar gum. *Am J Clin Nutr.* 1988;48:98-103.
23. Schwartz SE, Levine GD. Effects of dietary fiber on intestinal glucose absorption and glucose tolerance in rats. *Gastroenterology.* 1980;79:833-836.
24. Sato H, Sakamura S. A bitter principle of tomato seeds, isolation and structure of a new furastanol saponin. *Agr Biol Chem.* 1973;37:225-231.
25. Sidhu GH, Upson B, Malinow MR. Effects of soy saponins and tigenin cellobioside on intestinal uptake of cholesterol, cholate and glucose. *Nutr Rep Int.* 1987;35:615-623.
26. Vahouny GV, Khalafi R, Satchithanandam S, Watkins DW, Story JA, Cassidy MM, Kritchevsky D. Dietary fiber supplementation and fecal bile acids, neutral steroids and divalent cations in rats. *J Nutr.* 1987;117:2009-2015.
27. Jackson KA, Suter DA, Topping DL. Oat bran, barley and malted barley lower plasma cholesterol relative to wheat bran but differ in their effects on liver cholesterol in rats fed diets with and without cholesterol. *J Nutr.* 1994;124:1678-1684.

Recibido: 30-04-1998

Aceptado:02-02-1999

Evaluación del crecimiento normal en ratas a través del puntaje Z

Silvia María Friedman, Patricia Mónica Boyer, María Ester Barrio Rendo, María del Carmen Morasso, Carlota A. Gamba, María Esther Río

Facultad de Farmacia y Bioquímica y Facultad de Odontología. U.B.A. Buenos Aires, Argentina

RESUMEN. La desnutrición infantil es una de las causas más importantes del retardo del crecimiento. Los métodos antropométricos son de sumo valor diagnóstico en la clínica pediátrica para la evaluación del estado nutricional y para el monitoreo de su evolución. En estudios previos, hemos demostrado que el crecimiento de la rata se ajustó a patrones de distribución semejantes a los observados en niños clínicamente sanos. Sin embargo, es necesario interpretar la información antropométrica por medio de un tratamiento estadístico que se ajuste a una distribución de variables normales y no normales. Se estudiaron 100 ratas (50 machos y 50 hembras) de cepa Wistar, desde el destete (25 días, peso = 3040 g) hasta los 70 días de edad. Se alimentaron con una dieta balanceada para roedores y agua en condiciones de libre demanda. El peso y la talla se determinaron con una frecuencia de 2 y 4 días, respectivamente. Se confeccionaron las curvas percentilares de peso y talla en función de la edad y peso en función de la talla, para ambos sexos. El criterio estadístico aplicado fue el puntaje Z (número de desviaciones estándares respecto a la mediana) y se calculó de acuerdo a $Z = (\text{mediana} - \text{valor del sujeto en estudio}) / \text{desviación estándar de la mediana}$. Las categorías antropométricas fueron similares a las obtenidas en niños. Estas evidencias sugieren que la rata en crecimiento podría ser utilizada en diseños experimentales para predecir e inferir la respuesta en niños. **Palabras clave:** Categorías antropométricas, puntaje Z, crecimiento, nutrición.

SUMMARY. Normal growth patterns in rats, by Z score. Malnutrition is one of the most important causes of normal growth disruption. Anthropometric methods are highly valuable in clinic pediatric diagnosis to determine the nutritional status of children and as recovery monitoring. In previous studies, we have demonstrated that the standards weight-age, height-age and weight-height of growing rats had similar distribution to those in normal children. However, to improve the diagnostic effectiveness of anthropometric information, statistical analysis to normally and non-normally distributed variables should be applied. One hundred Wistar rats (50 male and 50 female rats) from weaning (day = 25, weight = 35-40 g) to 70 days of age were fed with a commercial diet. Water and diet were offered "ad libitum". Body weight and height were recorded every two or four days, respectively. Percentiles of weight vs age, height vs age and weight vs height were plotted for male and female rats. The statistical criterion for classifying the anthropometric measurements into nutritional categories was based on percentiles cutoff and Z-score. The Z-score was calculated according to: $Z = (\text{standard mean value} - \text{subject value}) / \text{standard deviation of standard}$. The statistical anthropometric categories of growing rats were similar to those obtained in children. This evidence suggest that the rat can be used as an experimental model to infer and predict the nutritional response in children.

Key words: Anthropometric categories, Z-score, growth, nutrition.

INTRODUCCION

La desnutrición infantil es una de las causas más importantes de retardo del crecimiento, la cual no necesariamente está asociada a la pobreza, la misma puede reconocer su origen en hábitos alimentarios inapropiados, temor a la obesidad, a la hipercolesterolemia y a enfermedades cardiovasculares, creencias religiosas y/o pautas culturales (1-3).

El deterioro del estado nutricional incrementa la vulnerabilidad del niño a las infecciones, las cuales de progresar la desnutrición se hacen recurrentes (4,5). Es por ello que la evaluación del estado nutricional es un componente esencial de atención pediátrica a nivel individual como elemento básico para determinar el estado de salud de cada niño. La metodología para llevarla a cabo es amplia y permanentemente se proponen nuevos indicadores que faciliten la detección temprana de la desnutrición. Sin embargo, son los métodos

antropométricos los que por sencillos y de bajo costo constituyen los instrumentos más habitualmente utilizados (6,7).

No existe un indicador antropométrico que por si solo permita evaluar el estado nutricional del niño. Tal evaluación requiere de la combinación de por lo menos dos indicadores. Los más utilizados en pediatría son la relación del peso para la talla (P/T), peso para la edad (P/E) y talla o estatura para la edad (T/E).

Para la interpretación de los parámetros antropométricos se hace necesario contar con curvas de referencia que permitan determinar el grado de adecuación nutricional. Se han establecido rangos de severidad de déficit de peso para la edad (8), déficit de peso para la talla (9) y el déficit de la talla para la edad (10), quedando determinados los rangos de desnutrición asumiendo una distribución normal de los parámetros antropométricos utilizados. Sin embargo, en base a la observación de que algunos parámetros antropométricos no siguen

una distribución normal sino sesgadas (11-13), se interpretó la información antropométrica aplicando un tratamiento estadístico que se ajusta a una distribución de variables normales y no normales. En base a esto, se clasificó a la población en estudio utilizando el "puntaje Z" y las curvas percentilares correspondientes a los distintos parámetros antropométricos (14-17). El criterio estadístico más adecuado para definir la probabilidad de que un indicador antropométrico sea considerado normal o anormal es el basado en el "puntaje Z" (número de desviaciones estándares respecto de la mediana) ya que corrige la asimetría en la distribución del peso y de la talla.

Hemos demostrado que el crecimiento del niño y de la rata, animal de laboratorio utilizado en los trabajos de nutrición, se ajustan a patrones de distribución percentilada semejantes (18-20). Las distribuciones de P y T en función de la edad obtenidas en ratas en crecimiento, fueron semejantes a las obtenidas por Cusminsky (15,16) en un estudio longitudinal en niños normales; de modo similar las curvas de velocidad de ganancia de peso y talla obtenidas en los animales de experimentación, se ajustaron a las elaboradas por Tanner, en niños (21,22).

El propósito de este trabajo fue aplicar un criterio estadístico "puntaje Z" (11) sobre los patrones de crecimiento normal en ratas, previamente elaborados.

MATERIALES Y METODOS

Población

Se emplearon 100 ratas (50 machos y 50 hembras) de la cepa Wistar de 25 días de edad con un peso promedio de 35-40 g, provenientes de Bioterio de la Cátedra de Nutrición de la Facultad de Farmacia y Bioquímica, UBA.

Los animales se mantuvieron en jaulas galvanizadas con piso y malla. La temperatura de Bioterio fue de $21 \pm 1^\circ\text{C}$ y la humedad de 50-60%. Se respetaron estrictamente los períodos de luz-oscuridad para evitar alterar el ritmo de alimentación.

Dieta

Los animales de experimentación se alimentaron con una dieta comercial para roedores (Purina en pellets, Asociación de Cooperativas Argentinas, División Nutrición Animal, San Nicolás, Pcia de Buenos Aires, Argentina) y cuya composición fue analizada por la Cátedra de Bromatología de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires.

La composición centesimal fue de: proteína 25.47, minerales totales 7.96, grasa 6.3, fibra 26.0, humedad 7.96 y glúcidos 26.31.

La dieta y el agua se administraron en condiciones de libre demanda. Se aseguró la provisión diaria del agua de bebida ya que existe una correlación entre la ingesta de líquido y la conducta alimentaria del animal (23-25).

Diseño experimental

Durante el período experimental, desde los 25 días a los 70 días de edad, se realizó el seguimiento longitudinal del peso y de la talla. El peso se determinó con una frecuencia de

medición de 2 días, guardando un ayuno mínimo de 2 horas y máximo de 4 horas, previo a la determinación. La talla se midió con una frecuencia de 4 días.

Se construyeron las curvas percentilares de peso y de talla en función de la edad y de peso en función de la talla para ambos sexos (18,20). Con las curvas percentilares y el "puntaje Z" se establecieron las categorías antropométricas (CA) para indicadores de crecimiento: peso (P) y talla (T) en función de la edad (E) y el peso en función de la talla, para ambos sexos.

Métodos antropométricos

El peso se midió con una balanza Mettler PC 4400 con una precisión ± 1 mg. La talla se midió en el animal ligeramente anestesiado, para lo cual se colocó el animal sobre una regla graduada en mm y se hizo coincidir el cero de la regla con el hocico. La longitud corporal quedó determinada por la medida que coincide con los últimos pelos de la base de la cola. El peso se expresó en gramos y la talla en centímetros (cm).

Tratamiento estadístico

El criterio estadístico empleado para evaluar el crecimiento corporal fue el del puntaje Z, el cual resulta del siguiente cálculo: puntaje Z = $(X - X_1) / \text{Desvío estándar (DS)}$, donde X: mediana, X_1 : valor del sujeto en estudio y DS: desviación estándar del valor de la mediana. El puntaje Z expresa el valor de un puntaje relativo a la mediana y a la desviación estándar de una distribución de referencia (11).

RESULTADOS

Las Figuras 1a y 1b muestran los valores obtenidos de peso (gramos) en función de la edad (días) correspondientes a los percentilos 95-75-50-20-5 para la evaluación del crecimiento de ratas machos y hembras desde el día 25 al 70, respectivamente. En la Figura 1b (hembras) se observa que la distancia entre el percentilo 95-75 es significativamente mayor a la cola de distribución 25-5 ($p < 0.01$).

En las Figuras 2a y 2b se muestran los patrones de crecimiento longitudinal, talla (cm) en función de la edad (días), para machos y hembras, respectivamente. El seguimiento longitudinal se muestra por medio de los percentilos 95-75-50-25-5 para machos y hembras separadamente. Se obtuvo una distribución que depende del sexo y semejante a la observada en las Figuras 1a y 1b.

Las Figuras 3a y 3b muestran la distribución percentilada (95-85-50-15-5) del parámetro de peso (gramos) en función de la talla (cm) para ambos sexos. Se observa que para una talla entre 10 y 16 cm, el peso corporal de los machos no difiere significativamente del peso de las hembras. Entre 16 y 20 cm se observa que a igual talla la rata macho tiene mayor peso que la rata hembra debido a la diferente composición corporal ligada al sexo. A partir de los 20 cm los machos aumentaron abruptamente su peso, fenómeno que no llegó a observarse en las hembras, que a igual edad, no superaron esa talla.

FIGURA 1a

Patrón de crecimiento P/E para ratas macho desde 25 a 70 días. Percentilos y categorías antropométricas

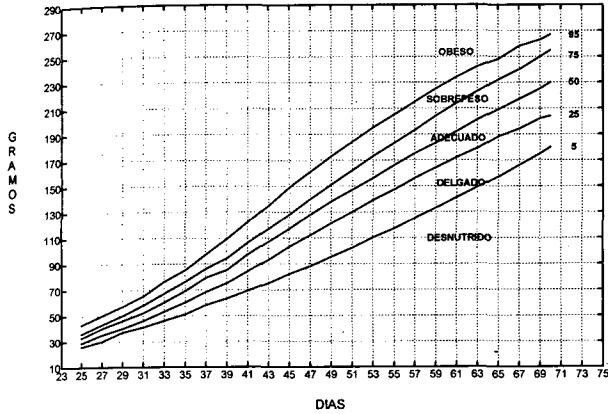


FIGURA 1b

Patrón de crecimiento P/E para ratas hembras desde 25 a 70 días. Percentilos y categorías antropométricas

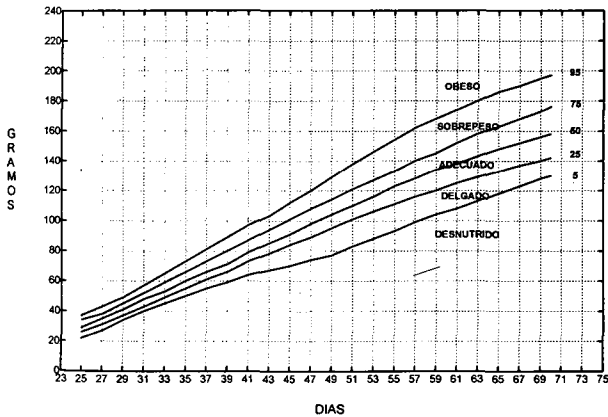


FIGURA 2a

Patrón de crecimiento T/E para ratas macho desde 25 a 70 días. Percentilos y categorías antropométricas

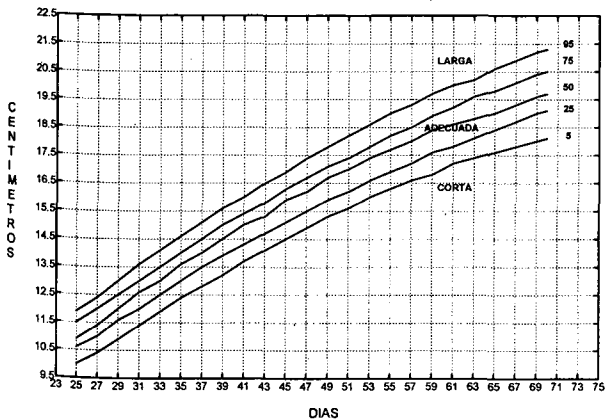


FIGURA 2b

Patrón de crecimiento T/E para ratas hembras desde 25 a 70 días. Percentilos y categorías antropométricas

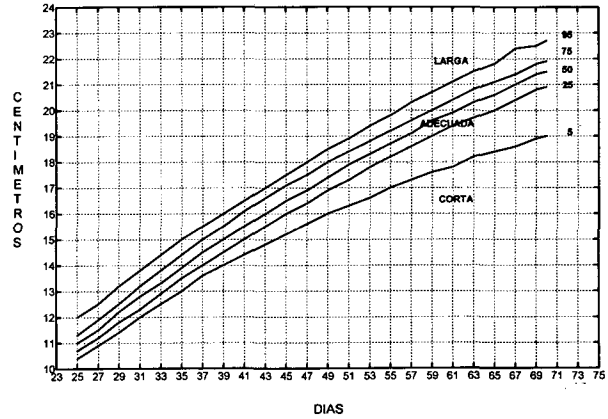


FIGURA 3a

Patrón de crecimiento P/T para ratas macho desde 25 a 70 días. Percentilos y categorías antropométricas

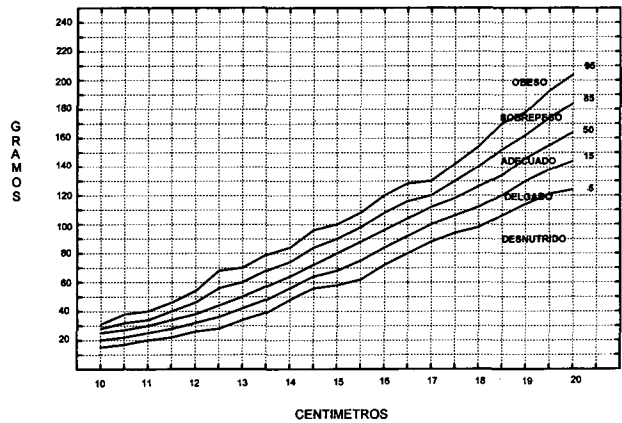
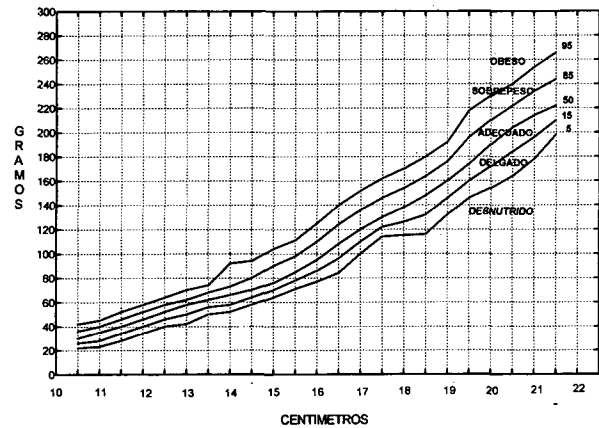


FIGURA 3b

Patrón de crecimiento P/T para ratas hembras desde 25 a 70 días. Percentilos y categorías antropométricas



En las Tablas 1 (machos) y 2 (hembras) se muestran el puntaje Z y las categorías antropométricas, las cuales fueron: obeso, sobrepeso, adecuado, delgado y desnutrido según la

distribución del peso para la edad y del peso para la talla, y de larga, adecuada y corta según el perfil de la talla para la edad.

TABLA 1
Clasificación antropométrica para la evaluación del crecimiento y del estado nutricional de las ratas macho, desde el destete hasta los 70 días de edad

	Deficiencia		Adecuado	Exceso	
	Desnutrido	Delgado		Sobrepeso	Obeso
Peso para la edad					
Puntaje Z	<-1,414	-1,414 a -1,000	-1,000 a 0,996	0,996 a 1,300	>1,300
Percentilos	<5,0	5,1 a 15,0	15,1 a 85,0	85,1 a 95,0	>95,0
Peso para la talla					
Puntaje Z	<-1,350	-1,350 a -0,670	-0,670 a 0,660	0,660 a 1,450	>1,450
Percentilos	<5,0	5,1 a 15,0	15,1 a 85,0	85,1 a 95,0	>95,0
Talla para la edad		Corta	Adecuada		Alta
Puntaje Z		<-1,383	-1,383 a 1,309		>1,309
Percentilos		<5,0	5,1 a 95,0		>95,0

TABLA 2
Clasificación antropométrica para la evaluación del crecimiento y del estado nutricional de las ratas hembras, desde el destete hasta los 70 días de edad

	Deficiencia		Adecuado	Exceso	
	Desnutrido	Delgado		Sobrepeso	Obeso
Peso para la edad					
Puntaje Z	<-1,315	-1,315 a -1,001	-1,001 a 1,000	1,000 a 1,424	>1,424
Percentilos	<5,0	5,1 a 15,0	15,1 a 85,0	85,1 a 95,0	>95,0
Peso para la talla					
Puntaje Z	<-1,310	-1,310 a -0,680	-0,680 a 0,660	0,660 a 1,350	>1,350
Percentilos	<5,0	5,1 a 15,0	15,1 a 85,0	85,1 a 95,0	>95,0
Talla para la edad		Corta	Adecuada		Alta
Puntaje Z		<-1,310	-1,489 a 1,234		>1,234
Percentilos		<5,0	5,1 a 95,0		>95,0

DISCUSION

La evaluación del tamaño corporal durante el crecimiento ha sido la mayor preocupación de los investigadores que han trabajado en el campo de la antropometría y constituye un elemento de valor incalculable por su aplicación a la clínica.

El crecimiento total -pre y postnatal- puede ser descrito como una función de dos componentes: una exponencial porque el tejido se va acumulando como resultado de la división celular a una velocidad constante y cada división duplica la cantidad de protoplasma (hiperplasia e hipertrofia) y una lineal debido a la acumulación de productos a una velocidad fija y representa el crecimiento por acrecentamiento de masa (hipertrofia). El crecimiento individual de los tejidos

está dado por el aumento en el número y en el tamaño de las células; siendo ambas, etapas separadas de un proceso único que es el desarrollo. Desarrollo puede ser visto como un proceso de cambios continuos en la composición química del cuerpo.

Los estudios de Enesco y Leblond (26) sobre el crecimiento celular de tejidos de la rata, desde el nacimiento hasta los 160 días de edad, permitieron distinguir tres etapas del crecimiento tisular: a) fase inicial de hiperplasia: crecimiento de órganos y tejidos durante los primeros 17 días de vida postnatal (con aproximadamente 25 gr de peso corporal), por aumento del número de células con cambios poco manifiestos en el tamaño celular; b) fase de hiperplasia-hipertrofia: etapa en la que la intensidad de la proliferación disminuye con un ligero

comienzo de incremento en el peso a causa de la incipiente hipertrofia celular (desde los 17 hasta los 34-48 días de edad; peso aproximado 120 gr), la cual es particularmente evidente en el músculo esquelético y en el tejido adiposo; c) fase final de hipertrofia: etapa comprendida entre los 48 y los 160 días de edad (400 gr de peso corporal aproximadamente), en la que el incremento en el peso obedece a la hipertrofia celular, la cual es sensiblemente manifiesta en los tejidos muscular esquelético y adiposo, siendo menos evidente el incremento de la cantidad y del tamaño de células viscerales. Debe considerarse que el patrón de crecimiento tisular así como también el tiempo de maduración química -cuando el desarrollo del individuo llega a un punto en el cual la composición de los tejidos permanece constante- varía de un tejido a otro, determinando un patrón de desarrollo celular cuanti-cualitativo asincrónico (27).

Es evidente que el crecimiento es un proceso complejo condicionado por factores genéticos, ambientales, nutricionales y farmacológicos (28-32). Cualquier factor que modifique la velocidad de crecimiento en las etapas de la multiplicación celular durante la vida intrauterina y el primer año de vida postnatal, durante el cual el niño debe triplicar su peso al nacimiento, serán responsables de la desaceleración en el crecimiento ya que existe un tiempo biológico para cada una de las etapas del mismo.

El crecimiento corporal se visualiza como un incremento del tamaño corporal, el cual incluye el peso y la talla.

La antropometría constituye un elemento de suma importancia de aplicación clínica ya que permite realizar el seguimiento del tamaño corporal durante el crecimiento y ser empleada para el diagnóstico nutricional, así como también, como herramienta útil durante la recuperación nutricional. La sencillez y el bajo costo de los métodos antropométricos determinan que éstos sean ampliamente utilizados, ya que con el simple registro del peso y de la talla y su comparación con las curvas normales de crecimiento puede establecerse el porcentaje de déficit respecto de la población de referencia de la misma edad. El parámetro antropométrico peso/edad (P/E) mide la misma relación entre el peso del niño en estudio y el peso de un niño normal de la misma edad (8). Dicha relación permite ubicar al individuo respecto del peso esperado para su edad. La talla es el reflejo del crecimiento longitudinal y es en tal sentido que la relación talla/edad (T/E) adquiere el significado del crecimiento lineal esperado para una edad cronológica determinada (9). El déficit T/E se utiliza como elemento para diferenciar desnutrición aguda de crónica. La armonía del tamaño corporal está determinada por el parámetro antropométrico peso para la talla (P/T), el cual mide la relación entre el peso del niño en estudio respecto al peso del niño normal de igual talla (10). Este índice es de utilidad diagnóstica en la desnutrición actual o aguda, situación que implica la pérdida de masa corporal para una talla determinada. Por otra parte, el frecuente desconocimiento de la variable edad hace que la talla sea la que determine el peso óptimo en un momento

dado. Es importante mencionar que individuos considerados como normales según P/T pueden no serlo si el parámetro utilizado es el P/E; estos son los llamados desnutridos armónicos.

Las variables antropométricas permitieron establecer rangos de desnutrición en función de los déficit de P/E (8), de T/E (9) y de P/T (10), asumiendo una distribución normal de los parámetros utilizados. Sin embargo, fue Frisancho (11) quien en base a la observación que de algunos parámetros antropométricos no siguen una distribución gaussiana sino sesgada, estableció una categorización de la población humana normal, aplicando sobre la información antropométrica un criterio estadístico, el cual se ajusta a variables tanto normales como a las que no lo son. La falta de simetría en las distribuciones del peso y de la talla se compensan usando distintas desviaciones estándares por encima y por debajo de la mediana. Otra ventaja de los puntajes Z, es que pueden usar los mismos puntos de corte para los distintos indicadores antropométricos. Si bien los percentilos corresponden muy de cerca a los puntajes Z y parecen más fáciles de interpretar, no pueden hacerse cálculos estadísticos como en el caso del puntaje Z, porque la escala de los percentilos no es lineal (4).

Hasta el momento se comparaba cualitativamente el crecimiento de la rata y de los niños. Si bien esto ha sido muy útil en nutrición, quedaban aspectos muy importantes que no podían ser abordados debido a la necesidad de elaborar patrones de crecimiento normal en ratas en función del tiempo con una metodología similar a la utilizada en los humanos. Esto resulta particularmente importante por ejemplo en el estudio de la etiología y recuperación del enanismo por desnutrición (33), en bulimia (datos no publicados), etc.

La distribución de los percentilos hembra-niña y macho-niño presentaron una proporcionalidad similar, la cual está relacionada a la diferente composición corporal de los mismos ligada al sexo (34,35).

La aplicación del criterio estadístico "puntaje Z" a las variables antropométricas P/E, T/E, y P/T permitió cuantificar en términos de desviaciones estándares cuán alejado se encuentra el individuo respecto de la población normal. Al mismo tiempo el tratamiento ubica al individuo en una categoría antropométrica y a través de un valor numérico; realizar de manera precisa el seguimiento del crecimiento del niño.

Podemos concluir que la aplicación del criterio estadístico "puntaje Z" sobre la distribución de las dimensiones antropométricas en el modelo experimental de la rata de crecimiento y la similitud de comportamiento rata-niño, permitirá evaluar el crecimiento, cuantificar la desviación en una curva de referencia y predecir la evolución de un niño en la terapia de recuperación nutricional.

REFERENCIAS

1. Pugliese M, Lifshitz F, Grad G, Fort P, Ginsberg L. Fear of obesity: a cause of short stature and delay puberty. *N Engl J*

- Med. 1983;309:513-8.
2. Lifshitz F, Moses N, Growth failure: a complication of dietary treatment of hipercholesterolemia. *Am J Dis Child* 1989;143:537-42.
 3. Lifshitz FL, Friedman S, Smith MM, Cervantes C, Recker B, O'Connor M. Nutritional dwarfing: a growth abnormality associated with reduced erythrocyte Na⁺,K⁺-ATPase activity. *Am J Clin Nutr*. 1991;54:997-1004.
 4. La alimentación del niño menor de 6 años en América Latina. Bases para el desarrollo de guías alimentarias. En: *Boletín del Centro de Estudios sobre Nutrición Infantil (CESNI), OPS/OMS* 1993;11-17.
 5. O'Donnell A, Carmuega E y Barzi C. Recomendaciones para la alimentación de niños normales menores de 6 años. En: *Boletín del Centro de Estudios sobre Nutrición Infantil (CESNI), OPS/OMS*. 1996. Publicación N° 12.
 6. Lejarraga H, Diaz Ballve C. Estudio antropométrico de 1401 recién nacidos sanos del área urbana de Buenos Aires. *Rvta del Hospital de Niños (Buenos Aires, Argentina)* 1976;18:69-78.
 7. Lejarraga H. Evaluación del crecimiento y nutrición. Uso de estándares nacionales e internacionales: un Falso Dilema. *Arch Arg Pediatr*. 1992;90:3364.
 8. Gómez F, Galván R, French S, Muños JC. et al. Mortality in second and third degree malnutrition. *J Trop Pediatr*. 1956;2:77-83.
 9. Waterlow JC, Buzina R, Keller W, Nichaman NZ, Tanner JM. The presentation and use of height data for comparing the nutritional status of groups of children under the age of ten years. *Bull WHO* 1977;55:489-98.
 10. Ariza J. Método para la evaluación del crecimiento desde el nacimiento hasta los veinte años para uso a nivel nacional e internacional. *Arch Latinoamer Nutr*. XXIII. 1972;22:531-546.
 11. Frisancho AR. Anthropometric standards for the assessment of growth and nutritional status. Ann Arbor. The University of Michigan Press, 1990, ISBN 0-472-10146-3. USA.
 12. Trowbridge FL. Clinical and biochemical characteristics associated with anthropometric nutritional categories. *Am J Clin Nutr* 1979;32:758-66.
 13. Lejarraga H, Morasso MC, Orfila G. Estándares de peso/edad y peso/talla para la evaluación del crecimiento y nutrición del niño menor de seis años en atención primaria. *Arch Arg Pediatr* 1987;85:69-76.
 14. Lejarraga H. La superposición del crecimiento. En: *Crecimiento y desarrollo "Hechos y tendencias"*. Ed. Cusminsky M, Moreno Elsa, Ojeda Elbio. Pub Científica 510. OPS. Washington. USA. 1988.
 15. Cusminsky M. Tablas de crecimiento entre 0 y 4 años. Ministerio de Bienestar Social. Subsecretaría de Salud Pública de la Provincia de Buenos Aires y Centro de Crecimiento y Desarrollo, Hospital de Niños. La Plata, 1980. Argentina.
 16. Cusminsky M, Cartro E, Lejarraga H. Tablas normales de peso, estatura y perímetro cefálico desde el nacimiento hasta los doce años de edad. *Arch Arg Pediatr* 1980;78:281-95.
 17. Morasso M, Olivieri D, Jordan MT y Cusminsky M. Curvas de peso normal para la talla desde el nacimiento hasta los 4 años. Utilidad de la relación peso/talla como indicador de riesgo en el diagnóstico y seguimiento de niños desnutridos. *Revista Hospital de Niños, Buenos Aires*, 1980;22:198-206.
 18. Friedman SM. Capacidad predictiva de los modelos experimentales en ratas para el estudio de la recuperación en niños desnutridos. Una aproximación matemática. Tesis Doctoral, Facultad de Farmacia y Bioquímica, U.B.A. 1988.
 19. Friedman SM, Boyer PM, Barrio Rendo ME, Morasso MC, Rfo ME. Comportamiento rata-niño durante la repleción nutricional. *Medicina (Buenos Aires)* 1994;54:513.
 20. Friedman SM, Boyer PM, Barrio Rendo ME, Morasso MC, Rfo ME. Patterns of normal growth in rats and its predictive capability in children nutritional recovery therapy. *J Dental Res* 1995;74(3), Abs 6.
 21. Tanner JM, Whitehouse RH, Takaisky M. Standards from birth to maturity for height, weight, height velocity, and weight velocity: British children. (parte I) *Arch Dis Child*. 1965;41:613-35.
 22. Tanner JM, Whitehouse RH, Takaisky M. Standards from birth to maturity for height, weight, height velocity, and weight velocity: British children. (parte II) *Arch Dis Child*. 1965;41:454-71.
 23. Pullar JD, Webster AJF. The energy cost of fat and protein deposition in the rat. *Brit J Nutr* 1977;37:355-63.
 24. Phillips RD. Estimators of body nitrogen in growing rats fed varying levels and qualities of protein. *J Nutr* 1980;110:1441-52.
 25. Mercer P, Bukhardt SS. The relationship between food intake, weight gain and dietary nutrient concentration in the rat. *Nutr Rep Int*. 1982;26:121-9.
 26. Enesco M and Leblond CP. Increase in cell number as a factor in the growth of the organs and tissues of the young male rat. *J Embryol Exp Morph*. 1962;10:530-562.
 27. Cheek D. Body composition, cell growth, energy and intelligence. Ed. Human growth. Lea Febiger. Philadelphia. USA. 1968.
 28. Ferrel CL, Koong KJ. Influence of plane nutrition on body composition, organ size and energy utilization of Sprague-Dawley rats. *J Nutr* 1986;116:2525-9.
 29. Bjorntorp P, Yang MU, Greenwood MRC. Refeeding after fasting in the rat. Effect of carbohydrate. *Am J Clin Nutr* 1983;37:396-402.
 30. Burkhardt P. Corticosteroids and bone: a review. *Hoorm Res*. 1984;20:59-63.
 31. Avioli LV. Effects of chronic corticosteroid therapy on mineral metabolism and calcium absorption. In: *Glucocorticoid effects and their biological consequences (Adv. Exp. Med. Biol. 171)*. Avioli LV, Gennari C, Imbimbo B. (eds) Plenum Press, New York. 1984;81-86.
 32. Rickers H, Deding AS, Christiansen C, Rodbro P. Mineral loss in cortical and trabecular bone during high-dose prednisone treatment. *Calcif Tissue Int*. 1984;36:269-74.
 33. Friedman SM, Rodríguez PN, Olivera MI, Bozzini C, Norese F, Gamba C, Boyer P. Enanismo por desnutrición: cronodinamia de los procesos metabólicos. *Medicina (Buenos Aires)* 1998;58:282-286.
 34. Fjeld CR, Freundt-Thurne J, Schoeller DA. Total body measured by 18-O dilution and bioelectrical impedance in well and malnourished children. *Pediatr Res* 1990;27(1):98-102.
 35. Fjeld CR, Schoeller DA, Brown KH. Body composition of children recovering from severe protein-energy malnutrition at two rates of catch-up growth. *Am J Clin Nutr*. 1989;50(6):1266-75.

Recibido: 22-05-1998

Aceptado: 25-02-1999

Crescimento físico de crianças da Amazônia Peruana no final da década de 80

Gilberto Kac, Gustavo Velásquez-Meléndez

Universidade Federal do Rio de Janeiro, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil

RESUMO. O presente artigo apresenta dados sobre o crescimento físico de 673 crianças menores de 5 anos nascidas no final da década de 80 nos municípios de Iquitos e Punchana, Amazônia Peruana. Os dados foram coletados com base em um inquérito clínico nutricional de base populacional com amostragem aleatória estratificada. As análises estatísticas foram realizadas nos pacotes EPI-INFO 6.04 e MULTLR e incluíram, prevalências de escore-z abaixo de -2 desvios padrão, médias e desvio padrão, ANOVA, Teste t-Student e medidas de efeito (razão de prevalência e odds ratio). Os resultados demonstraram que foi alta a prevalência global de baixa estatura/idade (28,3%) e relativamente baixa a de peso/idade (12,5%). O modelo final obtido a partir da regressão logística incondicional incluiu as seguintes variáveis independentes significativamente associados ao déficit de estatura: idade da criança (RP=1,05, IC 95%:1,03-1,07); escolaridade materna 5 a 10 anos (RP=0,48, IC 95%:0,32-0,73), escolaridade materna > 10 anos (RP=0,11, IC 95%:0,01-0,89); serviços de higiene com latrina (RP=2,22, IC 95%:1,46-3,37) e sem serviços (RP=4,15, IC 95%:1,56-10,99). Estes achados corroboram a importância dos fatores ambientais na determinação da baixa estatura/idade, e sugerem que intervenções centradas na ampliação da cobertura educacional e melhorias nas condições de higiene sejam implementadas, já que para esta amostra de crianças peruanas, tanto a escolaridade materna como as condições de higiene constituíram-se em potenciais determinantes para a baixa estatura/idade.

Palavras chave: Antropometria, estatura, crescimento físico, Amazônia Peruana, nutrição.

SUMMARY. Physical growth of children from Peruvian Amazon born in the eighties. This paper presents data of physical growth for 673 children under 5 years born in the eighties in Iquitos and Punchana, Peruvian Amazon. The data were based on a clinical and nutritional research survey and a multiple stratified probability sample procedure was used. The statistical analysis were performed on EPI-INFO Version 6.04 and MULTLRM and included: prevalence of z-score under -2 standard deviation, means and standard deviation, ANOVA, t-test, relative risk and odds ratio. The results showed a high prevalence of low height/age (28.3%) and a relatively low for weight/age (12.5%). The final model obtained from the unconditional logistic regression included the following variables as independent factors significantly associated with low height/age: child age (RR=1.05, CI 95%:1.03-1.07); maternal education > 5 and < 10 years (RR=0.48, CI 95%:0.32-0.73), maternal education > 10 years (RR=0.11, CI 95%:0.01-0.89) and hygienic services with latrine (RR=2.22, CI 95%:1.46-3.37) and without WC (RR=4.15, CI 95%:1.56-10.99). These findings corroborate the influence of ecological factors on the determination of low height/age, and suggest that interventions should be centered on the enlargement of educational coverage and on improvements of hygienic conditions, as for this Peruvian school sample, both variables were defined as potential determinants for the low height/age.

Key words: Anthropometry, stature, physical growth, Peruvian Amazon, nutrition.

INTRODUÇÃO

A avaliação do estado nutricional infantil é considerado um procedimento de extrema importância entre as diversas ações de saúde pública. Dentro deste contexto, monitorar o crescimento físico em estatura é atividade imprescindível (1-4).

A antropometria é considerada entre os diversos métodos de avaliação nutricional, pelas vantagens que apresenta, o que mais se adequa para diagnóstico de crianças com déficit de crescimento e interpretação dos riscos associados (4,5).

A relevância epidemiológica de déficit no crescimento estatural está bem documentada para diversos países da América-Latina e do mundo (4,6-9). A prevalência média de baixa

estatura/idade ainda era alta em alguns países da América do Sul na década de 80 como a Guatemala (56,7%); Bolívia (40,5%) e Colômbia (21%) (4).

No Peru são escassos os dados acerca do processo de crescimento infantil. Os dados disponíveis de grandes inquéritos nacionais (10-12) mostram que o déficit de estatura/idade é a condição mais prevalente, principalmente nas regiões andinas e amazônica, onde ainda permanecem pouco explorados os fatores associados a esse problema.

O presente artigo apresenta dados sobre o crescimento físico de crianças menores de 5 anos nascidas nos municípios de Iquitos e Punchana, Amazônia Peruana no final da década de 80 e seus fatores associados.

MÉTODOS

O presente estudo foi realizado nos municípios de Iquitos e Punchana, que são os mais importantes do Departamento de Loreto, que ocupa a maior parte da extensão territorial da Amazônia Peruana. As principais atividades econômicas da população são comércio e serviços, com uma atividade industrial sustentada na extração da madeira, e petróleo em pequena escala. Os indicadores de saúde são altamente insatisfatórios, com elevadas taxas de fecundidade, mortalidade infantil e materna.

O estudo foi realizado a partir de um banco de dados produzido durante um inquérito clínico-nutricional realizado no ano de 1988 por pesquisadores da Faculdade de Medicina da Universidad Nacional de la Amazonia Peruana e do Ministério da Saúde. Contou com apoio financeiro da Organização Panamericana da Saúde através do projeto PER-DHS-30.

O inquérito consistiu na coleta de informações básicas da população referente à aspectos demográficos, sócio-econômicos, antropométricos e de morbidade.

O delineamento amostral baseou-se em dados do censo nacional e teve como universo 33.000 moradias agrupadas em 20 zonas censais, 341 segmentos (em média 100 moradias/segmento) e 894 quarteirões. A amostragem foi probabilística e bietápica com seleção sistemática. Na primeira etapa, foram sorteados 120 segmentos, 91 correspondentes a segmentos localizados na região urbana e 29 na região periférica, representando 9100 e 2900 moradias, respectivamente. Na segunda etapa, a partir de cada segmento foram sorteadas 10 moradias contíguas, perfazendo um total de 1200 moradias selecionadas. Em cada uma delas foram estudadas todas as crianças menores de 5 anos de idade.

A coleta de dados foi realizada por equipe de antropometristas devidamente treinados segundo procedimentos padronizados (13). O estudo antropométrico compreendeu a aferição de peso e altura. A medida do peso foi realizada com balanças tipo Salter com precisão de 100 gramas. As mesmas eram calibradas diariamente com pesos padronizados de 3 kg. A tomada do comprimento (crianças menores de 2 anos) foi realizada em antropômetros portáteis de madeira, construídos segundo recomendações da OMS e a estatura (crianças maiores de 2 anos) medida com estadiômetro. Essas medidas foram tomadas com aproximação ao milímetro.

A avaliação antropométrica foi realizada através dos índices antropométricos comprimento/idade; estatura/idade e peso/idade. Com a finalidade de diagnosticar baixo peso e déficit de crescimento, foi usado o ponto de corte de -2 unidades de desvio padrão (-2 escore-z) abaixo da mediana da população de referência do National Center for Health Statistics (NCHS) (14). Os índices foram calculados pelo programa EPI-INFO Versão 6.04 (15).

No presente trabalho optamos por excluir da análise aqueles

casos cujos valores de escore-z de estatura/idade eram menores que -5 ou maiores que +3 e valores de escore-z de peso/idade menores que -5 e maiores que +5, assim como aqueles que apresentaram registros incompletos das variáveis de interesse para o estudo. Segundo estes critérios 42 crianças foram excluídas. Desta forma, a amostra final totalizou 673 crianças. Cabe ressaltar, no entanto, que as taxas de não resposta foram diferentes para cada uma das variáveis analisadas, e conseqüentemente, a amostra utilizada nas análises bivariadas diferiu quanto ao tamanho. Sendo assim, a variável número de pessoas/cama foi a que apresentou a maior taxa de não resposta, ou seja, 11,7% (N=72). Para as demais variáveis, as perdas de informação foram sempre inferiores a 10%, variando de 7% (N=46) para a variável baixo peso ao nascer a 1,2% (N=8) para a variável água conectada à rede. Desta forma, não acredita-se que esta pequena variabilidade tenha exercido influência sobre os resultados encontrados.

Para análise dos dados foram calculadas as médias e desvios-padrão dos valores dos escore-z para cada índice antropométrico e também calculada a prevalência de crianças com déficit de crescimento. Foram realizados testes de comparação entre as médias dos valores de escore-z (teste t-student) e as associações entre variáveis categóricas através do teste do qui-quadrado. As variáveis predictoras (variáveis independentes), potencialmente associadas ao déficit estatural (variável dependente), foram selecionadas de um amplo banco de dados, atribuindo-se valores 1 e 0 para a categoria de exposição e não exposição, respectivamente. O modelo multivariado foi realizado a partir das associações bivariadas que apresentaram maior significância estatística. Para a construção dos modelos e a seleção do melhor, foi usada a técnica de regressão logística incondicional que estima os odds ratios com intervalos de confiança de 95% e ajuste para variáveis de confusão. Este procedimento foi realizado com o programa MULTLR (16). Para todos os testes estatísticos realizados utilizou-se um nível descritivo de $p < 0,05$.

RESULTADOS

O perfil de crescimento das crianças peruanas nascidas em Iquitos e Punchana foi analisado utilizando-se apenas os índices antropométricos estatura/idade e peso/idade, na medida que os valores para o índice peso/estatura estão dentro do esperado pela referência do NCHS, ou seja, as prevalências segundo este índice não apresentaram relevância epidemiológica.

A Tabela 1 apresenta valores de prevalência para baixa estatura/idade (escore-z < -2) em conjunto com médias e desvios-padrão segundo sexo e faixa etária. A prevalência global foi de 28,3% e não foram identificadas diferenças estatisticamente significativas entre os sexos, cujas prevalências foram de 30,1% e 26,1% para o sexo masculino e feminino, respectivamente. Quanto a faixa etária, o que mais chamou atenção foi o abrupto aumento nas prevalências de baixa

estatura/idade do primeiro para o segundo ano de vida. Observou-se ainda uma tendência monotônica de aumento da prevalência de baixa estatura/idade em função da idade ($X^2=54,9$, $p<0,000$). As prevalências variaram de 7,4% no primeiro a 41,5% no quarto ano de vida, o que já é esperado, na medida que déficits estaturais são cumulativos e tendem a aumentar com a idade em ambientes desfavoráveis. Verificou-se esta tendência para ambos os sexos. As médias de escore-z, por sua vez, apresentaram valores coerentes com as prevalências observadas. Estas foram sistematicamente negativas. Tanto as médias como as prevalências de baixa estatura/idade não diferiram entre os sexos em nenhuma faixa etária, com exceção dos menores de 1 ano. É curioso que para esta faixa etária as médias de escore-z diferiram entre os sexos ($p=0,0455$), enquanto que as prevalências de baixa estatura/idade não ($p=0,26$).

Dados antropométricos segundo o índice peso/idade são apresentados na Tabela 2. Observou-se que a prevalência global segundo este indicador foi de 12,5%, o que configurou

uma diferença de mais de 100% em relação ao indicador estatura/idade. Também verificou-se um abrupto aumento nas prevalências de baixo peso/idade do primeiro para o segundo ano, no entanto, estes aumentos foram um pouco menores no sexo feminino. Contrário ao indicador estatura/idade, observou-se uma tendência de diminuição nas prevalências de baixo peso/idade a partir do segundo ano de vida. As prevalências de baixo peso/idade não diferiram segundo faixa etária para as crianças do sexo feminino, o que ocorreu entre os meninos ($X^2=10,44$, $p=0,015$) e na população total ($X^2=11,55$, $p=0,0091$). Chamou atenção nesta tabela, o fato de que uma prevalência de baixo peso/idade de 3,3% para o sexo masculino correspondeu a uma média de escore-z de -0,15, enquanto que para uma prevalência de 7,9% no sexo feminino, a correspondente média foi de 0,12.

Em função das elevadas prevalências verificadas para o indicador estatura/idade, optou-se por realizar análises complementares segundo variáveis sócio-econômicas e de morbidade apenas para este índice.

TABELA 1
Prevalência de baixa estatura/idade (escore-z < -2), média e desvio-padrão segundo sexo e faixa etária em crianças menores de 5 anos. Iquitos e Punchana, 1989

Sexo Faixa etária	Masculino				Feminino				Total			
	N	P	X	D.P.	N	P	X	D.P.	N	P	X	D.P.
1 ano	95	9,5	-0,43 ¹	1,164	80	5,0	-0,05 ¹	1,367	175	7,4	-0,2	1,271
2 anos	94	35,1	-1,46	1,265	60	26,7	-1,35	1,333	154	31,8	-1,42	1,289
3 anos	91	34,1	-1,42	1,241	88	33,0	-1,49	1,428	179	33,5	-1,46	1,333
4 anos	86	43,0	-1,65	1,140	78	39,7	-1,68	1,255	164	41,5	-1,67	1,192
Total	366	30,1	-1,20	1,290	306	26,1	-1,10	1,500	672	28,3	-1,20	1,390

¹ $p<0,04$

TABELA 2
Prevalência de baixo peso/idade (escore-z < -2), média e desvio-padrão segundo sexo e faixa etária em crianças menores de 5 anos. Iquitos e Punchana, 1989

Sexo Faixa etária	Masculino				Feminino				Total			
	N	P	X	D.P.	N	P	X	D.P.	N	P	X	D.P.
1 ano	92	3,3	-0,15	1,104	76	7,9	0,12	1,499	168	5,4	-0,03	1,342
2 anos	100	18,0	-0,99	1,279	59	15,3	-0,99	1,083	159	17,0	-1,02	1,277
3 anos	91	13,2	-0,88	0,942	87	16,1	-1,03	1,208	178	14,6	-0,96	1,080
4 anos	87	11,5	-0,85	0,840	81	14,8	-0,92	1,098	168	13,1	-0,89	0,970
Total	370	11,6	-0,70	1,110	303	13,5	-0,70	1,320	673	12,5	-0,70	1,240

A Tabela 3 apresenta dados de prevalência, média e desvios-padrão segundo algumas variáveis selecionadas. Os valores das prevalências de baixa estatura/idade foram sempre superiores a 15%, enquanto que as médias de escore-z, como

esperado, foram sistematicamente negativas nas moradias mais precárias. A maior prevalência de baixo E/I foi verificada entre crianças cujas casas não possuíam serviço algum de higiene ($P=55,6\%$, $N=27$). Com relação as outras variáveis

mostradas na Tabela 3, o teste t-Student demonstrou que as médias de escore-z do índice E/I foram sempre mais negativas ($p < 0,0001$) para as categorias menos favorecidas. Observou-se para todas as variáveis estudadas importantes diferenças quando comparadas as categorias menos favorecidas em relação a categoria referência (melhor situação). Essas diferenças puderam ser corroboradas através da razão de prevalências e seus respectivos intervalos de confiança. Os valores mais relevantes foram verificados para as variáveis: sem serviços de higiene (RP=2,93, IC 95%=1,96-4,37), número de pessoas/cama (RP=2,46, IC 95%=1,61-3,76) e escolaridade da mãe (RP=0,20, IC 95%=0,04-0,94). Por fim, cabe ressaltar que os estreitos intervalos de confiança indicam uma elevada precisão das estimativas.

TABELA 3

Prevalência de baixa estatura/idade (escore < -2), média, desvio-padrão e razão de prevalência segundo variáveis sócio-econômicas e relacionadas à morbidade em crianças menores de 5 anos. Iquitos e Punchana, 1989

	N	P	X	D.P.	RR	IC (95%)
Água conectada a rede						
Sim	541	25,7	-1,086	1,398		
Não	124	41,1	-1,662	1,259	1,60	1,24/2,07
Esgoto conectado a rede						
Sim	346	21,1	-0,929	1,338		
Não	318	36,5	-1,479	1,395	1,73	1,35/2,22
Nº de pessoas/cama						
1 (uma)	189	15,9	-0,733	1,346		
2 (duas)	340	32,6	-1,309	1,411		
3 (três)	82	39,0	-1,637	1,291	2,46	1,61/3,76
Serviços de higiene						
Banheiro	353	19,0	-0,895	1,297		
Latrina	272	37,9	-1,516	1,409		
Não existe	27	55,6	-1,587	1,692	2,93	1,96/4,37
Escolaridade da mãe						
Nenhuma	15	33,3	-1,647	0,917		
Primária	329	37,1	-1,399	1,373		
Secundário	287	20,2	-1,004	1,370		
Superior	29	6,9	-0,413	1,088	0,20	0,04/0,94
Ocupação do pai						
Sem trabalho	22	22,7	-0,947	1,263		
Operário	184	34,8	-1,505	1,435		
Empregado	196	21,9	-0,918	1,381		
Independente	200	29,0	-1,274	1,205		
Profissional	44	27,3	-0,858	1,662	0,62	0,45/0,87
Baixo Peso ao Nascer						
Sim	551	35,5	-1,092	1,361		
Não	76	26,1	-1,552	1,472	0,73	0,97/1,90
Diarréia último 15 dias						
Sim	243	32,9	-1,494	1,283		
Não	413	25,4	-1,004	1,420	0,77	1,01/1,65

Percebeu-se que o peso ao nascer não constituiu-se em variável associada. Acredita-se que sua relação seja mais estreita com o índice peso/idade, o que pôde ser evidenciado neste trabalho. Observou-se, portanto, importantes diferenças nas médias de escore-z de peso/idade em favor das crianças

nascidas com peso normal ($p=0,00001$). O valor da razão de prevalência revelou que recém-nascidos de baixo peso possuem 2,73 (IC 95%=1,76/4,21) vezes mais chance de apresentar baixo peso/idade (análises não mostradas). Cabe ressaltar ainda, que a presença de diarreia nos últimos 15 dias representou um excesso de risco para baixa estatura/idade de apenas 29%. A relação desta variável com o indicador peso/idade, no entanto, foi bem mais relevante, o que significou uma razão de prevalência de 2,07 (IC 95%=1,38/3,11) (análises não mostradas).

A Tabela 4 apresenta os resultados da análise de regressão logística incondicional, tendo como variável dependente a baixa estatura/idade. Observou-se que as variáveis que permaneceram estatisticamente associadas ao déficit de estatura/idade no modelo após ajuste para variáveis de confusão foram: idade da criança (RP=1,05, IC 95%:1,03-1,07), escolaridade materna de 5 a 10 anos (RP=0,48, IC 95%:0,32-0,73), escolaridade materna > 10 anos (RP=0,11, IC 95%:0,01-0,89) e serviços de higiene com latrina (RR=2,22, IC 95%:1,46-3,37) e sem serviços de higiene (RR=4,15, IC 95%:1,56-10,99). Por fim, a análise do modelo final demonstrou que o mesmo foi altamente significativo ($p < 0,0000$).

TABELA 4

Odds ratio ajustado e intervalo de confiança (IC 95%) de fatores associados a déficit de estatura/idade em crianças menores de 5 anos segundo regressão logística. Iquitos e Punchana, 1989

Variáveis independentes	OR	IC (95%)	P
Idade da criança	1,05	1,03/1,07	0,000
Escolaridade Materna			
5 a 10 anos	0,48	0,32/0,73	0,0006
> 10 anos	0,11	0,01/0,89	0,0384
Serviços de higiene			
Latrina	2,22	1,46/3,37	0,0002
Sem serviços	4,15	1,56/10,99	0,0042

DISCUSSÃO

Inúmeros estudos (6,8,17) já foram realizados na tentativa de identificar os principais determinantes da baixa estatura/idade. Esses estudos sugerem, que variáveis ambientais, principalmente aquelas relacionadas a saúde e ao acesso a bens e serviços, apresentam importante influência na baixa estatura/idade. Por outro lado, é incontestável a hipótese de que a estatura de um indivíduo é determinada pela interação de variáveis ambientais e genéticas.

No presente estudo, a análise dos determinantes da baixa estatura/idade restringiu-se a variáveis ecológicas. Estas podem ser subdivididas em variáveis relacionadas a habitação, sócio-econômicas e de morbidade.

Os principais resultados obtidos nesta investigação demonstraram que foi alta a prevalência de baixa estatura/idade nesta população, o que é característico de populações expostas a condições sócio-econômicas desfavoráveis. Alguns estudos apontam que estas prevalências podem ser comparadas a de países africanos e asiáticos (4,7,9). Cabe ressaltar, no entanto, que em países da América Latina, entre eles o Peru, o principal problema epidemiológico no que diz respeito ao estado nutricional, é o déficit de crescimento linear, contrário ao observado em países africanos e asiáticos, onde verifica-se além deste problema, elevadas prevalências de baixo peso/estatura (9,18). Segundo dados compilados por De Onis et al. (1993), a prevalência de 28,3% de baixo E/I verificada no presente estudo foi superior a média de 22,2% observada para a América Latina, inferior a verificada para países como Bolívia (40,5%) e Equador (34,0%) e similar as observadas em El Salvador (29,9%) e México (27,0%).

Foram registradas importantes diferenças nas prevalências de baixa estatura/idade entre o primeiro e segundo ano de idade. Esse aumento ocorreu sobretudo, a partir do sexto mês de vida e já foi constatado em diversos estudos de base populacional, em países em desenvolvimento (7). No presente estudo, evidenciou-se importante associação com fatores ecológicos e biológicos na ocorrência deste fenômeno. Por outro lado, acredita-se que uma questão de ordem técnica, denominada disjunção, também exerceu influência nos resultados encontrados (19,20). Desta forma, a avaliação das prevalências de baixa estatura/idade específicas para idade estão impregnadas de uma questão metodológica importante, a de não ser possível identificar se as mudanças que ocorrem no estado nutricional aos 2 anos são decorrentes de características biológicas, sociológicas e comportamentais, ou seja, mudanças verdadeiras, ou se decorrem da disjunção existente na população de referência (4,5,19,20).

Neste estudo verificou-se em contraposição ao aumento monotônico de baixa estatura/idade, uma diminuição nas prevalências de baixo peso/idade segundo idade. Uma possível explicação pode ser decorrente de um maior ganho de peso em relação ao ganho estatural a partir do primeiro ano de vida, na medida que o ganho em estatura mantém-se pouco alterado. Já observou-se que em crianças recuperando-se de desnutrição severa, o peso corporal aumenta rapidamente, no entanto, o crescimento linear somente volta ao normal quando o peso corporal está adequado (21).

Quanto as variáveis relacionadas às condições de habitação, todas sem exceção estiveram associadas de forma significativa a baixa estatura/idade. Considerando-se que estas variáveis são na realidade, reflexo da inserção de uma população na estrutura social de produção, estes resultados já são esperados. Assim, crianças provenientes de famílias de baixa renda apresentam maior frequência de déficit estatural (6,8).

Entre as variáveis sócio-econômicas estudadas, observamos importante associação inversa entre escolaridade da mãe (RP=0,20, IC 95%:0,04/0,94) e o déficit em estatura/idade.

Este tipo de associação já foi constatado em outros estudos (22,23), sendo que o argumento frequentemente utilizado diz respeito a uma melhor qualidade no cuidado infantil prestado pelas mães de maior escolaridade, incluindo desde uma maior preocupação com aspectos relacionados a higiene, seja pessoal ou dos alimentos, assim como uma maior atenção acerca de questões de saúde, como por exemplo, a imunização e a monitorização do crescimento físico. No presente estudo, filhos de mães com 3º grau completo apresentaram quase 80% menos déficit de estatura/idade quando comparados a filhos de mães sem escolaridade.

Não observou-se associação significativa da variável ocupação materna com o déficit em estatura. Esta ausência de associação também foi verificada no estudo desenvolvido por Engle (22) com crianças guatemaltecas. Por outro lado, alguns estudos (24,25) evidenciaram relação entre trabalho materno e déficit em estatura. Quanto a ocupação paterna, verificou-se um risco ligeiramente aumentado quando comparados filhos de pais desempregados com aqueles cuja ocupação inseria-se na categoria profissional. Relação semelhante foi observada no estudo conduzido por Rona & Chinn (26).

Em relação ao peso ao nascer, esta variável não constituiu-se em fator determinante para a baixa estatura/idade nesta amostra, o que está em desacordo com alguns estudos da literatura (24,25,27). Verificou-se, no entanto, uma importante associação do peso ao nascer com o indicador peso/idade.

Com relação a presença de diarreia nos últimos 15 dias anteriores a pesquisa, acredita-se que o pequeno risco evidenciado (RP=1,29, IC 95%:1,01/1,65) deva-se ao caráter agudo deste tipo de evento, na medida que a relação entre diarreia e baixo peso/idade foi bem mais importante. Os dados reportados por Mata (28) demonstraram que a cada episódio de diarreia segue-se uma completa paralisação do crescimento linear, o que leva a aumentos nas diferenças da estatura atingida em relação aos valores da referência. Considerando-se que a cada episódio de diarreia ocorre uma redução aguda de peso, logo recuperada, pode-se estabelecer uma analogia direta com as observações feitas em relação a recuperação de crianças com baixos valores de peso/idade (desnutrição severa). Desta forma, segundo o autor, existem evidências de que repetidos episódios de diarreia podem levar a déficits no crescimento linear.

Em nosso estudo, entre as múltiplas variáveis potencialmente explicativas para a baixa estatura/idade, apenas a idade da criança, a escolaridade materna e os serviços de higiene intra domiciliares, mantiveram-se estatisticamente associadas dentro do modelo multivariado. Os resultados reportados por Desai & Alva (29) baseados em dados de 22 estudos realizados em países em desenvolvimento demonstraram que déficits de estatura para idade estavam fortemente associados à educação materna. Entre os diversos países latino-americanos analisados, o coeficiente para educação materna foi positivo e estatisticamente significativo para a Guatemala, República Dominicana, Colômbia, Brasil e Bolívia. A introdução de

variáveis sócio-econômicas (escolaridade do marido e água e esgoto conectado à rede) no modelo atenuou os valores dos coeficientes e quando procedeu-se o controle para área de residência, a educação materna permaneceu estatisticamente associada à deficits de estatura para idade apenas para a Bolívia, Colômbia e Guatemala.

Na medida que a idade constitui-se em fator biológico com limitada possibilidade de intervenção, é mister que esforços sejam feitos na tentativa de melhorar e ampliar a qualidade da educação, já que a escolaridade materna constituiu-se em fator de proteção para a baixa estatura/idade. É fundamental ainda, que as condições de higiene sofram melhorias, como forma de diminuir a prevalência de baixa estatura/idade.

Desta forma, do ponto de vista concreto de intervenções, uma interessante possibilidade seria a efetiva implementação do Sistema de Vigilância Nutricional enfocando prioritariamente, o grupo de crianças menores de 5 anos, rompendo com o exemplo da grande maioria dos países latino-americanos, onde o sistema funciona de forma burocrática e pouco eficaz (30). Esta estratégia, é no entanto demorada no que diz respeito a seus resultados, de forma que uma outra possibilidade são os programas de renda mínima, que garantem à cada família que mantenha todas as crianças na escola, um salário mínimo mensal. Quanto a educação materna, é fundamental que esforços sejam envidados, no sentido de estimular as mães de baixa escolaridade a retornarem à escola, ou mesmo iniciar os estudos, utilizando para tal, programas educacionais voltados para adultos, sobretudo de baixa renda (31). Em relação as condições de higiene, programas governamentais de saneamento se fazem urgentes, no entanto, face ao reduzido investimento social na última década, esta se constitui em possibilidade de mais difícil operacionalização. Por último, são necessários investimentos na área de saúde, aumentando, por exemplo, o reduzido número de unidades básicas de saúde na região da Amazônia Peruana, em especial em Iquitos e Punchana, bem como estimulando a prática do aleitamento materno e a educação em saúde.

Cabe ressaltar por fim, que no que tange as causas da baixa estatura/idade, até hoje não foi possível identificar um fator único responsável pela inibição do crescimento linear, mas acredita-se em uma combinação de fatores que incluem hábitos dietéticos desfavoráveis e outras condições ambientais que ocorrem de forma diferenciada entre as diversas populações. Desta forma, conclui-se que a totalidade das variáveis explicativas sugeridas até o momento pela literatura, são na realidade, proxis para causas desconhecidas, o que implica a necessidade de estudos mais complexos sobre os determinantes da baixa estatura/idade.

REFERÊNCIAS

1. Waterlow JC. Observations of the natural history of stunting. In: Waterlow JC editor. Linear growth retardation in less developed countries. New York: Raven Press, 1988:1-16.
2. Jelliffe DB, Jelliffe EF. Community nutritional assessment with special reference to less developed countries. Oxford: Oxford University Press, 1989.
3. Gibson R. The principles of nutritional assessment. Oxford: Oxford University Press, 1990.
4. World Health Organization Expert Committee. Physical Status: the use and interpretation of anthropometry. [Technical Report Series 854], Geneva, 1995.
5. Gorstein J, Sullivan K, Yip R, de Onis M, Trowbridge F, Fajans P, et al. Issues in the assessment of nutritional status using anthropometry. Bulletin of the World Health Organization 1994;72: 273-283.
6. Martorell R, Habicht JP. Growth in early childhood in developing countries. In: Tanner JM, Falkner F, editors. Human growth: a comprehensive treatise. Volume 3, Methodology, ecological and genetic effects on growth. New York, London: Plenum Press, 1986:241-262.
7. Keller W. The epidemiology of stunting. In: Waterlow JC editor. Linear growth retardation in less developed countries. New York: Raven Press, 1988:17-39.
8. Eveleth PH, Tanner JM. Worldwide variation in human growth. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.
9. de Onis M, Monteiro CM, Akre J, Clugston G. The worldwide magnitude of protein-energy malnutrition: an overview from the WHO global database on child growth. Bulletin of the World Health Organization 1993;71:713-12.
10. Benavente L, Benavente M, Campos M, 1986. Estado nutricional en menores de 6 años en el Peru Informe Exploratorio N° 2 ANNSA-PERU. Análisis del Sector Salud (Informe).
11. Instituto Nacional de Estadística y Ministerio de Salud Pública. Encuesta Nacional de Nutrición y Salud (ENNSA). Informe General, 1986.
12. Velásquez G, Benavente L, Casanova W. Crecimiento e estado nutricional de pre-escolares residentes na região Amazônica do Perú. Revista Brasileira de Crescimento e Desenvolvimento Humano 1993;3:39-49.
13. Lohman TG, Roche AF, Martorell R. Anthropometric Standardization Reference Manual. Champaign, Illinois: Human Kinetics, 1988.
14. Hamill PVV, Drizd TA, Jhonson CL, Reed RB, Roche AF, Moore WM. Physical growth: national center for health and statistics percentiles. American J Clin Nutr 1979;32:607-629.
15. Dean AG, Dean JA, Burton AH, Dicker RC. Epi Info, Version 6.02: a world processing, database, and statistics program for epidemiology on micro-computers. Center for Disease Control: Atlanta, Georgia, 1995.
16. Campos FE, Franco EL. Microcomputer program for multiple regression by conditional and unconditional likelihood methods. American Journal of Epidemiology 1989;129:439-44.
17. Goldstein H. Factors influencing the height of seven years old children results from the national child development study. Human Biology 1971;43:92-111.
18. Victora CG. The association between Wasting and Stunting: an international perspective. J Nutr 1992;122:1105-1110.
19. Dibley MJ, Goldsby JB, Staehling N, Trowbridge FL. Development of normalized curves for the international growth reference: historical and technical considerations. American J Clin Nutr 1987;46:736-748.
20. Dibley MJ, Goldsby JB, Nieburg P, Trowbridge FL. Interpretation of Z-score anthropometric indicators derived

- from the international growth reference. *Amer J Clin Nutr* 1987;46:749-762.
21. Ashworth A. Growth rates in children recovering from protein-calorie malnutrition. *Brit J Nutr* 1969;23:835-845.
 22. Engle PL. Maternal work and child care strategies in peri-urban Guatemala: nutritional effects. *Child Development* 1991;62:954-965.
 23. Bobák M, Bohumir K, Leon DA, Danová J, Marmot M. Socioeconomic factors on height of preschool children in the Czech republic. *Amer J Pub Health* 1994;84:1167-1170.
 24. Guilliford MC, Chinn S, Rona RJ. Social environment and height: England and Scotland 1987 and 1988. *Archives of Disease in Childhood* 1991;66:235-240.
 25. Olinto MTA, Victora CG, Barros FC, Tomasi E. Determinantes da desnutrição infantil em uma população de baixa renda: um modelo hierarquizado. *Cadernos de Saúde Pública* 1993;9 suppl 1:14-27.
 26. Rona RJ, Chinn S. Father's unemployments and height of primary school children in Britain. *Annals of Human Biology* 1991;18:441-48.
 27. Jhonson FC, Rogers BL. Children's nutritional status in female-headed households in the Dominican Republic. *Social Science Medicine* 1993;37:1293-1301.
 28. Mata L. Environmental factors affecting nutrition and growth. In: Gracey M, Falkner F, editors. *Nutritional needs and assessment of normal growth*. New York: Raven Press, 1985:165-182.
 29. Desai S, Alva S. Maternal education and child health: is there a strong causal relationship? *Demography* 1998;35:71-81.
 30. Castro IRR. *Vigilância alimentar e nutricional limites e interfaces com a rede de Saúde*. Rio de Janeiro: Editora Fundação Oswaldo Cruz, 1995.
 31. Schultz TP. Returns to Women's Education. In: *Womens's Education in Developing Countries: Barriers, Benefits and Policies*. In: King E and Hill MA. Baltimore: The Jhon Hopkins University Press, 1993:51-99.

Recibido:22-05-1998

Aceptado:25-03-1999

Determinación de la composición químico-proximal y la formulación de un producto tipo gel jibia (*Dosidicus gigas*)

Lilian Abugoch J., Abel Guarda M., Luz María Pérez R., M. Paulina Paredes G.

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

RESUMEN. Se realizó un estudio de la carne del manto de jibia (*Dosidicus gigas*), cefalópodo que habita casi la totalidad de la costa chilena. Se determinó la caracterización químico-proximal, determinándose que la jibia presenta buenas características nutricionales, por el alto contenido de proteínas y bajo contenido de grasa. Los resultados de la caracterización química fueron los siguientes: Calorías/100 g de carne: 70. (por cálculo); humedad: $82.23 \pm 0.98\%$; proteínas: $15.32 \pm 0.93\%$; cenizas: $1.31 \pm 0.12\%$; grasa: $0.87 \pm 0.18\%$; E.N.N.: 0.27% (por diferencia). Por otra parte, se elaboró un producto tipo gel con carne de jibia, en estudios previos se definió el contenido de NaCl y tripolifosfato de sodio, además de otros aditivos que confieren características de gel. Finalmente se seleccionaron formulaciones que contenían carragenina, alginato de sodio y albúmina de huevo, cada una en tres concentraciones diferentes. A estas formulaciones se les midió la fuerza de gel. Los valores más altos de fuerza de gel, se obtuvieron con la adición de albúmina de huevo, seguida de carragenina y de alginato que dio baja fuerza de gel, los resultados indicaron que la carne de jibia, no presentó buenas propiedades de gelificación.

Palabras clave: Jibia, producto tipo gel, composición química.

SUMMARY. Determination of proximal chemical composition of squid (*Dosidicus gigas*) and development of a gel product. The good nutritional properties of meat from big squid (*Dosidicus gigas*) living on the Chilean coast, was determined through its proximal composition 70 cal/100g fresh meat; $82.23 \pm 0.98\%$ moisture; $15.32 \pm 0.93\%$ protein; $1.31 \pm 0.12\%$ ashes; $0.87 \pm 0.18\%$ fat and 0.27% NNE (non-nitrogen extract). The big squid meat was used to develop a gel product which contained NaCl and TPP. It was necessary to use additives for gel preparation, such as carragenin or alginate or egg albumin, due to the lack of gelation properties of squid meat. Formulations containing egg albumin showed the highest gel force measured by penetration as compared to those that contained carragenin or alginate.

Key words: Squid, gel product, chemical composition.

INTRODUCCION

Los recursos marinos tienen gran importancia como fuente de alimentación para el ser humano, sobre todo en Chile, debido a su gran extensión costera y la cercanía entre los puntos de extracción y centros de industrialización.

Existen muchas especies que no son utilizadas masivamente en la industria de alimentos. Este es el caso de los cefalópodos, como la jibia, que se presentan con potencial para la elaboración de productos que sean por una parte atractivos para los consumidores, incentivando el consumo de alimentos de origen marino; y por otra parte, una alternativa rentable para la industria, aprovechando la similitud que tiene con el loco (*Conchalepas conchalepas*), un molusco muy apetecido por el tipo de carne, para la comercialización de productos que pudiesen abarcar tanto el mercado interno como el externo, como ha sido para algunos países la elaboración de surimi y kamaboko (1,2).

Bajo esta perspectiva, la jibia (*Dosidicus gigas*) podría ser una buena alternativa para la elaboración de productos reestructurados, que consisten principalmente en la formación de un gel de matriz continua, el que con la ayuda de proteínas no musculares de distinto origen, gomas, celulosa y aditivos como colorantes, saborizantes, aceites, fosfatos y emulsificantes entre otros, permiten obtener productos con características acordes a las exigencias del mercado actual (3).

La jibia (*Dosidicus gigas*) es un recurso hidrobiológico distribuido a lo largo de la costa del Pacífico desde los 36° de latitud al norte, a los 26° al sur y bajo los 125° al este, en relación a la profundidad, habita entre la superficie y los 500 m bajo ésta. Clasificado como un molusco (4,5). Este molusco posee un manto cilíndrico, aletas terminales y su cabeza ancha; cuenta con 60 a 200 pares de ventosas, el largo común es de 50 a 80 cm con un peso de 2 a 3 kg, los individuos de mayor tamaño se han encontrado en Chile (6).

En relación a la disponibilidad de este cefalópodo, en 1983

México contaba con una pesquería comercial y exportaba cerca de 200 Ton de jibia congelada a EEUU (4). En Chile, el desembarque registrado es desde 1991 y hasta 1994 (7) ha oscilado entre 900 a 4000 Ton. El destino principal de la jibia chilena se ha destinado a exportación como congelado.

Los objetivos de este trabajo fueron: caracterizar la composición químico proximal de la carne de jibia (*Dosidicus gigas*), contenido de humedad, proteínas, grasas, cenizas e hidratos de carbono y elaborar un producto tipo gel en base a jibia.

METODOS

Materia Prima

La materia prima utilizada fue jibia chilena (*Dosidicus gigas*), se utilizó manto de jibia congelado a 25°C mantenida 6 meses, proveniente de la V Región San Antonio.

Análisis proximal

Se analizaron 6 muestras, la materia prima previo al análisis fue tratada de la siguiente manera:

Se descongeló la carne por un período de 16 h a temperaturas entre 2 a 4°C. Posteriormente la materia prima se homogeneizó en una picadora a 13.000 rpm, el homogeneizado se almacenó en un envase cerrado en refrigeración hasta su análisis.

Contenido de humedad: Esta determinación se realizó en cuadruplicado siguiendo la técnica descrita por la NCh 1370/II. Of 77 (8). Se secó en estufa a $103 \pm 2^\circ\text{C}$ hasta peso constante.

Contenido de cenizas: La determinación se realizó en cuadruplicado siguiendo la técnica descrita por NCh 1370/I Of 77 (9) calcinando la muestra en mufla a 550-600°C hasta la obtención de cenizas blancas.

Contenido de proteínas: La determinación se realizó en triplicado. La técnica utilizada se basa en el método de Kjeldhal para la determinación del contenido de nitrógeno total presente en la carne de jibia, según la NCh 1370/V. Of 78 (10). Para la conversión del nitrógeno total en proteína se utilizó el factor 6,25, que es el valor recomendado para carnes, pescado y derivados (11).

Determinación del contenido de grasa: La determinación se realizó en duplicado. El método utilizado se basa en la extracción en frío del material graso con cloroformo y metanol, según el método de Bligh y Dyer (11).

Determinación del contenido de extracto no nitrogenado (E.N.N.): El porcentaje de extracto no nitrogenado de la carne de jibia fue determinado por diferencia entre 100 y el contenido promedio por muestra de humedad, cenizas, proteína y grasa.

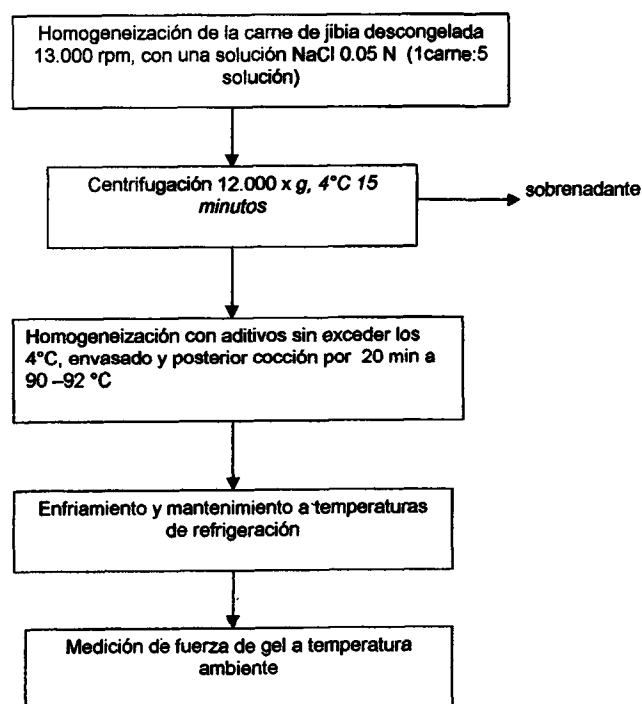
Elaboración de la matriz proteica de jibia tipo gel: Se siguió el esquema de la Figura 1.

Aditivos utilizados para la elaboración de la matriz proteica
De Prinal: Tripolifosfato de sodio (TPP), Caseinato de

Sodio # 11037, de Cramer: Aislado de Soya SAMPROSOY MP 90, Carragenina FF 489 B (formulación para elaboración de surimi y kamaboko), saborizante Abalón, de Hercules Incorporated: CMC 7HOXF, de Cesalpinia Spa: Goma Guar; de Quimatic: Carragenina Genugel MB 73C; de Comercial Premium Ltda.: Albúmina en polvo; de Grindsted: Solbag FD 176 (Alginato de Sodio); de Química Anglo Chilena: Dióxido de Titanio; otros: productos comerciales: NaCl, gelatina, almidón de papa.

FIGURA 1

Diagrama de elaboración de un producto en base a jibia (*Dosidicus gigas*) tipo gel



Determinación de la fuerza de gel de los productos elaborados

La fuerza de gel de los productos se determinó basándose en la técnica descrita por Suzuki (12), con la utilización de un reómetro RHEO-TEX mod. ST-305. La muestra se cortó en trozos de 2,5 cm de largo, fue comprimida por un vástago terminado en una esfera de 2,5 mm de diámetro. La fuerza de gel se definió como el producto de $F \times L$ en gcm, donde F es la fuerza aplicada en gramos para la ruptura del gel y L es la profundidad de penetración en cm antes de destruir el gel.

Análisis estadístico de los resultados

Se determinó la media, desviación estándar y coeficiente de variación, dentro de cada parámetro en estudio.

RESULTADOS Y DISCUSION

Análisis proximal

El análisis proximal se realizó sobre manto de carne de jibia, la Tabla 1 muestra los valores promedio entre las repeticiones para cada una de las 6 muestras analizadas, además del promedio para cada parámetro, con su desviación estándar y coeficiente de variabilidad (CV).

De la Tabla 1 se puede observar para la jibia, el alto contenido de proteínas y bajo contenido de grasas, característica de mucha importancia desde el punto de vista nutricional.

Los resultados de la Tabla 1 muestran que los CV son bastante bajos en las repeticiones para todos los parámetros estudiados, excepto para grasa. El CV que se observa en la grasa se puede deber por una parte, al hecho de que la materia grasa de jibia es bastante fácil de emulsificar, lo que en algunas

ocasiones dificultó la extracción del solvente (cloroformo), obligando a realizar filtrados sucesivos que pueden explicar las diferencias observadas entre las repeticiones. Si bien es cierto que la técnica de Blight y Dyer (11) está destinada principalmente a extraer material graso para ser analizado posteriormente, la muestra se ajustaba bien para la aplicación del método, por el alto contenido de humedad y por el hecho de tratarse de una muestra con bajo contenido de grasa. En ensayos preliminares se aplicó una metodología que implicaba una digestión ácida, y una posterior extracción del material graso con mezclas de éter de petróleo y etílico. Esta técnica no permitió detectar el contenido de material graso presente en la muestra, debido a que fue imposible que la separación de las fases se realizara completamente, incluso manteniendo la mezcla en reposo por 12 a 14 horas.

TABLA 1
Composición química proximal de carne de jibia (*Dosidicus gigas*)

	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5	Muestra 6	Promedio general
Humedad	83.34±0.05	81.81±0.04	83.14±0.04	82.67±0.03	81.62±0.06	80.81±0.11	82.23±0.98
CV(%)	0.06	0.05	0.05	0.04	0.07	0.14	1.19
Proteínas	14.79±0.04	15.75±0.15	13.97±0.11	14.88±0.05	16.05±0.05	16.48±0.16	15.32±0.93
CV(%)	0.27	0.95	0.80	0.37	0.30	0.96	6.10
Cenizas	1.12±0.02	1.27±0.005	1.26±0.02	1.40±0.01	1.41±0.03	1.42±0.01	1.31±0.12
CV(%)	1.39	0.39	1.41	0.60	2.21	0.88	9.03
Grasas	0.66*	1.13±0.12	0.92±0.33	0.77±0.13	0.73±0.03	1.01±0.14	0.87±0.18
CV(%)		13.68	36.11	16.93	4.36	13.96	20.78
E.N.N.**	0.09	0.04	0.71	0.28	0.19	0.28	0.27

*: Se realizó sólo una repetición.

** : Cálculo por diferencia

CV: coeficiente de variabilidad

En relación a la composición promedio, los valores obtenidos presentan CV algo superiores a los detectado en las repeticiones dentro de las muestras. Para conocer si los valores entre las muestras diferían significativamente entre sí se realizó un análisis de varianza) y las diferencias detectadas en la composición de las diferentes muestras puede atribuirse a que es posible que los trozos provinieran de distintas zonas del manto, de especímenes en diferentes etapas de madurez y sexo; dieta. Se ha encontrado que los individuos pequeños se alimentan principalmente de crustáceos, los de tamaño medio, de peces y los grandes, de calamares, incluyendo la misma especie (5).

No existen datos en literatura sobre la composición química proximal de la jibia, sólo existe información de otros cefalópodos, y sobre especies que presentan características organolépticas de textura, color y sabor parecidas a la jibia (2). Esta comparación se encuentra en la Tabla 2, donde se incluye la carne de vacuno por ser la más consumida.

Según los datos de la Tabla 2, se puede apreciar en general,

que tanto la composición de la jibia como la de los moluscos con los que es comparada, se caracterizan por el alto contenido proteico y por tener un bajo porcentaje de grasa, característica muy habitual en músculo de animales de origen marino. En el caso particular de cefalópodos, como son la jibia, calamares y pulpo, las características en común, además de las antes mencionadas, son el alto contenido de humedad y bajo contenido de extracto no nitrogenado.

En relación a la comparación de la carne de jibia con la carne de vacuno, esta última posee un mayor contenido graso, de extracto no nitrogenado y proteico, además aporta una mayor cantidad de calorías.

Elaboración de un producto gelificado

Estudios preliminares

Las formulaciones estudiadas en forma preliminar fueron las que se muestran en la Tabla 3.

Para la elaboración de la matriz gelificada se comenzó por

estudiar el comportamiento de la carne de jibia lavada con una solución de NaCl de baja fuerza iónica (0.05), tal como se realiza para la elaboración de surimi (3), este lavado permite extraer grasa y material indeseable como enzimas, sangre, pigmentos y sustancias con aroma, además de aumentar la concentración de proteínas miofibrilares, que son las que otorgan fuerza de gel y elasticidad a los productos elaborados

en base a surimi (12,17,18). La jibia no mostró un comportamiento apropiado frente a este procedimiento, ya que incrementó notoriamente su contenido de agua, alcanzando un valor de humedad de 92%. Este alto contenido de agua disminuye la capacidad de formación de gel, característica que es óptima a niveles de alrededor de 73% de humedad para el músculo de algunos pescados (19,20).

TABLA 2
Comparación de composición química proximal entre jibia (*Dosidicus giga*) y otras especies

Especie	Cal/100g	Humedad	Proteínas	Cenizas	Grasas	E.N.N.	Ref.
Jibia							
<i>Dosidicus gigas</i>	70.19*	82.23	15.32	1.31	0.87	0.27	Este trabajo
Calamar							
<i>Loligo pelai</i>	73.8	82.3	14.94	1.2	1.56	0	13
Calamar							
<i>Illex illecebrosus</i>	77.7	81.12	16.05	1.33	1.5	0	13
Calamar							
<i>Loligoidae</i> y							
<i>Omnastrepidae</i>	87.06	78.55	15.58	1.41	1.38	3.08	14
Pulpo							
<i>Octopus vulgaris</i>	77.8	80.25	14.91	1.6	1.04	2.2	15
Loco							
<i>Conchalepas conchalepas</i>	113.3	71.1	21.7	1.2	0.5	5.5	15
Abalón							
<i>Haliotis spp</i>	99.28	74.56	17.1	1.57	0.76	6.01	14
Filete de vacuno	129	72.7	21.2	1.1	3.9	1.1	15

*: Las calorías fueron calculadas con los siguientes factores: Proteína: 4; Grasa: 9; E.N.N.: 4 (16).

Los productos F1*, F2*, F3* y F4*, no presentaron apariencia de gel, que es la que se buscaba, presentando una apariencia pastosa, pérdida de agua después de la cocción.

Todos los productos elaborados con proteína lavada presentaron pequeñas burbujas de aire, que influyen negativamente la formación de gel, ya que la estructura debe ser continua para que presente esta características, esta formación de burbujas de aire se debió probablemente a desnaturación de proteínas (21).

Las formulaciones F5, F6, F7 y F8 se realizaron con carne de jibia descongelada sin lavar, los resultados en general fueron semejantes a los de las formulaciones F1*, F2*, F3* y F4*. Sin embargo es importante hacer notar que se observó una disminución en la cantidad de agua perdida después del tratamiento térmico, debido a la incorporación de TPP (22-24).

La formulación F9, que se elaboró con carne descongelada, el producto obtenido con esta formulación presentó apariencia de gel débil y la formulación F10 incluyó goma guar como aditivo gelificante, dio como resultado un producto muy blando, que no tuvo la apariencia de gel.

TABLA 3
Formulaciones preliminares en base a carne de manto de jibia (*Dosidicus gigas*)

Formulación	F-1*	F-2*	F-3*	F-4*	F-5	F-6	F-7	F-8	F-9	F-10
% Carne	90	93	93	92	90	93	93	92	96	96
% Aislado de soja	2	2	2	-	2	2	2	-	-	-
% Almidón de papa	5	-	-	-	5	-	-	-	-	-
% Caseinato de Ca	-	2	-	-	-	2	-	-	-	-
% CMC	-	-	2	-	-	-	2	-	-	-
% Carragenina	-	-	-	5	-	-	-	5	-	-
% Gelatina	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
% Goma Guar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
% NaCl	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
TPP	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Saborizante										
Abalón**	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
TiO ₂ ***	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

*: Formulaciones con carne de jibia lavada con baja fuerza iónica (I=0.05).

** Saborizante abalón: 1 gota/100 g de producto

*** TiO₂: 0.12 mg/100 g de producto.

+: indica que el aditivo fue incorporado.

-. indica que el aditivo no fue incorporado.

Las formulaciones con carne descongelada dieron mejores resultados que las realizadas a partir de carne de jibia lavada, sin embargo, los resultados no fueron los esperados, ya que en la mayoría de los productos no se logró desarrollo de geles, de esta forma, luego de realizadas todas las formulaciones preliminares, se decidió trabajar con la carne de jibia congelada, realizando la homogeneización sin aumentar la temperatura por sobre los 4°C, siguiendo lo recomendado por Torley y cols. (25).

Por otra parte, se redujo la cantidad de sal, fijando una concentración de 0.8%, concentración levemente superior a lo recomendado por Mandigo (24) y Whiting (23).

Formulaciones finales de jibia, tipo gel

Para la elaboración de las formulaciones finales se decidió mantener constante la concentración de TPP (0.2%) y de NaCl (0.8%), mientras que fueron evaluados 3 aditivos gelificantes a 3 concentraciones distintas de albúmina, carragenina y alginato de sodio, las que variaron en función de la carne utilizada. Posteriormente estas matrices fueron evaluadas midiendo su fuerza de gel.

Las formulaciones finales se muestran en la Tabla 4, así como también los resultados promedio de fuerza de gel para cada una de ellas.

TABLA 4
Formulaciones finales de productos tipo gel de jibia y su fuerza de gel

Formulaciones	
Muestra 1: Fuerza de gel: 145.33±12.72 g.cm Carne: 98.5% Sal 0.8% TPP:0.2% Carragenina: 0.5%	Muestra 2: Fuerza de gel: 108.6±4.84 g.cm Carne: 98% Sal 0.8% TPP:0.2% Carragenina: 1%
Muestra 3: Fuerza de gel: 148.6±3.38 g.cm Carne: 97.5% Sal 0.8% TPP:0.2% Carragenina: 1.5%	Muestra 4: Fuerza de gel: No se formó gel. Carne: 98% Sal 0.8% TPP:0.2% Alginato: 1%
Muestra 5: Fuerza de gel: 87.74±4.47 g.cm Carne: 97% Sal 0.8% TPP:0.2% Alginato: 2%	Muestra 6: Fuerza de gel: 87.05±5.64 g.cm Carne: 96% Sal 0.8% TPP:0.2% Alginato: 3%
Muestra 7: Fuerza de gel: 156.26±13.98 g.cm Carne: 98% Sal 0.8% TPP:0.2% Albúmina: 1%	Muestra 8: Fuerza de gel: 101.86±8.87 g.cm Carne: 97% Sal 0.8% TPP:0.2% Albúmina: 2%
Muestra 9: Fuerza de gel: 153.21±14.98 g.cm Carne: 96% Sal 0.8% TPP:0.2% Albúmina: 3%	

De la Tabla 4 se puede observar que en todas las formulaciones se obtuvieron consistencia de gel aún cuando éstas variaron de acuerdo al aditivo utilizado, siendo la muestras N° 7 y 8 las que presentaron la mayor fuerza de gel, con la albúmina de huevo, seguido por la carragenina y finalmente por el alginato.

Los valores de fuerza de gel obtenidos, no son comparables con los valores de surimi que fluctúan entre valores de 400 a 1000 g.cm de acuerdo a la especie de pescado utilizada a diferencia del producto elaborado en base a jibia que fue de 160 g.cm (26).

La gelificación con albúmina depende de la temperatura, ya que sobre los 85°C da buenos resultados, sin presentarse este efecto bajo los 70°C (27), por otra parte con alginatos también se obtienen geles térmicamente irreversibles especialmente en presencia de cationes bivalentes (23,28), por lo que se recomienda utilizar alginato de calcio o adicionar este catión para estudios posteriores.

El prolongado período de congelación provoca desnaturalación proteica, lo que disminuye la solubilidad de las proteínas miofibrilares, y por lo tanto, produce una disminución de las propiedades funcionales, dentro de las que se encuentra la fuerza de gel (12,29,30).

CONCLUSIONES

La carne de manto de jibia posee un elevado contenido proteico y un bajo contenido en grasas, características de mucha importancia desde el punto de vista nutritivo. Además el aporte calórico que entregan 100 g de jibia es de 70.19 Cal, valor que en comparación con carne de vacuno es más bajo.

El lavado de carne de jibia con soluciones de baja fuerza iónica no es una alternativa que favorezca la formación de gel en la elaboración de una matriz proteica, debido al alto contenido de agua que se alcanza con este procedimiento.

La elaboración de una matriz gelificada a partir de carne de jibia fue posible utilizando esta carne en estado congelado; mediante la utilización de carragenina, alginato de sodio y albúmina de huevo. Se recomienda estudiar el comportamiento de la carne de jibia fresca para la elaboración de matrices reestructuradas con características de gel, además de estudios sobre refuncionalización de proteína de jibia, como una alternativa para la formulación de productos reestructurados a partir de este molusco cuando se encuentra almacenado a bajas temperaturas por largos períodos de tiempo.

REFERENCIAS

1. CCI.»El Calamar, la Jibia y el Pulpo: Estudio del Mercado Mundial de Cefalópodos. FAO. Ginebra. 1989.
2. Kreuzer R. «Cephalopods Handling, Processing and Products» FAO. Roma. 1984;pág. 58.
3. Lee CM.»Surimi Process Technology» Food Technology 1984;38(11): 69-80.

4. Guerra A y Pérez-Gándaras G. «Las pesquerías mundiales de cefalópodos: Situación actual y perspectivas» Instituto de Investigaciones Pesqueras, Barcelona, España. 1983;58,115-117.
5. Caddy JF. «Advances in assessment of world cephalopod resources» FAO, Roma. pág. 1983;307- 308.
6. Roper C, Sweeney M y Nauen C. «FAO Species Catalogue Vol. 3: Cephalopods of the World. An Annotated and Illustrated Catalogue of Interest to Fisheries» FAO Fish Sinop. 1984;3:181-183.
7. SERNAP. «Anuario Estadístico de Pesca. 1993» Ministerio de Economía. Santiago. Chile. 1995.
8. I.N.N. NCh 1370/II. Of 77. «Carne y Productos Cárneos. Métodos de Ensayo. Parte II, Determinación del contenido de humedad». 1977a.
9. I.N.N. NCh 1370/I. Of 77. «Carne y Productos Cárneos. Métodos de Ensayo. Parte I, Determinación de cenizas». 1977b.
10. I.N.N. NCh 1370 /V. Of 78. «Carne y Productos Cárneos. Métodos de Ensayo. Parte V, Determinación del contenido de nitrógeno». 1978
11. Schmidt-Hebbel H. «Ciencia y Tecnología de los Alimentos». Alfabetá impresores. 1981;pp 24, 31.
12. Suzuki T. «Tecnología de Productos de Pescado y Krill». Editorial Acribia S.A. Zaragoza. España. 1987.
13. Krzynowek J, D'Entremont D. y Murphy J. «Proximate composition and fatty acid and cholesterol content of squid, *Loligo pelai and Illex illecebrous*», J Food Sci., 1989;54: 45-48.
14. Handbook US Department Agriculture. «Composition of Food Finfish and Shellfish Products». N°8-15. 1987.
15. Schmidt-Hebbel H, Pennacchiotti I, Masson L y Mella MA. «Tabla de Composición Química de los Alimentos Chilenos», Octava Edición, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. Departamento de Ciencia de los Alimentos y Tecnología Química. Universidad de Chile. Santiago. Chile. 1990.
16. Tagle, M.A. «Nutrición» 2ª Edición. Editorial Andrés Bello. Santiago. Chile. 1980;7,19.
17. Babbit J. «Suitability of seafood species as raw materials». Food Technology. 1986;40 (3):97-100,134.
18. Pacheco-Aguilar R, Crawford DL y Lampila LE. «Procedures for the efficient washing of minced whiting (*Merluccius productus*) Flesh for Surimi Production» J Food Sci. 1989;54: 248-252.
19. Kudo G, Okada M y Miyauchi D. «Gel-forming capacity of washed and unwashed flesh of some Pacific Coast species of fish», Marine Fisheries Review 1973;35:10-15.
20. Roussel H y Cheftel JC. «Mechanism of gelation of sardine proteins: influence of thermal processing and of various additives on the texture and protein solubility of kamaboko gels», International Journal Food Sci Technology 1990;25: 260-280.
21. Aguilera JM y Stanley DW. «Microstructural principles of Food Processing and Engineering» Elsevier Sci. Publishing Co., Inc. USA, 1990;82-85.
22. Lee CM, Wu M y Okada M. «Ingredient and formulation technology for Surimi-Based Products». En Surimi Technology. Ed por Lanier T. y Lee C.M., Marcel Dekker, INC. N.Y. USA., 1992;273-302.
23. Whiting RC. «Ingredients and processing factors that control Muscle Proteins Functionality» Food Tech 1988;42(4):104-114.
24. Mandigo R. «Restructuring of muscle foods» Food Tech, 1986;40 (3): 85-90.
25. Torley PJ, Young OA y Meyer-Rochow VW. «Salt-Induced, low temperature setting of Antarctic fish muscle proteins» J Food Sci., 1991;56: 251-252.
26. Borderías J y Tejada M. El Surimi. Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos 1987;27:1-14.
27. Foegeding E, Dayton W y Allen C. «Interaction of myosin-albumin and myosin- fibrinogen to form protein gels», J Food Sci., 1986;51:109-112.
28. Lanier TC. «Functional Properties of Surimi», Food Technology, 40 1986;(3):107-114,124.
29. Konno K y Fukazawa C. «Autolysis of squid mantle muscle protein as affected by storage conditions and inhibitors» J Food Sci. 1993;58:1198-1202.
30. Montero MP y Borderías J. «Alteraciones de las proteínas de pescado. Control de Calidad.» Revista Alimentos 1988;13: 43-52.

Recibido:11-11-1998

Aceptado:25-03-1999

Comportamiento de variedades de arroz en la elaboración de pan sin gluten

Roberto Luis Torres, Rolando José González, Hugo Diego Sánchez, Carlos Alberto Osella, María Adela G. de la Torre

Instituto de Tecnología de Alimentos - Facultad de Ingeniería Química.
Universidad Nacional del Litoral. Santa Fe, Argentina

RESUMEN. El presente trabajo tiene como objetivo evaluar el comportamiento tecnológico de siete genotipos de arroz, utilizando un ensayo de panificación para pan sin gluten, determinando a su vez el grado de importancia que tienen el tamaño de partícula y algunas de sus propiedades fisicoquímicas sobre las características del producto elaborado. Se realizó la caracterización fisicoquímica (amilosa total, amilosa insoluble, absorción de agua, cocción en amilógrafo, etc.) de las siete variedades de arroz buscando el grado de diferenciación entre ellas y la posible relación de estas propiedades con el comportamiento tecnológico en la elaboración de pan sin gluten. Los genotipos Rico y H-144-7 son los que dieron los mejores resultados en los ensayos de panificación, mientras que las variedades Waxy resultaron muy deficientes en esas evaluaciones. A su vez se destaca la existencia de una vinculación entre la absorción de agua y el contenido de amilosa insoluble con la evaluación organoléptica del pan sin gluten.

Palabras clave: Arroz, panificación, celiacos.

SUMMARY. Performance of rice varieties in making bread without gluten. The objective of this work was the evaluation of the technological behavior of seven rice genotypes, using a baking test for bread without gluten, and taking account the influence of particle size and physicochemical properties of the rice on the technological aptitude to produce the bread. Total and insoluble amylose content and hydration were used to make its relationship with bread quality. The genotypes Rico and H-144-7 have contributed to give the best results at baking test while waxy rices gave the lower quality bread. Also we emphasize that a certain relationships can be assumed between hydration and insoluble amylose content with the organoleptic evaluation of breads.

Key words: Rice, baking, coeliac.

INTRODUCCION

Los productos especiales tales como panes libres de gluten generalmente no tienen la calidad sensorial que el consumidor espera (1), a su vez los problemas tecnológicos asociados a las formulaciones de estos panes son debidos principalmente a esa ausencia de gluten (2).

Por otra parte, se ha demostrado que para hacer panes aceptables es necesario la incorporación de hidrocoloides o surfactantes en la formulación (3).

La harina de arroz tiene importantes propiedades tales como, ausencia de fracciones proteicas que afectan a los enfermos celiacos, bajos niveles de sodio y alta proporción de almidón fácilmente digerible (4) y junto a los almidones de maíz y mandioca son consumidos en gran cantidad por la población que padece esta enfermedad celiaca.

La harina de soja se considera como opción para mejorar las características internas, proporcionando una estructura regular y alvéolos pequeños al pan (5).

De acuerdo con Bean y Nishita (6), el tipo de molienda utilizado y el tamaño de partículas obtenido en la harina de arroz influyen sobre su calidad panadera. Se ha verificado

además la existencia de un amplio rango de tamaños de partículas de las harinas comerciales de arroz, desde harinas con granulometría comprendida entre 210 y 800 μ hasta harinas con valores menores a 210 μ .

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el comportamiento de siete genotipos de arroz utilizando un ensayo de panificación para pan sin gluten (5) y analizar la influencia del tamaño de partícula y de algunas de las propiedades fisicoquímicas de éstas variedades sobre las características del producto elaborado.

MATERIALES Y METODOS

Materiales

- * Almidón de maíz comercial con 12,5% de humedad, 0,18% de proteínas (Nx6,25).
- * Almidón de mandioca comercial con 14,2 % de humedad, 0,08% de proteínas (Nx6,25).
- * Harina de soja comercial con 9,5% de humedad, 35% de proteína (Nx6,25) y 18% de materia grasa.
- * Harina de arroz comercial con 13,7% de humedad y 6,0% de proteínas.

- * Harina de arroz, proveniente de siete genotipos provistos por INTA Concepción-Entre Ríos (Argentina) Tablas 1 y 2.
- * Sustituto de gluten (hidrocoloide).
- * Oleomargarina (PF 36°C)

Métodos

Obtención de las harinas de arroz:

Para analizar el efecto de tamaño de partícula sobre la calidad panadera se efectuó la molienda de la muestra comercial hasta obtener tres distribuciones de tamaños de partículas diferentes (Tabla 3). Para la reducción de tamaño se utilizó el sistema de molienda a martillo, que es el comunmente usado en la industria arrocerca.

Una vez seleccionada la granulometría, en este caso fue TP2, se procedió a moler en las mismas condiciones a los siete genotipos para lograr ese tamaño de partícula. Se comprobó que todas las variedades presentaron similar distribución de tamaño de partícula ante un mismo tratamiento de molienda.

Determinaciones químicas:

Las determinaciones de humedad, cenizas y proteínas de las materias primas se hicieron por métodos estándares (7); el almidón por el método de Ewers modificado (8), la amilosa total según Sowhagya y Bhattacharya (9); la absorción de agua de los granos después de la cocción según los mismos autores (10) y la amilosa insoluble según Shanty et al. (11).

Determinaciones amilográficas:

Se utilizó cabezal de 700 cmg y concentración de 50g de harina (base 14% de humedad) en 450 ml de agua destilada con el siguiente ciclo de calentamiento - enfriamiento:

- * Calentamiento a una velocidad de 1,5°C/min desde 30 hasta 95°C.
- * Mantenimiento a 95°C durante 20 min.
- * Enfriamiento a velocidad de 1,5°C/min hasta 50°C.

La temperatura de gelatinización se tomó como la de empastamiento restándole 3°C, según método utilizado por Shun Ming (12).

Proceso de panificación:

Se mezclaron todos los ingredientes en las siguientes proporciones: Almidón de maíz, harina de arroz en estudio y almidón de mandioca (100 g); harina de soja (0,5 g), sustituto de gluten (2 g), levadura (10 g), sal (2 g), azúcar (5 g), oleomargarina (10 g), luego se incorporó el agua hasta lograr una consistencia de batido que permite obtener una lectura en penetrómetro de 24±1 mm, según metodología desarrollada en este laboratorio (13).

Consistencia de batido:

Esta lectura se obtiene utilizando el penetrómetro SETA, introduciendo un cono truncado en caída libre sobre el batido durante un tiempo de tres segundos. La probeta de ensayo que

contiene el batido tiene como dimensiones: 10 cm de diámetro y 4 cm de profundidad.

Análisis estadístico:

Los ensayos de panificación fueron realizados por triplicado. La determinación del volumen específico se llevó a cabo pesando los panes 60 minutos después de la cocción y midiendo su volumen por desplazamiento de semillas.

La evaluación sensorial (puntaje) estuvo a cargo de un panel entrenado compuesto por tres personas y consistió en otorgar puntajes a los distintos parámetros según los siguientes valores máximos: volumen 15; corteza 15; textura 15; color de miga 10; estructura 10; aroma 15 y sabor 20. Los datos fueron sometidos a análisis de varianza (ANOVA) y test de rango múltiple de Duncan.

TABLA 1
Genotipos de arroz

Genotipo	Tipo	Amilosa Total (%)	Amilosa Insoluble (%)	Captación de agua (w) *
San Miguel	Largo fino	23,8	14,0	2,07
Rico	Corto	20,5	10,1	2,11
Palmar	Largo fino	18,0	5,70	1,80
Paso 144	Largo fino	27,7	13,7	2,33
H 144-7	Largo fino	25,0	10,3	2,13
W4109	Waxy	4,90	2,0	2,05
W4111	Waxy	4,90	2,0	1,99

(*) Expresada como gramos de agua por gramos de arroz seco.

TABLA 2
Composición química y características amilográficas de las harinas de arroz

Genotipo	Proteína (% b.s.)	Cenizas (% b.s.)	Almidón (% b.s.)	Temperat. gelatinizac. (°C)	Consist. final a 95°C (A)	Consist. a 50°C (B)	Retrogradación (B-A)
San Miguel	8,51	0,48	84,9	71	600	1070	470
Rico	6,67	0,46	86,4	65	540	980	440
Palmar	7,82	0,43	85,6	66	610	970	360
Paso 144	6,69	0,44	87,4	63	900	1840	940
H 144-7	7,32	0,35	85,6	71	620	1100	480
W4109	9,60	0,43	84,1	62	210	360	150
W4111	10,9	0,62	81,7	60	160	250	90

TABLA 3
Distribución de los tres tamaños de partículas obtenidos con harina de arroz comercial

Tamaño Partícula (μ)	Distribución (%)		
	TP1	TP2	TP3
420	25,7	1,0	—
210	44,8	57,8	2,4
149	13,0	16,4	46,7
< 149	16,5	24,7	50,7

RESULTADOS Y DISCUSION

En Tabla 4 se presentan los resultados de los ensayos de panificación realizados con harina de arroz comercial con las tres distribuciones de tamaños de partículas. Como se puede observar existe una diferencia que es estadísticamente significativa entre las distribuciones TP1 y TP3. Se aprecia una disminución del volumen específico del pan a medida que disminuye el tamaño de partículas hecho que podría estar relacionado con la mayor absorción de agua que se requiere para mantener constante la consistencia del batido y por lo tanto habría una mayor resistencia para que la pieza aumente su volumen durante la fermentación y la cocción.

TABLA 4
Ensayos de panificación con harina de arroz comercial con los tres tipos de tamaño de partícula

	TP1	TP2	TP3
Agua agregada (ml)	260	270	280
Consistencia batido (mm) penetrómetro	23.8	23.7	24.4
Vol. espec. pan (cc/g)	3,54 ^a	3,42 ^{ab}	3,23 ^b

Las letras distintas significan diferencias estadísticamente significativas a un nivel del 95%.

La distribución de tamaño de partícula TP2, normal en muestras comerciales y no teniendo diferencias estadísticamente significativas frente a TP1, puede ser considerada como límite inferior ya que una molienda más intensa como la que produce TP3 genera una disminución en el volumen del pan que es estadísticamente significativa frente a TP1.

Contrariamente, Bean y Nishita (6) encontraron que la harina de arroz obtenida en molino de rolos y con granulometría fina, equivalente a TP3, daba los mejores resultados, pero esta referencia está basada en experiencias de elaboración de panes con harina de trigo donde la estructura de la miga es soportada fundamentalmente por las proteínas formadoras de gluten que provienen del trigo.

Finalmente y de acuerdo con estos resultados expresados en Tabla 4 se considera que la distribución de tamaños TP2 es una granulometría adecuada para analizar el efecto de las características fisicoquímicas sobre la calidad del pan sin gluten.

La Tabla 5 muestra los resultados obtenidos utilizando TP2, donde se puede observar que los genotipos Rico y H-144-7 producen panes con volúmenes específicos y puntajes significativamente superiores al resto, mientras que los Waxy dan los niveles más bajos de calidad.

TABLA 5

Ensayos de panificación con las muestras experimentales utilizando distribución de tamaño de partícula TP2

Genotipo	Volumen específico	Puntaje
Rico	3.55 ^a	82.2 ^a
H 144-7	3.50 ^{ab}	82.2 ^a
Paso 144	3.45 ^b	77,8 ^b
Palmar	3.30 ^c	71.8 ^c
San Miguel	3.26 ^c	70.9 ^c
W4109	3.07 ^d	65.3 ^d
W4111	3.01 ^d	64.6 ^d

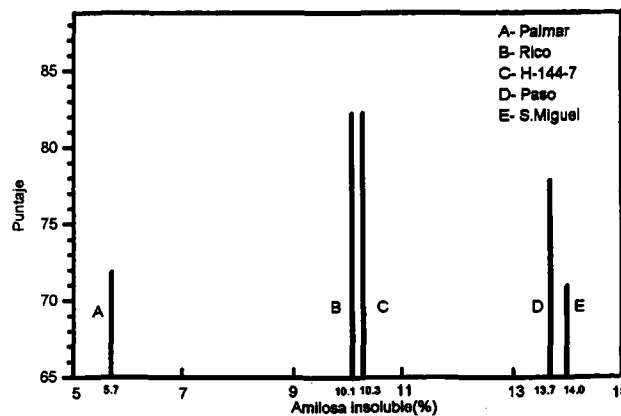
Las letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas a un nivel de 95%.

En un intento por vincular este hecho con características fisicoquímicas presentadas en Tabla 1 y 2 se encontró que la amilosa total, la amilosa insoluble y la absorción de agua tienen algún grado de influencia.

Respecto a la amilosa total si bien la correlación frente a volumen específico y puntaje, no es alta ($r^2 = 0,73$ y $r^2 = 0,67$ respectivamente) se aprecia una evidente tendencia al deterioro de la calidad con las muestras de muy baja amilosa o waxy.

Por su parte, la absorción de agua en la Figura 1 muestra que a valores superiores a 2,1 g/g (bs) se logran los mayores valores de puntaje de pan, lo cual estaría relacionado con un mejoramiento en la estructura de la miga a través de la mayor retención de agua.

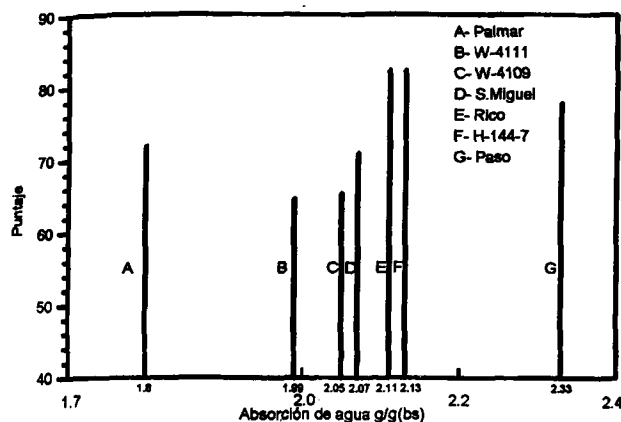
FIGURA 1
Relación entre puntaje del pan y absorción de agua de los genotipos



Sin embargo las variedades Rico y H-144-7 con valores de absorción de agua inferiores a Paso dan puntajes más altos, denotando la existencia de otras propiedades que influyen sobre la calidad del pan, las que estarían relacionadas con la particular estructura del grano de almidón. La Figura 2 permite observar que existe un cierto nivel de amilosa insoluble del orden del 10% donde se producen los mejores resultados.

FIGURA 2

Relación entre puntaje del pan y contenido de amilosa insoluble de los genotipos



CONCLUSIONES

El tamaño de partícula obtenido por la molienda de los granos de arroz es una variable que influye significativamente sobre los parámetros que miden la calidad del pan sin gluten tales como volumen específico y asignación de puntaje, resultando la granulometría fina la que produce el mayor deterioro.

Si bien no es alta la correlación entre los valores de amilosa total y aquellos que manifiestan la calidad del pan sin gluten, se debe aceptar como muy importante la presencia de amilosa (18-28%) en el almidón de la harina de arroz al analizar las diferencias significativas de volumen y puntaje entre las variedades más ricas en amilosa y aquellas con bajo contenido o waxy (4.9%).

Existe un rango de contenido de amilosa insoluble y un determinado valor mínimo de absorción de agua, en los cuales el pan sin gluten que se logra es de calidad muy aceptable.

AGRADECIMIENTOS

Al Sr. Julio César Mancuello por la colaboración en la elaboración de los panes.

Al Dr. Alberto Livore del INTA-Concepción (Entre Ríos-Argentina) por la provisión de las muestras de arroz.

REFERENCIAS

1. Ylimaki G, Hawrysh ZJ, Hardin RT and Thomson ABR. Application of response surface methodology to the development of rice flour yeast breads: Sensory Evaluation. *J Food Science*. 1991;56(3):751-756.
2. Kulp K, Herburn FN and Lehmann TA. Preparation of bread without gluten. *The Bakers Digest*. 1979;53:34-38.
3. Ylimaki G, Hawrysh ZJ, Hardin RT and Thomson ABR. Application of response surface methodology to the development of rice flour yeast breads objective measurements. *J Food Science*. 1988;53(6):1800-1806.
4. Nishita KD, Roberts RL and Bean MM. Development of a yeast leavened rice bread formula. *Cereal Chem*. 1976;53(5):626-635.
5. Sánchez HD, Osella CA, de la Torre Ma. A. Optimizing a corn starch, rice flour and cassava starch mixture in gluten free breadmaking with the alternative of adding soy flour. (Inédito). 1997.
6. Bean MM and Nishita KD. *Rice: Chemistry and Technology*. Cap. 14. Edited by Juliano, B.O. American Association of Cereal Chemists. St. Paul. Minnesota. 1985.
7. *Approved Methods of the AACC*. American Association of Cereal Chemists. St. Paul. Minnesota. 1994.
8. Normas IRAM. Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. Buenos Aires. 1991.
9. Sowhagya CM and Bhattacharya KR. Simplified determination of amylose in milled rice. *Starch/Strärke* 1979;5:159-163.
10. Bhattacharya KR and Sowhagya CM. Water uptake by rice during cooking. *Cereal Science Today*. 1971;16(12):420-424.
11. Shanty AP, Sowhagya CM and Bhattacharya KR. Simplified determination of water insoluble amylose content of rice. *Starch/Strärke* 1980;32(12):409-411.
12. Shun-Ming Chang and Hsiu-Chen-Yang. Thermal processing effects on rice characteristics. *Food Structure*. 1992;11:373-382.
13. Sánchez HD, Osella CA, de la Torre Ma. A. Desarrollo de una fórmula para Pan sin Gluten. *Revista Información Tecnológica*. La Serena. Chile. 1996;7 (2):35-42.

Recibido:19-11-1997

Aceptado:25-09-1998

Efecto de un extracto de algas y varios fitorreguladores sobre el valor nutricional del cultivo de papa (*Solanum tuberosum L. var. gigant*)

Salomón Martínez Lozano, Julia Verde Star, R.K. Maiti, Azucena Oranday C., Homero Gaona R, Enrique Aranda H., Manuel Rojas G.

Universidad Autónoma de Nuevo León e Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Nuevo León, México

RESUMEN. Cuatro reguladores comerciales (Biofol, Biozyme, Cytokin y Activol) y un extracto de algas (AlgaEnzims) se aplicaron en las dosis recomendadas, sobre un cultivo de papa (*S. tuberosum L. var. gigant*) con el objeto de evaluar su efecto sobre el valor nutricional (materia seca, humedad, ceniza, grasa, proteína, carbohidratos y fibra dietética). Dichos parámetros fueron analizados de acuerdo al Official Methods of Analysis (AOAC). El diseño experimental consistió en bloques al azar con 8 tratamientos y 4 repeticiones de 32 parcelas. El análisis de varianza muestra diferencias significativas entre los tratamientos para todas las variables bromatológicas. El mayor contenido de ceniza (6.20) se presentó con el tratamiento AlgaEnzims-suelo. Los tratamientos AlgaEnzims-suelo (9.30), AlgaEnzims-follaje (8.90) y Cytokin (8.70) dieron valores más altos de proteína comparados con el testigo (6.20). El contenido de carbohidratos fue más alto con Biofol (88.21). La fibra dietética fue más alta en el tratamiento AlgaEnzims-suelo-follaje (5.84) y más baja en Biofol (1.67). Con Biozyme y Cytokin se obtuvieron los mayores contenidos de grasa en tubérculos. Con Activol se obtuvo el mejor peso de tubérculos y con AlgaEnzims-suelo el contenido de proteínas más alto.

Palabras clave: Alga, papa, nutrición.

SUMMARY. Effect of an algae extract and several plant growth regulators on the nutritional value of potato tubers (*Solanum tuberosum L. var. gigant*). Four commercial plant-growth (Biofol, Biozyme, Cytokin and Activol) and an extract from algae (AlgaEnzims) were applied at commercial doses in potatoes (*S. tuberosum L. var. gigant*) with an objective to evaluate its effect on nutritional value (dry-matter, water content, ashes, fat, protein, carbohydrates and assimilable fiber). These parameters were analyzed according to the Official Methods of Analysis (AOAC). The experimental design was in Random Blocks with 8 treatments and 4 replications with 32 lots in total. The statistical analysis was after Random Blocks for all bromatological analyses. The treatment algae in soil gave the highest ash content (6.20). Algae in soil (9.30), algae on foliage (8.90) and Cytokin (8.70) gave the highest values in protein as compared with test (6.20). Carbohydrate content was highest in Biofol (88.21), assimilable fiber was higher in algae in soil and on foliage (5.84) and lowest with Biofol (1.67). Highest fat content in the tuber was obtained with Biozyme and Cytokin and highest protein content with AlgaEnzims. With Activol the highest tuber production is obtained.

Key words: Algae, potato, nutrition.

INTRODUCCION

En la agricultura las algas se utilizan como biofertilizantes, acondicionadores de suelo, fuente de bioreguladores y otros factores de crecimiento que han sido aislados principalmente de los géneros. *Fucus*, *Laminaria*, *Ascophyllum*, *Ankistrodesmus*, *Himantalia*, *Sargassum*, *Eklonia*, *Durvilles* y otras, aislándose compuestos hormonales como citocininas y giberelinas (2-4,8,9,15).

El uso de algas generalmente esta restringida a las áreas costeras debido a altos costos que involucran su colecta, secado y transportación. Aunque ya existen algunos productos comerciales como el Maxicrop muy utilizado en Europa y en nuestro país el Biozyme y AlgaEnzims, elaborado este último exclusivamente a base de algas marinas (6,7,13).

El tratamiento de los cultivos con productos de algas va en aumento para lo cual se han preparado muchos productos que

se pueden presentar en las siguientes formas: harinas, extractos y concentrados (14).

Este trabajo se realizó principalmente con el objeto de conocer el efecto de un extracto de algas y varios fitorreguladores sobre la producción y el valor nutricional de la papa.

MATERIALES Y METODOS

La presente investigación se realizó en el Rancho "El Padrino" al Norte de la Cd. de Saltillo Coahuila en el noreste de México, en el área de Derramadero, iniciando el cultivo el 17 de Abril y cosechando el 30 de Agosto de 1994.

Tratamiento general del experimento

Se aplicó un fertilizante que contiene 15% de nitrógeno, 39% de fósforo y 15% de potasio, así como tecto 60, cobre,

maneb (carbonato de manganeso), fungicidas de contacto y los insecticidas Pounce (permetrina) y Metanidofos (organofosforado).

Se aplicó además un riego de bezana y un riego de auxilio por semana.

Se realizó bajo un diseño experimental de bloques al azar con ocho tratamientos y cuatro repeticiones, delimitándose en la plantación comercial 32 parcelas. Las unidades experimentales constaron de cuatro surcos de un metro de ancho y 10 metros de largo. Al cosechar se eliminaron los dos surcos laterales y para llevar a cabo las evaluaciones se tomaron muestras homogéneas de 14 plantas de cada tratamiento llevándose al laboratorio donde se limpiaron y midieron obteniendo así la muestra analítica de las papas incluyendo la cubierta o cáscara. La humedad se determinó por triplicado. El resto de la muestra fue deshidratada en una estufa de vacío a 70°C, se homogenizó y analizó en base seca según los métodos de la AOAC (10-12), para la determinación de fibra dietética total se utilizaron los reactivos de Sigma Chemical Co.

Los resultados se analizaron estadísticamente mediante un análisis de varianza (ANOVA).

Los tratamientos que se aplicaron a las parcelas de papa *Solanum tuberosum* var. *gigant* se resumen en la Tabla 1.

TABLA 1
Tratamientos a los que se sujetaron parcelas de papa (*Solanum tuberosum* L. var. *gigant*)

Producto	Aplicación a la semilla	Aplicación al follaje
AlgaEnzims (suelo)	5 ppm	
Activol	5 ppm	
Biofol	No	500 ml/ha. Al inicio de tuberización, segunda aplicación después de 1 mes.
Biozyme	No	500 ml/ha. Al inicio de tuberización, segunda aplicación después de 1 mes.
Cytokin	No	1 Lt/ha.
AlgaEnzims (suelo follaje)	2 Lts/ha.	
AlgaEnzims (follaje)	2 Lts/ha.	
Testigo	Sin aplicación	

Nota: Las dosis utilizadas son las recomendadas comercialmente para el cultivo de papa, dándose en base al producto comercial por ser complejo el ingrediente activo.

RESULTADO

Evaluación de la calidad

Los resultados de valor nutricional y productividad se concentran en la Tabla 2.

TABLA 2
Calidad nutricional de tubérculos de papa (*Solanum tuberosum* L. var. *gigant*) procedentes de plantas sujetas a diversos tratamientos de fitoregulación

Tratamiento	Peso tubérculos grs	Materia seca %	Humedad %	Ceniza* %	Grasa* %	Fibra dietética* %	Proteína* %	Carbohidratos disponibles* %
Testigo	603.25	16.20	83.80	5.60	0.24	5.33	6.20	82.63
AlgaEnzims-suelo	581.43	15.44	84.56	6.20	0.18	2.93	9.30	81.39
AlgaEnzims-follaje	397.00	18.30	81.70	5.30	0.12	3.37	8.90	82.31
AlgaEnzims-suelo-follaje	533.18	20.48	79.52	4.60	0.15	5.84	6.50	82.91
Biozyme	594.62	22.30	77.70	4.70	0.25	4.28	4.93	85.84
Biofol	572.37	23.72	76.28	4.50	0.24	1.67	5.38	88.21
Activol	603.81	24.80	75.20	4.10	0.08	2.41	7.20	86.21
Cytokin	535.89	18.94	81.60	5.54	0.25	3.91	8.70	81.60

* Resultados en base seca

Materia seca

El valor más alto 24.80% se observa en el cultivo al ser tratado con Activol, seguido por el tratamiento con Biofol (23.72%) y el tratamiento con AlgaEnzims al suelo (15.44%) el más bajo (Figura 1).

Humedad

El valor más alto se observa al aplicar AlgaEnzims al suelo con 84.56%, seguido del testigo con 83.80% y el valor más bajo con Activol 75.20 (Figura 1).

Ceniza

El mayor contenido de ceniza se presenta al aplicar AlgaEnzims al suelo con 6.20% seguido del testigo con

5.60% y observándose el valor más bajo con Activol 4.10% (Figura 5).

Grasa

El resultado más alto se observa en los tratamientos con Biozyme y Cytokin con 0.25% seguidos por el testigo y el tratamiento con Biofol con 0.24%, observándose el valor más bajo en el tratamiento con Activol con 0.08% (Figura 2).

Proteína

El contenido más alto se observó en el tratamiento AlgaEnzims al suelo con 9.3%, seguido por el tratamiento AlgaEnzims al follaje con 8.90% y el tratamiento con Cytokin dio un valor de 8.70% y el valor más bajo se detectó con el

FIGURAS

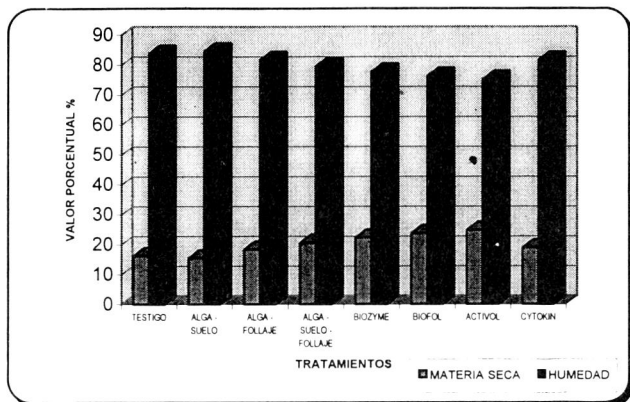


Fig. 1. CONTENIDO DE HUMEDAD Y MATERIA SECA EN TUBERCULOS DE PAPA EN RESPUESTA A LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

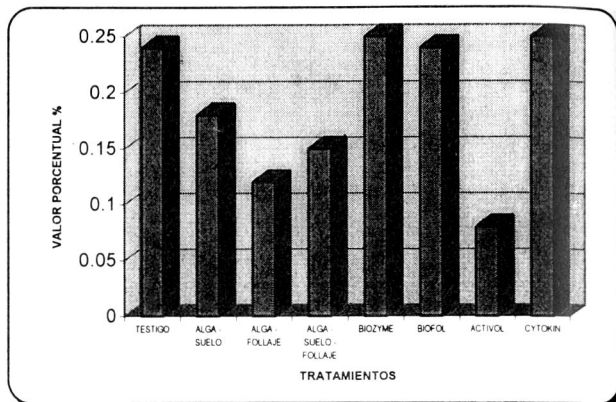


Fig. 2. CONTENIDO DE GRASA EN TUBERCULOS DE PAPA EN RESPUESTA A LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

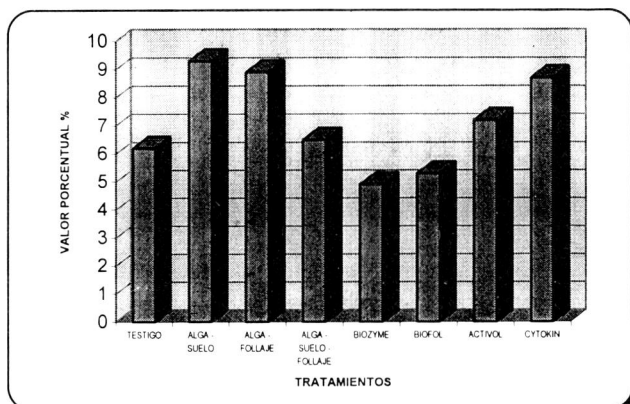


Fig. 3. CONTENIDO DE PROTEINA EN TUBERCULOS DE PAPA EN RESPUESTA A LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

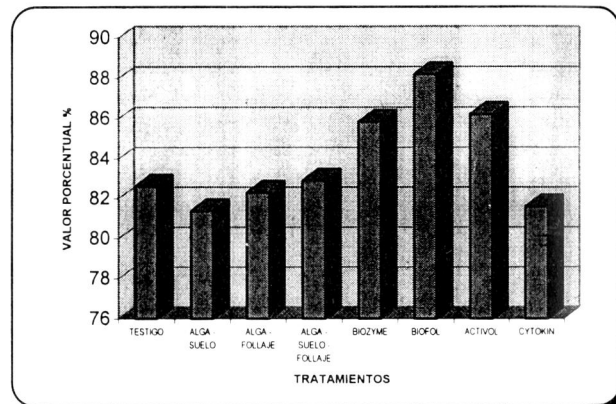


Fig. 4. CONTENIDO DE CARBOHIDRATOS DISPONIBLES EN TUBERCULOS DE PAPA EN RESPUESTA A LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

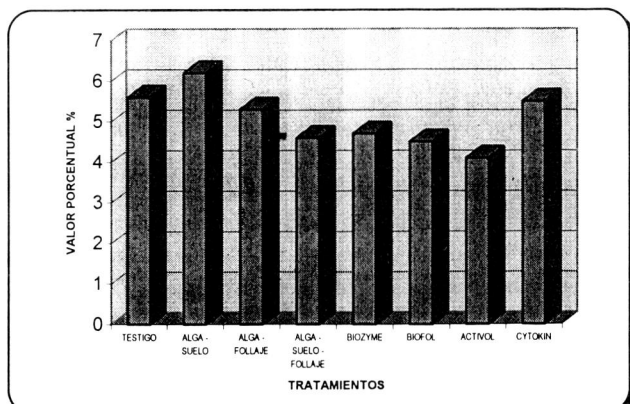


Fig. 5. CONTENIDO DE CENIZA EN TUBERCULOS DE PAPA EN RESPUESTA A LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

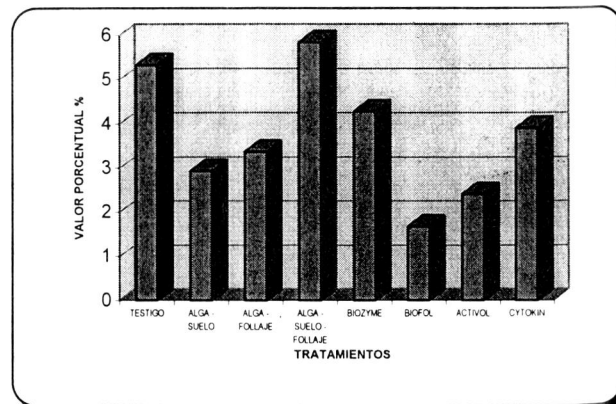


Fig. 6. CONTENIDO DE FIBRA DIETETICA EN TUBERCULOS DE PAPA EN RESPUESTA A LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

tratamiento con Biozyme con 4.39% (Figura 3).

Carbohidratos

El resultado más alto se observó en el tratamiento con Biofol con 88.21%, seguido por el tratamiento con Activol con 86.21% y el valor más bajo lo presentó el tratamiento AlgaEnzims-suelo con 81.38% (Figura 4).

Fibra dietética

El tratamiento que mayores resultados presentó fue AlgaEnzims al suelo y follaje con 5.84%, seguido por el testigo con 5.33% y el resultado más bajo se observó en el tratamiento con Biofol con 1.67% (Figura 6).

Rendimiento por planta (g)

La mayor productividad se presentó en el tratamiento con Activol, seguido del testigo y con el valor más bajo se encontró el tratamiento AlgaEnzims aplicado al follaje (Tabla 2).

Los resultados del análisis de varianza (ANOVA) de las determinaciones bromatológicas de los tubérculos de papa presentan diferencias significativas $p < 0.05$ en todas las determinaciones.

DISCUSION

Considerando que la papa es una gran fuente de alimento, es importante desarrollar tecnología para aumentar la productividad y calidad así como controlar los factores bióticos que reducen su rendimiento. Entre los factores bióticos podemos citar a *Phytophthora*, *Rhizoctonia* y *Fusarium*, estos factores se controlan a través de diversos productos que se pueden aplicar y con el uso de variedades resistentes (6).

AlgaEnzims: El producto fue aplicado entre modalidades al suelo, al follaje por separado y suelo-follaje. Respecto a las características productivas los resultados observados fueron algo deficientes comparados con el resto de los tratamientos en cambio dieron la mejor calidad nutricional al encontrar la mayor cantidad de proteína en los tubérculos obtenidos de las plantas tratadas con el producto al suelo-follaje (1), lo que corrobora lo expuesto en la bibliografía del producto AlgaEnzims, el cual fija nitrógeno del aire aún en las plantas no leguminosas y coincide con lo expuesto por Jennis y Broughton (5) de que las plantas tratadas con citocininas tienden a aumentar el contenido de proteínas lo que sugirió que el producto contiene citocininas (2,16).

Según Blunden (3) los extractos de algas aplicados a los cultivos de betabel incrementan el contenido de azúcares, concordando nuestros resultados en papa.

En general los tratamientos mostraron valores bajos en fibra cruda no ocurriendo lo mismo con la fibra dietética en la cual el producto de AlgaEnzims dio resultados por arriba del testigo.

Biozyme: Respecto a la calidad nutricional los tubérculos obtenidos con Biozyme dieron uno de los mayores contenido de grasa, el contenido de materia seca y carbohidratos quedaron arriba del testigo y el resto de los parámetros nutricionales quedaron abajo del testigo incluyendo el peso del tubérculo

por planta.

Biofol: De las características nutricionales se observó la mayor cantidad de carbohidratos, lo que sugiere que este producto aumenta la producción de clorofila.

Activol: Con este producto se obtuvieron contenido de carbohidratos aceptables y el mejor rendimiento en peso del tubérculo por planta, es decir, aumenta la productividad del cultivo.

Cytokin: De la calidad nutricional los tubérculos de las plantas tratadas con este producto presentan un gran contenido de grasa y un porcentaje de proteínas bastante alto lo mismo de carbohidratos (17).

La proteína es más alta. Esto indica que los productos estimulan el metabolismo de proteínas y carbohidratos, en cambio Biofol produce plantas con un alto contenido de carbohidratos pero el contenido de proteínas es bajo (1).

Los tratamientos con Biozyme y Cytokin producen tubérculos con el más alto contenido de grasa indicando que estos productos influyen en el metabolismo de lípidos.

CONCLUSION

Del presente trabajo se concluye que es promisorio seguir realizando investigaciones agrícolas respecto al uso de las algas marinas en la agricultura, aplicar otras dosis, otros cultivos a fin de incrementar el contenido nutricional de los productos del campo, principalmente el contenido de proteínas como ocurrió en nuestro caso.

REFERENCIAS

1. Bentley-Mowat JA & Reid SM. Investigation of the radish leaf bioassay for kinetins and demonstration of kinin-like substances in algae. *Ann Bot*, 1968;31:23-32.
2. Blunden G & Wildgoose P. The effects of aqueous seaweed extract and kinetin on potato yield. *J Sci Fd Agric*, 1977;28:121-125.
3. Blunden G. Agricultural uses of seaweeds and seaweed extracts. In *Seaweed resources in Europe*. Michael D. Guiry and Gerald Blunden. Ed. John Wiley & Sons England, 1991;65-81.
4. Crouch IJ, Blackett RP & Van Staden J. Effect of seaweed concentrate on the growth and mineral nutrition of nutrient stressed lettuce. *J Appl Phycol*, 1990;2:269-272.
5. Jennings RC, Broughton WJ, Mc Comb AJ. Effect of the kinetin on the ficoidin and chlorophyll content of a red alga. *Phytochemistry*, 1972;11:1937-1943.
6. Juscaffesa B. Patata, su cultivo. Barcelona, España. Editorial Aedos. 1982;5-13.
7. Luanratana O & Griffin WJ. The effect of the seaweed extract on the alkaloid variation in a commercial plantation of the *Dubosia hybrid*. *J Natural Products*, 1982;45:270-271.
8. Metting BW, Rayburn & Reynaud. Algae and agriculture. In: *Algae and human affairs*. Carolle Lenbi and JR Waaland. Ed. Cambridge University Press, U.K. 1990;p.355-370.

9. Mowat JA. Giberelline-like substance in algae. *nature* 1963;200:453-455.
10. Official Methods of Analysis, 15 th De., AOAC, Arlington, VA, Vol. II Sec. 1990;985-29,1105.
11. Official Methods of Analysis, 15 th De., AOAC, Arlington, VA, Vol. II Sec. 1990;960-52,342.
12. Official Methods of Analysis, 15 th De., AOAC, Arlington, VA, Vol. II Sec. 1990;930.09,930.10,978.04.
13. Palau-Bioquim. AlgaEnzims, Palau-Bioquim, S.A. de C.V. Saltillo, Coahuila, México. 1995.
14. Rojas Garcidueñas M & Ramirez H. Control hormonal del desarrollo de las plantas. Primera edición. Editorial Limisa, S.A. de C.V. México, D.F. 1987;p.235.
15. Sanderson KJ & Jameson PE. The citokinis in liquid seaweed extract. Could they be the active ingredients. In Fifth International Symposium on growth regulators in fruit production I. LC Luckwill. *Hortic Act.* 1986;179:113-116.
16. Saibles TS. Studies on potato proteins. *American Potato Journal* 1979;56(9):415.
17. Stephen AB, Macleod J, Paini LM & Lethman DS. Detection of citokinins a seaweed extract. *Phytochemistry.* 1985;24:2611-2614.

Recibido: 3-10-1996

Aceptado:23-10-1998

Contenido de humedad, lípidos totales y ácidos grasos del músculo *longissimus* crudo de bovinos en Venezuela

Soján Uzcátegui B., Nelson Huerta-Leidenz, Lilia Arenas de Moreno, Gilberto Colina, Nancy Jerez-Timaure

Universidad del Zulia. Caracas, Venezuela

RESUMEN. Grupos de bovinos mestizos para sacrificio (n=145), seleccionados al azar, con predominancia fenotípica lechera (n=14) o cebú (n=131), se clasificaron por edad dentaria (2.5, 3.0, 3.5 y 4.0 años) y según el grado de gordura, descrita en canal por varios criterios, incluyendo la grasa visible intramuscular (marmoleo), para estudiar la variación en contenido de humedad (H), lípidos (L) y de ácidos grasos (AG) en el músculo *longissimus dorsi*, sin cubierta de grasa. Las medias generales y desviaciones estándar (g/100g de tejido fresco) para H y L fueron 73.9 ± 1.36 y 2.9 ± 1.04 , respectivamente. El análisis de varianza por cuadrados mínimos indicó que el perfil de AG fue afectado por edad dentaria, tipo racial, marmoleo, gordura de lomo y acabado general de la canal ($p < 0.05$). Animales de mayor edad (4 años o más), con tendencia a un menor tenor graso (2.72 g/100g) intramuscular, presentaron el mayor índice (2.04) de insaturación (AG insaturados/saturados). El tipo racial tuvo poco efecto sobre el perfil de AG. La comparación de medias cuadráticas mostró concentraciones intramusculares de ácidos mirístico (C14:0) y linoléico (C18:3) mayores ($p < 0.05$) en muestras de mestizos lecheros. Canales con pobre distribución de grasa subcutánea (acabado "en parches") mostraron el índice más alto (0.16) de AG poliinsaturados/saturados en el músculo ($p < 0.05$). Los índices de insaturación para muestras de carnes limpias de grasa con los niveles prevalentes de marmoleo (de 1.76 para el nivel "Trazas" a 1.92 para el nivel "Nada") muestran la predominancia de AG insaturados, en proporción relativamente mayor a la estimada para el mismo corte de carne en los Estados Unidos.

Palabras clave: Ácidos grasos, carne, tipo racial, *longissimus*, bovino.

SUMMARY. Moisture, total lipids and fatty acids in raw *longissimus* muscle from Venezuelan cattle. Randomly selected groups of slaughter cattle, crossbreeds of dairy (n=14) and zebu (n=131) types were classified by age (2.5, 3.0, 3.5 and 4.0 yr., estimated by dentition), and carcass fatness (as described by different criterion, including marbling levels) to study variation in moisture (M), lipid (L), and fatty acid (FA) contents (g/100g of fresh tissue) of *longissimus* muscle trimmed to zero fat cover. Overall means \pm standard deviations per 100 g of raw product for M and L were 73.9 ± 1.36 and 2.9 ± 1.04 , respectively. Analyses of variance by the least squares (LS) method showed age, breed type, marbling, backfat thickness and carcass finish affected ($p < 0.05$) fatty acid (FA) profiles. The oldest cattle group (4 yr. or older) trended to present a lower intramuscular lipid content (2.72 g/100g) and showed the highest (2.04) unsaturation (unsaturated/saturated FA) index ($p < 0.05$). Breed type had little effect on the FA profile. Comparison of LS means showed intramuscular concentrations of myristic and linolenic acids were slightly higher in samples from dairy types ($p < 0.05$). Carcasses with poor, "patch-like" fat distribution, showed muscles with the highest (0.16) polyunsaturated/saturated FA index ($p < 0.05$). Unsaturation indexes for trimmed beef samples with the prevailing marbling levels (1.76 for "Traces" to 1.92 for "Devoid") show a clear predominance of unsaturates, relatively larger than that estimated from compositional FA data reported for the same cut in the United States.

Key words: Fatty acid, meat, beef, breed types, *longissimus*.

INTRODUCCION

La carne de res representa una fuente importante de lípidos, vitaminas, minerales y proteínas de alta calidad. Sin embargo, la probable implicación de las grasas animales en los desórdenes cardiovasculares, ha contribuido a la disminución del consumo de carne en las últimas décadas (1).

La connotación negativa de "grasa saturada" para el tejido adiposo bovino luce infundada porque ninguna grasa natural se encuentra completamente saturada y no todos los ácidos grasos saturados parecen tener el mismo efecto fisiológico en los humanos (1). Las recomendaciones dietéticas para la salud pública en países desarrollados, se fundamentan en el perfil

nutritivo de los alimentos, dado a conocer por manuales oficiales reconocidos (2), con base en investigaciones autóctonas. Cuando las investigaciones reportan los ácidos grasos en áreas porcentuales (un perfil "normalizado" expresando el porcentaje individual de cada ácido graso con respecto al total de ácidos grasos determinados) o por 100 g de lípidos en el alimento, estas cifras se convierten en porcentaje en peso (g/100 g) del alimento crudo o cocido, para su utilización con fines nutricionales (2).

La literatura consultada (3,4), afirma que, factores tales como la raza, la alimentación, la disposición particular de los lípidos en los diferentes músculos y en los depósitos corporales, el sexo y la edad del vacuno, hacen variar, en mayor o

menor grado, el perfil de ácidos grasos. De hecho, estos factores difieren entre los sistemas de producción del trópico con aquellos de otras latitudes; y por ende, deben existir diferentes patrones de saturación de ácidos grasos para animales de diferentes ecosistemas.

A la fecha, el Instituto Nacional de Nutrición de Venezuela (INN) no ha dado a conocer la caracterización del perfil de ácidos grasos de la carne de res (5). Ante éste vacío de información, se recurre a datos de composición lipídica de carne producida en otros países, especialmente Norteamérica (6).

Muchas veces, debido a malas interpretaciones (p. ej., perfiles gravimétricos vs. perfiles "normalizados"), datos empíricos o conocimientos basados en datos extranjeros, se recomienda eliminar la carne de la dieta de individuos que luchan por disminuir los riesgos de enfermedades cardiovasculares.

Considerando lo anterior, este estudio se trazó los siguientes objetivos: a) examinar la variación en la composición de la grasa intramuscular debida a la tipología racial de ganado vacuno venezolano, b) estudiar el efecto que ejerce la edad y el grado de gordura del vacuno, sobre la composición de los ácidos grasos del músculo *longissimus dorsi*, y c) generar información en cuanto al perfil gravimétrico (g/100g de músculo fresco) de ácidos grasos de la carne de res, limpia de grasa, de uso práctico para los profesionales de la salud, comparando valores con los del mismo corte, según la literatura oficial norteamericana.

MATERIALES Y METODOS

Epocas de muestreo, procedencia y características de los animales

La muestra de animales estuvo representada por un total de 145 ejemplares beneficiados durante el año 1993 en el Matadero Industrial Centro-Occidental, ubicado en Barquisimeto, Estado Lara. Los animales se escogieron al azar de lotes con características de conformación aceptables para carne de consumo directo; por lo tanto, se excluyeron animales muy flacos y/o de edades extremas, de uso industrial.

La matanza siguió los procedimientos normales y comprendió dos períodos del año. El primero incluyó los meses de Marzo (n=53), Abril (n=23), Mayo (n=35) y Junio (n=20). El segundo incluyó los meses de Septiembre (n=8) y Octubre (n=6). Estos períodos permiten representar tanto la época seca como la lluviosa, y por tanto, la oferta anual diversificada de ganado venezolano.

Por su ubicación, el matadero recibe animales de importantes regiones de producción ganadera del país. En esta muestra están representadas las regiones (y los estados) siguientes: Región Centro-Occidental (estados Falcón, Lara y Yaracuy), Región Andina (estados Táchira, Mérida y Trujillo), Región Zuliana (estado Zulia) y Región de los Llanos (estados Portuguesa, Barinas y Apure). La muestra de ganado puede,

entonces, considerarse representativa de las principales zonas agro-ecológicas y los sistemas de producción imperantes (sistemas de producción de carne y de doble propósito) con la siguiente distribución: Región Centro-Occidental (n=33), Región Andina (n=36), Región Zuliana (n=46) y Región de Los Llanos (n=30).

Para estudiar el efecto de tipo racial se identificaron 131 mestizos de cebú (predominio fenotípico de razas cebuñas) y 14 mestizos de razas lecheras (predominio de Holstein, Pardo-suizo o mestizos Doble Propósito en base cebú). Por no contar con registros de edad de los animales, ésta se estimó por la erupción y rasamiento de los incisivos (7), clasificándolos en cuatro grupos (2.5, 3.0, 3.5 y 4.0 años o más) de edad.

Recolección y clasificación de las muestras de carne

Luego de 48 horas postmortem, se realizó la evaluación de la canal en el matadero, para determinar la madurez fisiológica y el estado de gordura corporal. La madurez fisiológica fue determinada por el grado de osificación del esqueleto, el color y la textura muscular, siguiendo las normas y procedimientos pertinentes (8).

El estado de gordura o engrasamiento corporal se estableció a través de dos métodos, uno de carácter objetivo y otro de carácter subjetivo. El primer método, consistió en la medición del espesor de grasa subcutánea del lomo (gordura en el lomo), con una regla metálica milimetrada, a nivel del 12° espacio intercostal, sobre el área del músculo *longissimus* (8). Para convertir el espesor de grasa en una variable discreta (cualitativa) los animales se agruparon utilizando rangos de cm de grasa en el lomo, quedando las muestras descritas como: extramagras (0.0 a 0.3 cm), magras (0.4 a 0.7 cm) y gordas (0.8 a 1.9 cm). El segundo método para determinar gordura, consistió en la apreciación y cualificación por técnicos entrenados, de la distribución o acabado de grasa de cobertura de la canal (acabado), utilizando una escala de cuatro niveles: 1= Uniforme; 2= Desuniforme; 3= En parches; 4= Desprovisto. De manera similar, se determinó el nivel de engrasamiento muscular por el grado de veteado o cantidad de grasa visible (conocido como marmoleo o marmorización) en el músculo *longissimus* (8). El nivel de marmoleo fue descrito, con el auxilio de patrones fotográficos a color, en las escalas de Trazas (n=56), Prácticamente desprovisto (n=34) y Nada (n=55).

Cabe mencionar que de un total de 148 inicialmente considerados para el estudio, apenas tres animales alcanzaron los niveles de marmoleo descritos como cantidades Ligeras o Pequeñas. Por su incidencia prácticamente nula, estos tres animales fuera de serie, se descartaron del estudio para contar con ejemplares más representativos (n=145) de la oferta de reses venezolanas. La clasificación oficial de canales (8) permitió segregar la muestra de animales en las categorías de consumo directo AA (n=25), A (n=43), B (n=71) y C (n=6). cuyas proporciones en la muestra siguen la tendencia de la oferta nacional.

Después de la evaluación de la canal, se procedió al desposte de la misma, retirando dos lonjas de carne de 2.5 cm de espesor del solomo de cuerito grueso en su porción caudal, con un peso individual que varió entre 217 y 380 g; las lonjas se empacaron al vacío y se congelaron a una temperatura de -22°C. Aproximadamente, a los siete días de almacenamiento (en congelación), las lonjas se enviaron en una cava con hielo seco, al Laboratorio del Instituto de Investigaciones Agronómicas de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia en Maracaibo, donde se almacenaron congeladas a -20°C hasta su preparación para el análisis de ácidos grasos.

Determinación de humedad y lípidos totales

Previo a los análisis, al músculo *longissimus* crudo, se le retiró totalmente el tejido adiposo circundante subcutáneo e intermuscular. Seguidamente, la carne magra fue molida en un procesador de alimentos (Picatodo Moulinex®). La humedad fue determinada por triplicado por el método de la AOAC en una estufa a 105°C (9). Duplicados de 10.0 g de muestra se mezclaron con 250 ml de una solución de cloroformo-metanol (2:1 vol/vol), en un homogeneizador (Virtis® Modelo 27625) por tres min, para obtener un extracto lipídico, siguiendo el procedimiento de Folch et al. (10). Este extracto se almacenó a -20°C en tubos de ensayo de 50 ml con sobretapa de teflón.

Para la determinación de los lípidos totales, se utilizaron vasos de precipitado de 25 ml, limpios y secos, que fueron previamente colocados en un horno a 100°C durante una hora y luego se dejaron enfriar en un desecador. Duplicados de 10.0 ml del extracto lipídico se trasvasaron a los vasos de precipitado previamente pesados, que posteriormente se colocaron sobre una bandeja, cubiertos con un pedazo de gasa y se dejaron en la campana de extracción por un lapso de 24-36 h hasta la evaporación completa del solvente. Luego, los vasos de precipitado fueron colocados en un horno a 100°C por 1-2 h y posteriormente se dejaron enfriar en un desecador y se controlaron hasta alcanzar peso constante. El contenido de lípidos totales se determinó gravimétricamente.

Determinación cromatográfica del perfil de ácidos grasos

Una alícuota del extracto lipídico, correspondiente a aproximadamente 25 mg de lípidos totales del músculo *longissimus* se evaporó (N-Evap Organomation®) bajo corriente de nitrógeno a temperatura constante de 40°C. Las muestras se saponificaron con 2 ml de hidróxido de potasio 0.5 N, en metanol, en un baño de agua a 70°C, durante 15 min, precisando que los tubos que contenían las muestras no estuvieran completamente sellados. La metilación de los ácidos grasos se realizó con trifluoruro de boro al 14% en metanol, en baño de agua, durante 30 min (11). Después que las muestras se enfriaron, se les añadió 4 ml de agua destilada y 8 ml de hexano, se agitaron y se extrajo la capa superior de la mezcla. Se les añadió 800 mg de sulfato sódico anhidro y se mezclaron. Cada muestra se mezcló con 5 mg del estándar interno (margarato de metilo, C17:0).

Los ésteres metálicos de los ácidos grasos (EMAG) en 2 µL de hexano se inyectaron en un cromatógrafo de gases Perkin Elmer modelo Autosystem, con detector de ionización de llama; equipado con una columna capilar de sílica fundida (SPTM - 2380) marca Supelco® de 30 m x 0.25 mm de diámetro interno (12). La temperatura del puerto de inyección y del detector fue de 220°C. En el horno se estableció un programa de temperatura (Sampugna et al., comunicación personal), comenzando con 156°C, 1.6°C/min hasta 195°C; seguido de 1.4°C/min hasta alcanzar 181°C. El flujo del gas de arrastre (nitrógeno) fue de 80 psi de salida.

El sistema de cromatografía gas líquido se calibró con una mezcla de patrones de referencia comercial marca Alltech Associates, de ácidos grasos purificados de 5 mg/ml, compuesta de C14:0, C14:1, C15:0, C16:0, C16:1, C17:0 (estándar interno), C18:0, C18:1 cis, C18:1 trans, C18:2, C18:3, C20:0, C20:4, C22:6, que fueron previamente metilados (11). La identificación de los ácidos grasos se realizó mediante la comparación de los tiempos de elución de los picos de EMAG de la muestra, con los de la mezcla patrón.

Para la cuantificación de los EMAG se utilizó el estándar interno (C17:0). Los cromatogramas de los ésteres metálicos de una mezcla patrón se utilizaron para obtener factores de respuesta. Los factores de respuesta se incorporaron a la ecuación diseñada para cuantificar los EMAG de la muestra (13). El cálculo permitió que se expresaran en gramos de ácidos grasos individuales derivados de triacilgliceroles y fosfolípidos, por cada 100 gramos de tejido fresco.

Análisis estadístico

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con desbalance en el número de animales por celda.

Se efectuó un Análisis de Varianza (ANOVA), por cuadrados mínimos, para determinar los efectos de las variables independientes sobre el perfil de ácidos grasos. Cuando las pruebas ANOVA resultaron significativas para los efectos principales (P<0.05), se efectuaron las pruebas de separación de medias mínimo cuadráticas (14).

Modelo lineal

$$Y_{ijklmn} = \mu + \text{Edad}_i + \text{Tipo racial}_j + \text{Gordura en el lomo}_k + \text{Acabado}_l + \text{Marmoleo}_m + \text{Madurez}_n + E_{ijklmn}$$

donde,

Y = es la observación de las variables ácidos grasos individuales, AGS, AGI, AGMI, AGPI, AGI/AGS, AGMI/AGS, AGPI/AGS.

μ = es la media general.

Edad = efecto de la i - ésima edad (2.5, 3.0, 3.5, 4.0).

Tipo racial = efecto de la j - ésima tipo racial (mestizo lechero, mestizo cebú).

Gordura en el lomo = efecto de la k - ésima gordura en el lomo (extramagra, magra, gorda).

Acabado = efecto del l - ésimo acabado (uniforme, desuniforme, en parches).

Marmoleo = efecto del m - éximo nivel de marmoleo (trazas, prácticamente desprovisto y nada).

Madurez = efecto de la n - éxima madurez (A,B).

Eijklnm = efecto asociado al error experimental.

RESULTADOS Y DISCUSION

Humedad y lípidos totales de la muestra

En la Tabla 1 se exhiben las medias generales (no ajustadas por mínimos cuadrados) y su desviación estándar para las variables dependientes. El valor medio para el contenido de humedad (73.9 g/100g) se aproxima al reportado por el INN (75.1g/100g) para la carne magra de solomo y se encuentra dentro del rango de valores presentados para otros cortes por autores venezolanos (15).

TABLA 1
Estadísticos descriptivos de la muestra

Variable dependiente ^a	Media±DS ^b	CV
Humedad	73.86±1.36	1.59
Lípidos totales	2.90±1.040	35.84
C14:0	0.076±0.039	51.94
C14:1	0.043±0.026	60.73
C15:0	0.010±0.060	66.46
C16:0	0.593±0.251	42.32
C16:1	0.109±0.067	61.96
C18:0	0.310±0.124	40.05
C18:1 cis	0.054±0.391	39.58
C18:1 trans	0.547±0.210	38.40
C18:2	0.084±0.033	39.71
C18:3	0.007±0.008	100.74
C20:0	0.008±0.021	240.46
C20:4	0.016±0.010	68.37
C22:6	0.027±0.011	43.70
Total AGS	1.081±0.041	38.66
Total AGI	1.822±0.650	35.72
Total AGMI	1.688±0.614	36.39
Total AGPI	0.134±0.046	34.42
AGI/AGS	1.790±0.535	28.59
AGMI/AGS	1.653±0.492	102.34
AGPI/AGS	0.136±0.055	112.89

^a Los valores absolutos para humedad, lípidos totales y ácidos grasos se expresan en g/100 g de tejido muscular fresco

^b Media = Medias generales no ajustadas por cuadrados mínimos ± Desviación estándar.

CV= Coeficiente de variación.

AGS= Acidos grasos saturados.

AGI= Acidos grasos insaturados.

AGMI= Acidos grasos monoinsaturados.

AGPI= Acidos grasos poliinsaturados.

En cuanto al contenido de lípidos para muestras de solomos de cuerito recolectados en abastos de la ciudad de Caracas

durante dos años, Reyes y Bosch (16) reportan un valor medio de 2.4 g de lípidos en 100g de carne cruda, valor muy semejante al valor medio (2.9 g/100g) descrito en Tabla 1. Sin embargo, según la fuente oficial (5) el contenido de lípidos (0.6 g/100g) es casi cinco veces menor al observado aquí y cuatro veces menor al reportado por Reyes y Bosch (16) para este mismo corte.

Por su parte, Araujo de Vizcarrondo et al. (15) reportan concentraciones de lípidos que fluctúan entre 1.62% y 5.15% para cortes de res recolectados en supermercados de Venezuela, que, según la nomenclatura norteamericana utilizada en ese estudio (15) serían cortes distintos al "solomo de cuerito". Sin embargo, en los estudios venezolanos previos (15,16) no se describe si las muestras fueron despojadas de su cubierta de grasa.

En general, los valores para el tenor graso medio del músculo *longissimus* de los animales venezolanos, tienden a ser menores al observado en los Estados Unidos para el mismo músculo sin cubierta de grasa (rib, small end No. 13135), en el nivel de corte mas comparable con el nuestro, según la Tabla A3 del manual de composición de la carne (2) publicado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA). Esta fuente (2) refiere que, la concentración de los lípidos totales, ponderando todas las clases de carnes (de consumo directo) según su cuota en el mercado norteamericano, alcanza en promedio 7.3 g/100 g, es decir, el doble de la cantidad encontrada (3.37 g/100g) para el máximo nivel prevalente de marmoleo ("Trazas") en nuestro estudio, y doce veces la cantidad reportada por la tabla de composición del Instituto Nacional de Nutrición (5). Esta diferencia apreciable en tenor graso con la carne producida en Norteamérica, se puede atribuir al contraste de genética, alimentación y manejo de las reses, que en el caso norteamericano son, en su mayoría, de predominio *Bos taurus*, especie vacuna con mayor predisposición a acumular grasas intramusculares que la de tipos cebuínos (*Bos indicus*) (4,17), sobre todo en condiciones de ceba intensiva a corral con dietas basadas en cereales, una práctica corriente en los Estados Unidos (18).

En la Tabla 2 se presentan las medias ajustadas por mínimos cuadrados (cuadráticas) con su error estándar, para la humedad y los lípidos totales intramusculares según la edad, tipo racial, niveles de marmoleo, gordura en el lomo, acabado y madurez fisiológica.

El análisis de varianza sólo detectó la variación en humedad ($p < 0.0001$) debida al tipo racial (presentando los mestizos lecheros 1.49 g menos de humedad por 100 g de tejido fresco). Estadísticamente, ningún factor afectó el contenido de lípidos intramusculares (Tabla 2) y esto era de esperarse porque, al retirar, para efectos de análisis químico, las grasas subcutánea e intermuscular envolventes del músculo, se eliminan prácticamente, la mayoría de las fuentes probables de variación, sobre todo, los índices de gordura visible.

TABLA 2
Medias cuadráticas \pm error estándar para el contenido de lípidos totales y humedad en músculo *longissimus* de bovinos, según distintas variables

Variables	Lípidos totales ^b	Humedad ^b
Edad dentaria		
2.5	3.20 \pm 0.262	73.23 \pm 0.289
3.0	3.20 \pm 0.245	73.35 \pm 0.266
3.5	3.22 \pm 0.232	72.92 \pm 0.261
4.0	2.72 \pm 0.284	73.09 \pm 0.313
Tipo racial		
Mestizos lecheros	3.22 \pm 0.304	72.40 \pm 0.337c
Mestizos cebú	3.34 \pm 0.151	73.90 \pm 0.165d
Nivel de marmoleo		
Trazas	3.37 \pm 0.210	72.89 \pm 0.237
Prácticamente desprovisto	3.02 \pm 0.252	73.46 \pm 0.284
Nada	2.88 \pm 0.232	73.10 \pm 0.259
Gordura en el lomo		
Extramagra	3.02 \pm 0.224	73.15 \pm 0.244
Magra	3.26 \pm 0.310	73.29 \pm 0.252
Gorda	3.25 \pm 0.235	73.01 \pm 0.347
Acabado		
Uniforme	3.20 \pm 0.202	73.06 \pm 0.222
Desuniforme	3.12 \pm 0.216	73.28 \pm 0.244
En parches	2.89 \pm 0.325	73.09 \pm 0.367
Madurez fisiológica		
A	3.12 \pm 0.201	73.29 \pm 0.219
B	3.02 \pm 0.222	73.00 \pm 0.244

^a El análisis de varianza no detectó variación alguna ($p > .005$) en el contenido de lípidos totales.

^b Los valores absolutos para humedad y lípidos totales se expresan en g/100 g de tejido muscular fresco.

^{c,d} Medias cuadráticas en la columna de humedad con letras distintas difieren ($p < 0.05$).

Es de mencionar que la preparación de la muestra mediante el retiro intencional de la cubierta de grasa responde a una realidad del mercado nacional donde la limpieza del corte de carne es una práctica de carnicería habitual, o exigida por los consumidores. Entrevistas de grupos (Consejo Venezolano de la Carne, datos no publicados) también señalan la demanda, menos frecuente, de dejar a las carnes con su cubierta original de grasa; sobre todo, cuando se trata de asado con brasas (a la parrilla), en cuyo caso, el sebo generalmente es retirado del corte antes de su consumo.

Tendencias generales en el perfil gravimétrico de los ácidos grasos

En general, los valores gravimétricos para el total de ácidos grasos en las muestras, están por debajo de la literatura norteamericana consultada (2) debido a las concentraciones relativamente bajas, ya discutidas, de los lípidos totales en la carne venezolana. Los valores calculados según la Tabla A3 del USDA (2), sumando las concentraciones promedio de los

principales ácidos grasos saturados (C14:0, C16:0 y C18:0), monoinsaturados (C16:1, C18:1), y poliinsaturados (C18:2, C18:3, C20:4) son, respectivamente, 2.84, 3.12 y 0.24 g/100g de carne magra separable del solomo ($n=35$). Tomando como base las cifras anteriores, las sumas para la concentración de los mismos grupos de ácidos saturados, monoinsaturados (incluyendo ambos isómeros del C18:1) y poliinsaturados, para la muestra de reses venezolanas (Tabla 1), son evidentemente menores (0.98, 0.71, y 0.11 g/100g, respectivamente), lo cual se discutirá con más detalle al observar los efectos del marmoleo.

Valores relativamente más altos para los mismos ácidos grasos en carne vacuna cruda reportados por otros autores (15) en Venezuela son incomparables a los nuestros, ya que comprenden cortes distintos al solomo. Además, los valores promedio expresados por Araujo de Vizcarrondo et al. (15) como ésteres metálicos (saturados: 50.94; monoinsaturados: 43.71; poliinsaturados: 4.87) por 100 g de muestras recolectadas en supermercados de Venezuela, lucen anómalos según la literatura consultada de cantidades absolutas en g por 100 g de alimento (2,13) y reflejan, en cambio, el porcentaje individual de cada ácido graso del total de ácidos grasos determinados o del total de lípidos extraídos. Por su parte, también Reyes y Bosch (16) reportan valores porcentuales de AG con respecto a la cantidad total de lípidos extraídos de diferentes muestras de carnes (descartando en algunas muestras la fracción de fosfolípidos y considerando solamente triacilglicérols). Cálculos propios a partir de esta fuente (16) para lípidos del solomo de cuerito arrojan los siguientes valores porcentuales: saturados: 46.2, monoinsaturados: 48.5, y poliinsaturados: 5.4. Obviamente, estas cifras derivadas de Reyes y Bosch (16) tampoco reflejan los valores que se esperan para valores absolutos de AG por 100g de carne cruda (2,13).

Por la literatura consultada, nuestro reporte sería el primero en Venezuela que considera la composición en peso de AG, respecto a la cantidad de carne a consumir (g/100 g de producto crudo), la manera más útil de expresar los datos de ácidos grasos con propósitos nutricionales (13).

Efecto de la edad dentaria

En la Tabla 3 se presentan las medias cuadráticas de los ácidos grasos para las diferentes edades dentarias de los animales estudiados. Los resultados demuestran que la edad dentaria hizo variar los contenidos de C14:0, C20:0 y las relaciones AGI/AGS y AGPI/AGS ($p < 0.05$). Los músculos de los animales más jóvenes presentaron la mayor ($p < 0.05$) concentración de C20:0. La variación ($p < 0.05$) de la concentración de C14:0 en el tejido muscular, no mostró una disposición definida según la edad dentaria. Tampoco hubo tendencias definidas para los índices de insaturación.

La variación sin tendencias en la proporción de mirístico (C14:0) con la edad del vacuno, ha sido previamente señalada (20).

Aunque en nuestro caso, los valores del índice de

insaturación (AGI/AGS) no sugieren un gradiente, de la menor a la mayor edad (Tabla 3), el grupo de animales con edad mas avanzada (4.0 años o más), exhibió el mayor ($p<0.05$) contenido de AGI en relación con el total de AGS, siendo los AGS prácticamente duplicados por los AGI.

TABLA 3
Medias cuadráticas \pm error estándar para los valores de ácidos grasos de acuerdo a la edad dentaría

Acido graso g/100g	Edad dentaría (años)			
	2.5 (n=34)	3.0 (n=44)	3.5 (n=45)	4.0 (n= 22)
C14:0	0.10 \pm 0.009a	0.09 \pm 0.009ab	0.10 \pm 0.008a	0.07 \pm 0.010b
C14:1	0.04 \pm 0.006	0.05 \pm 0.006	0.04 \pm 0.006	0.03 \pm 0.007
C15:0	0.09 \pm 0.014	0.10 \pm 0.013	0.08 \pm 0.013	0.07 \pm 0.021
C16:0	0.68 \pm 0.061	0.60 \pm 0.057	0.66 \pm 0.061	0.52 \pm 0.072
C16:1	0.11 \pm 0.017	0.12 \pm 0.015	0.11 \pm 0.015	0.15 \pm 0.020
C18:0	0.34 \pm 0.030	0.33 \pm 0.031	0.34 \pm 0.028	0.29 \pm 0.033
C18:1 cis	1.10 \pm 0.161	1.09 \pm 0.089	1.09 \pm 0.093	1.10 \pm 0.104
C18:1 trans	0.58 \pm 0.051	0.60 \pm 0.048	0.61 \pm 0.047	0.51 \pm 0.056
C18:2	0.09 \pm 0.008	0.09 \pm 0.007	0.11 \pm 0.007	0.09 \pm 0.009
C18:3	0.009 \pm 0.002	0.01 \pm 0.002	0.008 \pm 0.002	0.01 \pm 0.002
C20:0	0.02 \pm 0.005a	0.004 \pm 0.005b	0.002 \pm 0.005b	0.0006 \pm 0.005b
C20:4	0.01 \pm 0.003	0.02 \pm 0.003	0.02 \pm 0.002	0.02 \pm 0.003
C22:6	0.03 \pm 0.003	0.03 \pm 0.003	0.03 \pm 0.003	0.03 \pm 0.003
Total AGS	1.22 \pm 0.102	1.14 \pm 0.094	1.20 \pm 0.093	0.95 \pm 0.111
Total AGI	1.98 \pm 0.160	2.01 \pm 0.153	2.01 \pm 0.153	1.81 \pm 0.174
Total AGMI	1.83 \pm 0.150	2.00 \pm 0.140	1.87 \pm 0.141	1.62 \pm 0.164
Total AGPI	0.14 \pm 0.011	0.15 \pm 0.010	0.15 \pm 0.010	0.14 \pm 0.012
AGI/AGS	1.67 \pm 0.131b	1.89 \pm 0.121b	1.68 \pm 0.125b	2.04 \pm 0.143a
AGMI/AGS	1.55 \pm 0.12	1.75 \pm 0.111	1.55 \pm 0.110	1.86 \pm 0.131
AGPI/AGS	0.11 \pm 0.013b	0.14 \pm 0.012b	0.13 \pm 0.012b	0.17 \pm 0.014a

a,b Medias cuadráticas con letras distintas en una misma hilera son diferentes ($p<0.05$).

AGS: Acidos grasos saturados.

AGI: Acidos grasos insaturados.

AGMI: Acidos grasos monoinsaturados.

AGPI: Acidos grasos poliinsaturados.

Trabajando con reses en Estados Unidos, Huerta-Leidenz et al. (19) detectaron con datos normalizados (áreas porcentuales), un incremento de AGI (C18:1 y C18:2) en tejido adiposo subcutáneo a medida que los animales avanzaban en edad cronológica. Otros trabajos norteamericanos, con datos expresados en porcentajes del peso total de ácidos grasos (20) o en moles % (21) también han observado un ligero incremento con la edad en la proporción de C18:1 en lípidos intramusculares de vacuno.

Aún con las referencias que apoyan la mayor insaturación en tejidos adiposos de animales relativamente mas viejos (19), se advierte que la agrupación por edad en nuestro estudio se basó en una cronología estimada (por dentición). Por otra parte, es producto de una selección al azar, sin control de otros factores biológicos de variación (sexo, alimentación, etc.) como sucede en otros estudios (19,21).

La tendencia a cantidades menores de lípidos intramusculares en el grupo de 4 años o más (Tabla 3), puede

explicar el contenido relativamente mayor de AGPI, probablemente derivados de los fosfolípidos, cuya proporción se incrementa en músculos de alta magrez (20,22).

No es de extrañar, que en estudios mas controlados (animales de igual sexo, raza, alimentación, manejo, etc.), los animales de mayor edad tengan depósitos intramusculares más abundantes de grasa y en esas condiciones, los hallazgos con datos gravimétricos, difieren de los nuestros.

Efecto del tipo racial

El efecto de la predominancia racial fenotípica sobre el perfil de los ácidos grasos puede observarse en la Tabla 4. El *longissimus* de los mestizos lecheros mostró apenas 0.03 g/100g más de C14:0 y 0.003 g/100g más de C18:3, que los mestizos cebú. La escasa diferencia en las concentraciones musculares de C14:0 y C18:3 a favor de los mestizos lecheros tiene significación estadística ($p<0.05$), a pesar de que los músculos de estos animales presentan una cantidad de lípidos totales que tiende a ser inferior a la observada para mestizos cebú (Tabla 2). El resto de los ácidos grasos y el total de AGS, AGI, AGMI, AGPI y las relaciones de AGI/AGS, AGMI/AGS y AGPI/AGS no fueron afectados por el tipo racial.

TABLA 4
Medias cuadráticas \pm error estándar para los valores de ácidos grasos de acuerdo al tipo racial

Acido graso (g/100g)	Tipo racial		Valor p
	Mestizo cebú (n=131)	Mestizo lechero (n=14)	
C14:0	0.07 \pm 0.005	0.10 \pm 0.011	0.004
C14:1	0.04 \pm 0.003	0.04 \pm 0.007	NS
C15:0	0.08 \pm 0.008	0.08 \pm 0.018	NS
C16:0	0.58 \pm 0.035	0.65 \pm 0.073	NS
C16:1	0.12 \pm 0.009	0.13 \pm 0.020	NS
C18:0	0.32 \pm 0.017	0.33 \pm 0.036	NS
C18:1 cis	1.00 \pm 0.055	1.13 \pm 0.114	NS
C18:1 trans	0.57 \pm 0.030	0.57 \pm 0.061	NS
C18:2	0.09 \pm 0.005	0.10 \pm 0.009	NS
C18:3	0.007 \pm 0.001	0.01 \pm 0.002	0.02
C20:0	0.007 \pm 0.003	0.005 \pm 0.006	NS
C20:4	0.02 \pm 0.002	0.02 \pm 0.003	NS
C22:6	0.03 \pm 0.001	0.03 \pm 0.004	NS
Total AGS	1.10 \pm 0.060	1.18 \pm 0.122	NS
Total AGI	1.86 \pm 0.091	2.02 \pm 0.190	NS
Total AGMI	1.72 \pm 0.087	1.87 \pm 0.190	NS
Total AGPI	0.13 \pm 0.006	0.15 \pm 0.013	NS
AGI/AGS	1.86 \pm 0.075	1.77 \pm 0.157	NS
AGMI/AGS	1.72 \pm 0.069	1.64 \pm 0.144	NS
AGPI/AGS	0.14 \pm 0.007	0.13 \pm 0.016	NS

AGS: total de ácidos grasos saturados.

AGI: total de ácidos grasos insaturados.

AGMI: total de ácidos grasos monoinsaturados.

AGPI: total de ácidos grasos poliinsaturados.

NS: diferencias no significativas ($p > 0.05$).

Los perfiles muy similares de los tipos raciales venezolanos bajo estudio pueden deberse a la existencia de una base genética común (la especie *Bos indicus*) pese a la caracterización por predominio fenotípico de los animales. Los mestizos lecheros en Venezuela tienen una influencia importante de genes del cebú (*Bos indicus*), derivada de cruzamientos dirigidos a una mayor adaptación al trópico. En otros estudios extranjeros se han reportado diferencias de composición lipídica más marcadas entre sexos (20-22) que entre razas puras y/o cruces (19, 22).

Efecto del nivel de marmoleo

El análisis de varianza reveló efecto significativo del nivel de marmoleo sobre el perfil de ácidos grasos ($p < 0.05$). La concentración de ácidos grasos sigue la tendencia creciente del contenido de lípidos totales con la marmorización (Tabla 2) y al llegar al nivel descrito como Trazas, se dan tenores más altos ($p < 0.05$) de C18:1 trans, C18:2, C20:0, total de AGS, AGI y AGPI (Tabla 5).

TABLA 5
Medias cuadráticas \pm error estándar para los valores de ácidos grasos de acuerdo al nivel de marmoleo

Acido graso g/100g	Nivel de marmoleo		
	Trazas (n=56)	Prácticamente desprovisto (n=34)	Nada (n=55)
C14:0	0.100 \pm 0.008	0.09 \pm 0.009	0.08 \pm 0.008
C14:1	0.05 \pm 0.005	0.04 \pm 0.006	0.04 \pm 0.006
C15:0	0.10 \pm 0.012	0.07 \pm 0.014	0.08 \pm 0.013
C16:0	0.68 \pm 0.050	0.62 \pm 0.06	0.56 \pm 0.050
C16:1	0.12 \pm 0.013	0.13 \pm 0.016	0.12 \pm 0.015
C18:0	0.36 \pm 0.025	0.32 \pm 0.030	0.30 \pm 0.027
C18:1 cis	1.13 \pm 0.081	1.06 \pm 0.094	1.00 \pm 0.087
C18:1 trans	0.64 \pm 0.042 ^a	0.53 \pm 0.051 ^b	0.53 \pm 0.046 ^b
C18:2	0.100 \pm 0.007 ^a	0.089 \pm 0.008 ^b	0.085 \pm 0.008 ^b
C18:3	0.01 \pm 0.002	0.01 \pm 0.001	0.007 \pm 0.001
C20:0	0.01 \pm 0.004 ^a	0.002 \pm 0.005 ^b	0.001 \pm 0.005 ^b
C20:4	0.02 \pm 0.002	0.02 \pm 0.002	0.02 \pm 0.002
C22:6	0.03 \pm 0.002	0.03 \pm 0.003	0.03 \pm 0.003
Total AGS	1.26 \pm 0.084 ^a	1.10 \pm 0.101 ^{ab}	1.02 \pm 0.093 ^b
Total AGI	2.11 \pm 0.131 ^a	1.91 \pm 0.158 ^b	1.81 \pm 0.145 ^b
Total AGMI	1.95 \pm 0.124	1.76 \pm 0.150	1.67 \pm 0.141
Total AGPI	0.16 \pm 0.009 ^a	0.14 \pm 0.011 ^{ab}	0.13 \pm 0.010 ^b
AGI/AGS	1.76 \pm 0.113	1.78 \pm 0.138	1.92 \pm 0.124
AGMI/AGS	1.62 \pm 0.111	1.64 \pm 0.125	1.78 \pm 0.111
AGPI/AGS	0.14 \pm 0.011	0.14 \pm 0.013	0.14 \pm 0.012
C18:1 cis/ C18:1 trans	1.76 \pm 0.102	2.00 \pm 0.072	1.88 \pm 0.11

^{a,b} Medias cuadráticas con letras distintas en una misma hilera son diferentes ($p < 0.05$).

AGS: total de ácidos grasos saturados.

AGI: total de ácidos grasos insaturados.

AGMI: total de ácidos grasos monoinsaturados.

AGPI: total de ácidos grasos poliinsaturados.

Estos resultados no son comparables con la literatura disponible ya que los trabajos previos (22, 24, 25) se refieren

a valores porcentuales (perfil normalizado de AG) o a coeficientes de correlación para explicar el efecto de la marmorización. Con datos porcentuales también se ha señalado (24, 25) que con niveles crecientes de marmorización, respuesta típica a la ceba intensiva a base de cereales, se eleva la proporción de C18:1 (sin distinguir isómeros). Sin embargo, la tendencia es inversa para los AGPI (24,25). El incremento porcentual de los AGPI al disminuir el marmoleo se explica porque a medida que se reducen los depósitos de grasa intramuscular, la relación triacilglicerol:fosfolípidos disminuye concomitantemente (20,22).

Tendencias dispares entre estudios también pueden deberse a las diferencias en el rango de marmoleo considerado. Por observaciones propias, el marmoleo es escaso y varía muy poco en reses venezolanas, lo cual se corrobora con la variación insignificante ($p > 0.05$) de los lípidos intramusculares (Tabla 2). En cambio, el mismo varía en cantidades apreciables en la carne norteamericana porque se constituye en el factor determinante de la calidad de la carne, al atribuirle efectos benéficos sobre el aroma, la jugosidad y la terneza (26). Así, la clasificación de la carne por calidad mejora a medida que aumenta el nivel de marmoleo visto por los clasificadores norteamericanos a nivel del *longissimus* (26).

Los niveles deficitarios de marmoleo prevalentes en esta muestra de reses venezolanas (de "Nada" a "Trazas") se explican por la genética (animales acebuados) (17,19) y el sistema de alimentación (pastos y forrajes) imperante (17). A estos contrastes se les pueden atribuir las diferencias con muestras representativas de la carne norteamericana (2).

Sumando el contenido de los principales ácidos grasos saturados (C14:0, C16:0, C18:0), monoinsaturados (C16:1, C18:1 cis y trans) y poliinsaturados (C18:2, C18:3, C20:4) de la carne de solomos venezolanos con el nivel prevalente más alto de marmoleo ("Trazas"), se obtienen valores (no descritos en tablas) de 1.14, 1.89 y 0.13 g/100g, respectivamente. Estos valores constituyen, respectivamente, el 40.1%, 60.6% y 54.2%, de las concentraciones calculadas a partir de la Tabla A3 del USDA para el mismo corte de carne (2).

Mediante los valores del índice de insaturación (AGI/AGS) (Tabla 5), se demuestra que el contenido total de ácidos grasos insaturados (AGI) en la carne de solomo venezolana tiende a duplicar al de los saturados (AGS), al fluctuar el índice de insaturación, de manera no significativa, de 1.76 para el nivel "Trazas" a 1.92 para el nivel "Nada" de marmoleo.

Cálculos propios del índice de insaturación a partir de la Tabla A3 para solomos en Estados Unidos (2) revela que la relación AGI/AGS tiende a una paridad (1.2 veces el contenido de saturados) en la carne norteamericana.

El índice de insaturación, como criterio nutricional, no toma en cuenta que una parte apreciable de las llamadas "grasas saturadas" presentes en la carne de res está representada por el esteárico (aproximadamente una tercera parte de los AGS con los niveles prevalentes de marmoleo en la muestra) cuya ingesta ha sido sugerida como neutral o bene-

ficiosa en eso de afectar el nivel de colesterol sanguíneo en humanos (1).

Discusión especial requiere la detección del C18:1 trans (elaídico) en todas las muestras de *longissimus*, con mayor concentración (0.64 g/100g) en el máximo nivel de marmoleo ($p < 0.05$). Se calculó además (cifras no presentadas en la Tabla 4) que en las muestras de carne con marmoleo en los niveles de Trazas, Prácticamente desprovisto y Nada, el elaídico constituyó, respectivamente, 32.8%, 30.1% y 31.7%, del total de AGMI.

Los ácidos elaídico y vaccénico (éste último, no considerado en el estudio) son los AG trans predominantes en la grasa de la carne de rumiantes producidos por hidrogenación de linoleico y linoléico en el rumen (27). Algunos autores, convencidos de que los AG trans constituyen un riesgo para la salud (elevando el colesterol de las LDL y HDL en humanos, al sustituir los AGI cis), han sugerido que su contenido se declare en las etiquetas de los productos alimenticios (28) pero otros autores y algunas organizaciones prestigiosas, aún manifiestan dudas acerca de sus efectos adversos sobre la salud y la necesidad de su declaración (29-31).

No se encontraron trabajos que reporten el contenido de elaídico en carne de res, para Venezuela u otros países sudamericanos, lo que hace presumir que éste es el primer informe al respecto.

Efecto del nivel de gordura en el lomo

En la Tabla 6 se observa un efecto marginal de los rangos de engrasamiento exterior en el lomo, sobre el perfil de los ácidos grasos. La poca respuesta se atribuye, al retiro de grasa envolvente del *longissimus*.

Vale mencionar que, el espesor de la cubierta de grasa subcutánea (a retirar) del lomo de las canales utilizadas, derivadas de animales bien conformados, en 137 de las 145 muestras estudiadas, fue inferior a 1 cm, lo cual evidencia canales relativamente magras, representativas de la oferta venezolana. Por contraste, en novillos Angus x Hereford alimentados con concentrados en los Estados Unidos, el espesor de grasa a este mismo nivel es más variable y puede fluctuar de 0.3 a más de 2.0 cm según el tiempo de ceba (0 a 196 días) (18).

El único efecto significativo de la gordura en el lomo se observó sobre el ácido docosahexanoico (C22:6). Por muy pequeña magnitud (1 centésima de g) los animales de lomos con la menor cubierta de grasa (canales extramagras), presentaron el contenido promedio más bajo ($p < 0.05$) de C22:6 en el *longissimus*. Al presumir un mayor contenido de fosfolípidos en solomos de canales extramagras, este hallazgo se torna aparentemente contrario a lo esperado según Eichhorn et al. (23) quienes señalaron la presencia de C22:6 en la fracción polar (fosfolípidos) del músculo tríceps braquial.

La diferencia en concentración de C22:6 detectada en nuestro estudio, por su escasa magnitud, no debería tomarse como una contradicción a los hallazgos de Eichhorn et al. (23).

El hecho de no hallar trabajos que reporten el contenido

gravimétrico del C22:6 en *longissimus* de vacuno no permite hacer mayores inferencias al respecto.

TABLA 6

Medias cuadráticas \pm error estándar para los valores de ácidos grasos de acuerdo al nivel de gordura en el lomo

Acido graso g/100g	Clasificación por niveles de gordura en el lomo ^a		
	Extramagra (n=72)	Magra (n=26)	Gorda (n=47)
C14:0	0.08 \pm 0.008	0.09 \pm 0.008	0.10 \pm 0.011
C14:1	0.04 \pm 0.005	0.04 \pm 0.005	0.04 \pm 0.007
C15:0	0.09 \pm 0.012	0.09 \pm 0.013	0.07 \pm 0.018
C16:0	0.54 \pm 0.052	0.65 \pm 0.054	0.65 \pm 0.074
C16:1	0.11 \pm 0.014	0.15 \pm 0.014	0.11 \pm 0.020
C18:0	0.28 \pm 0.031	0.34 \pm 0.027	0.35 \pm 0.036
C18:1 cis	0.93 \pm 0.082	1.13 \pm 0.085	1.12 \pm 0.115
C18:1 trans	0.49 \pm 0.044	0.58 \pm 0.045	0.64 \pm 0.062
C18:2	0.08 \pm 0.007	0.09 \pm 0.007	0.10 \pm 0.009
C18:3	0.01 \pm 0.002	0.01 \pm 0.001	0.008 \pm 0.002
C20:0	0.005 \pm 0.004	0.01 \pm 0.004	0.0006 \pm 0.006
C20:4	0.02 \pm 0.002	0.02 \pm 0.002	0.02 \pm 0.003
C22:6	0.02 \pm 0.003 ^b	0.03 \pm 0.003 ^c	0.03 \pm 0.004 ^c
Total AGS	1.00 \pm 0.088	1.20 \pm 0.091	1.19 \pm 0.123
Total AGI	1.70 \pm 0.137	2.05 \pm 0.142	2.08 \pm 0.192
Total AGMI	1.57 \pm 0.129	1.90 \pm 0.134	1.92 \pm 0.181
Total AGPI	0.12 \pm 0.009	0.15 \pm 0.010	0.15 \pm 0.013
AGI/AGS	1.79 \pm 0.112	1.86 \pm 0.111	1.80 \pm 0.164
AGMI/AGS	1.65 \pm 0.103	1.72 \pm 0.111	1.72 \pm 0.145
AGPI/AGS	0.14 \pm 0.011	0.14 \pm 0.012	0.14 \pm 0.012

^a Clasificación basada en el espesor de grasa subcutánea sobre el solomo (*longissimus*); Extramagra: 0.1 a 0.3 cm.; Magra: 0.4 a 0.7 cm.; Gorda: 0.8 a 1.9 cm.

^{b,c} Medias cuadráticas con letras distintas en una misma hilera son diferentes ($p < 0.05$).

AGS: total de ácidos grasos saturados.

AGI: total de ácidos grasos insaturados.

AGMI: total de ácidos grasos monoinsaturados.

AGPI: total de ácidos grasos poliinsaturados.

Efecto del acabado de la canal

La Tabla 7 muestra el perfil gravimétrico de los ácidos grasos de acuerdo a los índices de acabado de la canal de los animales evaluados. Por el criterio de exclusión de animales muy flacos de la muestra, no hubo canales del nivel 4 (desprovistos de acabado). Los animales que presentaron una cobertura de grasa distribuida de manera "uniforme" o "desuniforme" en la canal, mostraron menos AGPI con relación al total de AGS en el *longissimus* ($p < 0.05$) que los animales con grasa de cobertura distribuida más irregularmente ("en parches"). Estos resultados coinciden con la tendencia señalada por otras fuentes (22,23) en el sentido que animales con menos grasa de cobertura, presentan, por lo general, más cantidad de músculo magro, y por tanto, más AGPI constituyentes de los fosfolípidos de membrana. Para estos autores (22,23) las diferencias de

composición de ácidos grasos observadas entre tipos raciales, y sexos del vacuno, responden al efecto que los factores intrínsecos ejercen sobre la relación triacilglicerol: fosfolípidos a nivel intramuscular (un reflejo de la razón grasa:músculo en la canal) y no a diferencias supuestas de composición para el mismo lípido.

TABLA 7

Medias cuadráticas ± error estándar para los valores de ácidos grasos de acuerdo a al acabado de la canal^a

Acido graso g/100g	Indice de acabado ^a		
	Uniforme (n=69)	Desuniforme (n=58)	En parches (n=18)
C14:0	0.09±0.007	0.08±0.008	0.09±0.012
C14:1	0.04±0.005	0.03±0.005	0.04±0.008
C15:0	0.09±0.011	0.07±0.012	0.08±0.018
C16:0	0.67±0.048	0.65±0.052	0.52±0.075
C16:1	0.12±0.013	0.11±0.014	0.14±0.021
C18:0	0.33±0.024	0.33±0.025	0.30±0.038
C18:1 cis	1.12±0.075	1.08±0.081	0.97±0.122
C18:1 trans	0.56±0.040	0.58±0.043	0.56±0.065
C18:2	0.09±0.006	0.09±0.006	0.08±0.010
C18:3	0.01±0.001	0.008±0.001	0.008±0.002
C20:0	0.007±0.004	0.005±0.004	0.005±0.006
C20:4	0.02±0.002	0.01±0.002	0.01±0.003
C22:6	0.02±0.002	0.02±0.002	0.03±0.003
Total AGS	1.21±0.081	1.16±0.086	1.01±0.130
Total AGI	1.99±0.126	1.96±0.135	1.87±0.203
Total AGMI	1.85±0.119	1.81±0.127	1.72±0.192
Total AGPI	0.14±0.008	0.14±0.009	0.14±0.014
AGI/AGS	1.75±0.103	1.68±0.111	2.03±0.173
AGMI/AGS	1.61±0.167	1.55±0.102	1.87±0.154
AGPI/AGS	0.13±0.010 ^c	0.12±0.011 ^c	0.16±0.017 ^b

^a Clasificación basada en el Decreto N°181.

^{b,c} Medias cuadráticas con letras diferentes en una misma hilera son diferentes (p < 0.05).

AGS: total de ácidos grasos saturados.

AGI: total de ácidos grasos insaturados.

AGMI: total de ácidos grasos monoinsaturados.

AGPI: total de ácidos grasos poliinsaturados.

CONCLUSIONES

La concentración de ácidos grasos en la carne, por la naturaleza de su expresión en términos absolutos (g/100g de tejido muscular), sigue las tendencias observadas en las variaciones (p>0.05) de contenido lipídico intramuscular.

Dado que el tenor graso visible de la canal (grado de gordura) se puede ver afectado por factores, tanto intrínsecos (edad, tipo racial, etc.) como extrínsecos (tiempo y grado de engorde), los factores en estudio afectan, mediante el grado de gordura, el contenido de ácidos grasos en el músculo *longissimus*, aún con el retiro de grasa envolvente del mismo.

Sorprende que la expresión gravimétrica (g/100 g de tejido

muscular fresco), a pesar de su importancia práctica para informar a los profesionales de la salud, sea poco utilizada en la literatura para discernir sobre la composición de ácidos grasos de la carne y sus implicaciones nutricionales.

El contraste con datos gravimétricos comparables, como los que presentan las tablas oficiales de composición de nutrientes de los Estados Unidos, permite concluir que, en general, la carne de solomo, limpia de grasa, producida en el trópico venezolano, por su bajo y poco variable tenor graso, muestra, relativamente, un contenido mas bajo de ácidos grasos saturados y un mayor índice de insaturación.

El predominio de ácidos grasos insaturados en el músculo *longissimus* (probablemente debido al retiro de la grasa envolvente), descalifica la expresión "grasas saturadas" cuando se trate de lípidos constituyentes de carnes vacunas de alta magrez, como las descritas en este estudio.

AGRADECIMIENTO

Se agradece a la administración de becas Cochran del United States Department of Agriculture (USDA) por facilitar el entrenamiento de la Profesora Lilia A. de Moreno en el laboratorio del Lipid Nutritional Biochemistry Group de la Universidad de Maryland en las técnicas de determinación de ácidos grasos, aprobadas para el manual de composición de alimentos del USDA. Al Dr. Steve Smith, del Animal Science Department de Texas A&M University, y a los Drs. Joseph Sampugna, Beverly Teter, y Michael K. Wong de la University of Maryland por el suministro de los procedimientos por escrito, para la determinación de ácidos grasos; sin que esto represente un aval institucional o personal al presente trabajo. Al personal del Matadero Industrial Centro-Occidental C.A., Laboratorio del Instituto Investigaciones Agronómicas y del Laboratorio de Ingeniería Sanitaria, por el aporte técnico brindado durante la fase experimental. A la Profesora Nola Fernández, de la Facultad de Ingeniería de LUZ, por la colaboración prestada al facilitar el equipo de cromatografía y finalmente, al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad del Zulia (CONDES-LUZ) por el co-financiamiento del presente estudio.

REFERENCIAS

1. Smith DR. Lipid composition of red meat & factors that influence risk for coronary heart disease. Rev. Fac. Agron. (LUZ) 1993; 10 Suppl 1:24-28.
2. United States Department of Agriculture. Human Nutrition Information Service. Agriculture Handbook Number 8-13. Composition of Foods: Beef products. Raw-Processed Prepared. Washington D.C: USDA, 1990.
3. Marchello JA, Dryden FD, Ray DE. Variation in the lipid content and fatty acid composition of three bovine muscle as affected by different methods of extraction. J Anim Sci 1968; 27(5):1233-1238.

4. Huerta-Leidenz NO, Cross HR, Lunt DK, Pelton LS, Savell JW, Smith SB. Growth carcass traits and fatty acid profiles of adipose tissues from steers fed whole cottonseed. *J Anim Sci* 1991; 69: 3665-3672.
5. Instituto Nacional de Nutrición. Tabla de composición de los alimentos para uso práctico. Pub. No. 50 (Serie cuadernos azules). Revisión 1994. Caracas: INN, 1994.
6. Huerta-Leidenz N. Perspectiva de la carne de res y sus lípidos en 1990. Un modelo descriptivo de producción, uso, componentes e ingestión en Venezuela. *Rev Fac Agron (LUZ)* 1993; 10 Suppl 1:9-28.
7. St. Clair LE. Teeth. In: Getty R, editor. *Sissons and Grossman's The Anatomy of the Domestic Animals*. Philadelphia: Saunders. 5th ed. 1975:866-872.
8. Decreto Presidencial N° 181: Gaceta Oficial de la República de Venezuela. N° 35-486. 1994.
9. Association of Official Analytical Chemists, "Official Methods of Analysis", 15th ed., Association of Official Analytical Chemists, Arlington, Virginia, Section 960.39, 1990.
10. Folch J, Lees M, Sloane Stanley GH. A simple method for the isolation and purification of total lipid from animal tissues. *J Biol Chem* 1957; 226:497-509.
11. Morrison WR, Smith LM. Preparation of fatty acid methyl esters and dimethyl acetals from lipids with boron fluoride-methanol. *J Lipid Res*. 1964; 5:600-608.
12. Sampugna J, Wong MK. Moisture, total lipids, fatty acids and cholesterol in raw ground turkey. *J Agric Food Chem*. 1993;41(8):1229-1231.
13. Slover HT, Lañza E. Quantitative analysis of food fatty acids by capillary gas chromatography. *J Amer Oil Chem Soc* 1979; 56:933-943.
14. S.A.S. User's Guide: Statistics. Statistical Analysis System Institute, Inc. Cary, NC. 1985.
15. Araujo de Vizcarrondo C, Carrillo de Padilla F, Martín GE. Fatty acid composition of beef, pork and poultry fresh cuts, and some of their processed products. *Arch Latinoam Nutr* 1998;48: 354-358.
16. Reyes O, Bosch V. Determinación de ácidos grasos en alimentos de mayor consumo en Venezuela mediante cromatografía en fase gas-líquido. *Acta Cient Ven* 1982;33:453-458.
17. Byers FM, Cross HR, Schelling GT. Integrated nutrition, genetics, and growth management programs for lean beef production. In: National Research Council. Board on Agriculture. Committee on technological options to improve the nutritional attributes of animal products. *Designing Foods. Animal Product Options in the Marketplace*. Washington, D.C.: National Academy Press, 1988:383-291.
18. Duckett SK, Wagner DG, Yates LD, Dolezal HG, May SG. Effects of time on feed on beef nutrient composition. *J Anim Sci* 1993;71:2079-2088.
19. Huerta-Leidenz NO, Cross HR, Savell JW, Lunt DK, Baker JF, Smith SB. Fatty acid composition of subcutaneous adipose tissue from male calves at different stages of growth. *J Anim Sci* 1996;74:1256-1264.
20. Link BA, Bray RW, Cassens RG, Kauffman, RG. Fatty acid composition of bovine skeletal muscle lipids during growth. *J Anim Sci* 1970;30:722-731.
21. Clemens E, Vincent A, Mandigo R, Woods W. Fatty acid composition of bulls and steers as influenced by age and dietary energy level. *J Anim Sci* 1973;37:1326.
22. Eichhorn JM, Coleman LJ, Wakayama EJ, Blomquist GJ, Bailety CM, Jenkins TG. Effects of breed type and restricted vs. ad libitum feeding on fatty acid composition and cholesterol content of muscle and adipose tissue from mature bovine females. *J Anim Sci* 1986;63:781-793.
23. Eichhorn JM, Bailey CM, Blomquist GJ. Fatty acid composition of muscle and adipose tissue from crossbred bulls and steers. *J Anim Sci* 1985;61:892-904.
24. Waldman RC, Suess GG, Brungardt VH. Fatty acids of certain bovine tissue and their association with growth, carcass and palatability traits. *J Anim Sci* 1968;27:632-635.
25. Wooten RA, Dryden FD, Marchello JA. Influence of marbling, fatty acids profiles, display temperature and time upon the shelf life of beef rib steaks. *J Food Sci* 1974;39:1132-1135.
26. Savell JW, Cross HR. The role of fat in the palatability of beef, pork, and lamb. In: National Research Council. Board on Agriculture. Committee on technological options to improve the nutritional attributes of animal products. *Designing Foods. Animal Product Options in the Marketplace*. Washington, D.C.: National Academy Press. 1988:345-355.
27. Sommenfeld M. Trans unsaturated fatty acids in natural products and processed foods. *Prog Lipid Res*. 1983; 22(3):221-233.
28. Zock PL, Katan MB. Trans fatty acids, lipoproteins, and coronary risk. *Can J Physiol Pharmacol* 1997;75 (3):221-216.
29. Pfalzgraf A, Timm M, Steinhart H. Content of trans-fatty acids in food. *Z. Ernährungswiss*. 1994; 33(1):24-43.
30. Katan MB, Zock PL, Mensink RP. Trans fatty acids and their effect on lipoproteins in humans. *Ann Rev Nutr* 1995;15:473-493.
31. Mensink RP, Katan MB. Trans monounsaturated fatty acids in nutrition and their impact on serum lipoprotein levels in man. *Prog Lipid Res* 1993;32:111-122.

Recibido:20-04-1998

Aceptado:04-03-1999

Composición de huevos de gallina y codorniz

Sara Josefina Closa, Claudia Marchesich, Mildred Cabrera, Juan Carlos Morales

Departamento de Tecnología. Universidad Nacional de Luján, Provincia de Buenos Aires, Argentina

RESUMEN. Para evaluar factores de riesgo dietético en relación con enfermedades cardiovasculares se necesitan datos de composición de alimentos confiables, especialmente sobre el contenido de grasa saturada y colesterol. En este estudio se analizó la composición proximal, contenido de colesterol y perfil de ácidos grasos de huevos de gallina y codorniz, que son los que habitualmente se consumen o comercializan en el país. La composición proximal se determinó utilizando las técnicas específicas de AOAC (1984) y para colesterol y ácidos grasos se utilizó cromatografía en fase gaseosa, previa extracción de los lípidos por técnica de Folch modificada. Los resultados obtenidos corroboran la estabilidad que caracteriza la composición de los huevos en general. El contenido de colesterol de los huevos de codorniz resultó ser similar al de gallina, si bien el valor obtenido es casi la mitad del informado en las tablas americanas (HANDBOOK 8). La diferencia puede deberse a la metodología analítica empleada en uno y otro caso. En el perfil de ácidos grasos, predominan los ácidos grasos monoinsaturados. El estudio aporta datos obtenidos con la metodología actualmente recomendada e información accesoria de utilidad para incorporar en tablas de composición de alimentos.

Palabras clave: Huevos, composición proximal, colesterol, ácidos grasos.

SUMMARY. Composition of chicken and quail eggs. Qualified food composition data on lipids composition are needed to evaluate intakes as a risk factor in the development of heart disease. Proximal composition, cholesterol and fatty acid content of chicken and quail eggs, usually consumed or traded, were analysed. Proximal composition were determined using AOAC (1984) specific techniques; lipids were extracted by a Folch's modified technique and cholesterol and fatty acids were determined by gas chromatography. Results corroborate the stability of eggs composition. Cholesterol content of quail eggs is similar to chicken eggs, but it is almost the half content of data registered in Handbook 8. Differences may be attributed to the analytical methodology used to obtain them. This study provides data obtained with up-date analytical techniques and accessory information useful for food composition tables.

Key words: Eggs, proximal composition, cholesterol, fatty acids.

INTRODUCCION

La vinculación encontrada entre el desarrollo de enfermedades crónicas degenerativas y ciertos patrones dietéticos (1) ha revalorizado la necesidad de contar con datos de composición confiables para poder evaluar ingestas de alimentos como factor de riesgo (2). Esos patrones dietéticos se caracterizan por el elevado consumo de alimentos de origen animal, de alta densidad energética, y alimentos procesados o preparados con el agregado de grasa, azúcares y sal (3). En el caso de las enfermedades cardiovasculares los componentes más comprometidos son las grasas saturadas y el colesterol (4,5). Los huevos, alimentos de amplio consumo, se caracterizan especialmente por su elevado contenido en colesterol.

En nuestro país se consumen mayoritariamente los huevos de gallina; también se comercializan huevos de codorniz aunque en forma mucho más restringida, utilizados comúnmente en la ornamentación de platos fríos o en copetines. En los últimos años ha cobrado difusión popular la creencia que los huevos de codorniz no contienen colesterol o que su

contenido es irrelevante, creencia que ha sido alentada en cierta medida por los mismos productores ante la falta de información sobre su composición.

Con el objetivo de obtener datos representativos y confiables sobre el contenido de esos componentes en los huevos que habitualmente consume la población se determinó la composición proximal, el contenido de colesterol y el perfil de ácidos grasos de los huevos de ambas especies. Además se caracterizaron otros parámetros de los huevos analizados, que son de utilidad para actualizar la tabla de composición nacional.

MATERIAL Y METODOS

Materiales

Muestreo: Las muestras fueron adquiridas entre Julio/93 y Marzo/94, en supermercados de la Capital Federal, comercios y granjas productoras de la provincia de Buenos Aires que surten a la región donde se concentra casi el 50% de la población del país. Se tomaron de 6 a 8 muestras en sus

envases corrientes, por 6 unidades los huevos de gallina y por 12 los de codorniz.

Caracterización de las unidades muestreadas: En balanza Mettler PC 4400 se determinó el peso promedio de los huevos muestreados, de las porciones comestibles, de las yemas y de las claras. Se cascaron de 2 a 4 unidades de cada uno de los envases, separando cuidadosamente las yemas de las claras. Se calculó la porción desechable en términos porcentuales.

Preparación de las muestras analíticas: Para efectuar los análisis de composición de cada muestra se volcó el contenido de los huevos enteros y, en su caso, de las yemas de gallina en un homogeneizador con émbolo tipo Potter mezclándose hasta obtener muestras analíticas homogéneas.

Métodos

Para obtener los datos de composición centesimal, colesterol y ácidos grasos se utilizaron los siguientes procedimientos analíticos:

Agua: por desecación hasta peso constante en estufa de vacío a 70°C, previa evaporación en baño de agua según técnica de AOAC (17006-17007) (6). Las determinaciones se realizaron por duplicado sobre 5-6 g de homogenato.

Proteínas: se determinó el nitrógeno por el método de Kjeldahl según AOAC (17008-17009) (6), en equipo semiautomático Tecator modelo 1002. Cada determinación se hizo por triplicado en alrededor de 2 g de mezcla. Para obtener el valor de proteína bruta (Nxf) se multiplicó por el factor de conversión 6.25 (7).

Lípidos totales: se extrajeron por hidrólisis ácida según técnica de AOAC (17012-17013) (6) en tubos Mojonnier. La determinación se hizo por duplicado en alrededor de 3 g de mezcla.

Cenizas: se obtuvieron por incineración en mufla según técnica de AOAC (14006) (6). Se hizo por duplicado en aproximadamente 3 g de mezcla.

Colesterol: por cromatografía en fase gaseosa (CG). La materia grasa se extrajo con cloroformo-metanol (2:1 v/v) en un Omnimixer Sorvall, según la técnica de Folch modificada por Slover (8); se tomaron alícuotas de los extractivos, se saponificaron con solución metanólica 2M de KOH en baño a 80°C, previo agregado de un peso conocido de 5,alfa-colestano (Sigma) usado como estándar interno.

Se extrajo el insaponificable con tres porciones de éter etílico-éter de petróleo (1:1) y una vez mezcladas, se evaporó el solvente. El residuo se redisolvió en ciclohexano y se le hicieron lavados con agua destilada para eliminar el KOH remanente hasta obtener una fase orgánica límpida; luego se

llevó a sequedad en estufa a 105°C. Para la determinación se utilizó un equipo Shimadzu GC RIA computarizado con detector FID; columna de vidrio SE 30 al 10% sobre Shimalite W 60-80 mesh, silanizada y con lavado ácido, de 2.1 m x 3 mm de diámetro. Se usó nitrógeno como gas carrier y temperatura de 300°C en columna, inyector y detector. Se inyectó 1 µl de los insaponificables disueltos en 0.5 ml de cloroformo. Los análisis se hicieron por duplicado y las corridas se replicaron.

Acidos grasos: por CG. Se extrajo la grasa según Folch modificado por Slover (8). Alícuotas de los extractivos, se trataron con Na+MeO-/Me para obtener los correspondientes ésteres metálicos de ácidos grasos. Se analizaron por duplicado en un equipo KONIK con integrador Spectra Physics SP 4600, columna empacada DEGS 10% y nitrógeno como carrier. La temperatura del horno fue programada entre 165 y 210°C a 1°C/minuto, con un tiempo inicial de 3 minutos a 165°C. Los metil-ésteres de los ácidos grasos fueron identificados corriendo previamente un estándar de metil-ésteres (PUFA n° 1 - Supelco). El contenido de ácidos grasos por 100 g de porción comestible, fue calculado de la siguiente forma:

$$\text{ácido graso (g\%)} = \text{g\% de grasa} \times 0.83^* \times \text{área\%}$$

*: factor tomado de "Food Composition Data" (1992) (9).

RESULTADOS

En la Tabla 1 se describen las características de las muestras analizadas. De acuerdo a la tipificación por peso, los huevos de gallina responden a la clasificación de grandes según la reglamentación nacional (Reglamento IPS y DOA de SENASA actualizado - Decreto n° 4238/68 del Ministerio de Agricultura). No existe ninguna especificación sobre huevos de codorniz.

En la Tabla 2 se resumen los datos sobre composición centesimal de los huevos.

En la Tabla 3, se informa el contenido de colesterol de los huevos analizados en mg % y el de ácidos grasos saturados (S), monoinsaturados (M) y poliinsaturados (P), expresados en gramos por 100 gramos de porción comestible.

En la Tabla 4 se presenta el perfil de ácidos grasos de ambas especies, expresados en gramos % de la porción comestible.

TABLA 1

Huevos	Gallina	Codorniz
Peso promedio (g)	67.8±5.8*	11.4±0.8
Porción comestible (g)	60.0±5.3	10.1±0.7
Desechable (Cáscara)	11.5%	12.2%
Peso yema (g)	19.7±2.4	4.5±0.4
Peso clara (g)	40.2±4.4	4.5±0.4

*: Media ± D.E.

TABLA 2

Huevos	g/100 g de porción comestible	
	Gallina	Codorniz
Agua	74.9±1.0*	71.9±1.4
Proteína (N x 6.25)	12.0±0.5	13.6±0.3
Lípidos Totales	11.8±0.5	13.3±1.1
Cenizas	0.95±0.02	1.1±0.2

*: Media ± D.E.

TABLA 3

Huevos	Por 100 gramos de porción comestible	
	Gallina	Codorniz
mg de Colesterol:		
Huevo entero	449±25*	430±36
Yema	1315±23	
g de Acidos Grasos		
Saturados	3.18	4.16
Moniinsaturados	4.53	5.45
Poliinsaturados	2.09	1.44

*: Media ± D.E.

TABLA 4

Huevos	g/100 g de porción comestible	
	Gallina	Codorniz
Acido Mirístico	0.03+0.006*	0.05+0.0006
Acido Palmítico	2.54 +0.123	2.96+0.051
Acido Esteárico	0.61+0.066	1.15 +0.021
Acido Palmitoleico	0.31+0.044	0.44 +0.009
Acido Oleico	4.22+0.306	5.01+0.029
Acido Linoleico	1.79+0.186	1.18+0.044
Acido Linolénico	0.07+0.038	0.01+0.003
Acido Araquidónico	0.23+0.038	0.25+0.015

*: Media ± DE

DISCUSION

Los huevos son considerados los alimentos de composición proximal más estable (10). Los resultados de este estudio confirman esa aseveración, ya que los valores obtenidos son muy semejantes en ambas especies. Puede observarse también que la variabilidad encontrada en cada uno de los macrocomponentes es estrecha. Por otra parte, los valores promedio encontrados en los huevos de gallina comparados con los datos registrados en la vieja tabla nacional y en tablas extranjeras (11-15) son muy parecidos o caen dentro de los límites de variabilidad informados en esas tablas.

Sobre los huevos de codorniz sólo se encontró información en el Handbook 8 del Departamento de Agricultura de

Estados Unidos (13). Comparando los datos, el contenido de agua de los huevos analizados es ligeramente inferior a los registrados en esa tabla (71.9 mg% y 74.35 g% respectivamente), mientras que los valores de los restantes componentes resultan ser ligeramente superiores. Esta diferencia y la mayor amplitud encontrada en las desviaciones estándar comparadas con las obtenidas en los huevos de gallina (ver Tabla 2) hacen sospechar que por tener una demanda considerablemente menor en el mercado, estos huevos pueden haber sufrido pérdidas de agua en el tiempo transcurrido desde la postura hasta su venta.

Como puede observarse en la Tabla 3, el contenido de colesterol por 100 gramos de porción comestible resulta ser similar en ambas especies. Si ese contenido se expresa como porcentaje de los lípidos totales, los huevos de gallina contienen un 3.8% de colesterol y los de codorniz un 3.2%. Cabe señalar no obstante, que el valor hallado en los huevos de codorniz difiere notablemente con relación al dato que registra el Handbook 8, de 844 mg %. Una diferencia de tal magnitud puede deberse a la metodología utilizada para obtener los datos en uno y otro caso.

En ese aspecto Marshall y col. (16), que pertenecen al grupo de investigación del Departamento de Agricultura responsable del Handbook 8, hicieron un estudio muy completo en el cual analizaron los problemas que presenta la determinación de colesterol en alimentos, llegando a la conclusión que en su mayoría están asociados a los procedimientos de extracción de los lípidos, a la purificación de extractivos y, especialmente, a las técnicas analíticas utilizadas. En ese estudio fue analizado el contenido de colesterol en dos dietas mixtas de diferente nivel energético, similares a las consumidas por la población americana. El colesterol fue evaluado por análisis directo utilizando dos técnicas: cromatografía en fase gaseosa (CG) y colorimetría; además lo calcularon a partir de la composición de las dietas utilizando los datos de dicha tabla. En ambas dietas los valores de colesterol analizados por CG fueron aproximadamente el 75% de los valores calculados por tablas y tan sólo el 50% de los valores obtenidos por la técnica colorimétrica. La diferencia tan marcada entre los resultados analíticos se debe a la especificidad de las técnicas: con la cromatografía GC se valora exclusivamente el colesterol, mientras que por colorimetría dan reacción positiva todos los esteroides que tienen en su estructura un grupo OH en la posición 3 del anillo A (17).

Los autores concluyen diciendo que la discrepancia encontrada entre los valores de colesterol calculados a partir de sus propias tablas y los datos analíticos, debe atribuirse a la metodología que se utilizó para obtener esos datos. Por lo tanto consideran imprescindible revisarlos con urgencia, para que al usar las tablas pueda hacerse una evaluación segura del colesterol que aporta la dieta. La técnica cromatográfica, método de elección hasta el momento, es el que se utilizó en el presente trabajo. En consecuencia, el valor hallado en los huevos de codorniz, 430 mg %, puede considerarse confiable.

En la Figura 1 se muestran los cromatogramas obtenidos al analizar los huevos de ambas especies.

FIGURA 1
Cromatograma de huevo de gallina

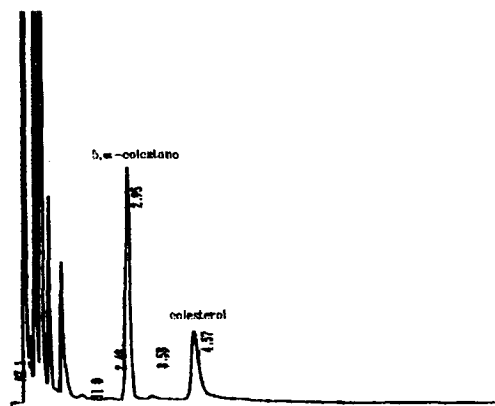
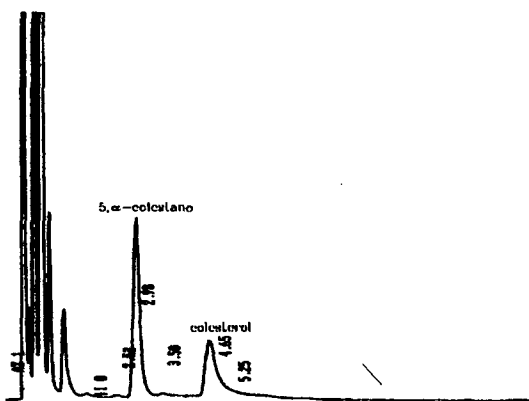


FIGURA 2
Cromatograma de huevo de codorniz



Con respecto al contenido de ácidos grasos S/M/P, hay algunas diferencias entre los dos tipos de huevos analizados que parecerían ser propias de la especie, habida cuenta que las *proporciones relativas entre esa clase de ácidos grasos son coincidentes con las registradas en el Handbook 8.*

En cuanto al perfil de ácidos grasos, en ambos huevos predomina el ácido oleico y en segundo término el palmítico. En cambio hay diferencias en la relación W6/W3, tanto entre los huevos analizados como con respecto a la tabla de consulta. En este aspecto, debe tenerse en cuenta que la composición en ácidos grasos esenciales guarda relación directa con la alimentación suministrada al animal.

CONCLUSIONES

Además de corroborar la estabilidad de la composición proximal de los huevos en general, el presente estudio aporta datos de colesterol obtenidos con la metodología actualmente considerada más confiable y el perfil de ácidos grasos de los huevos que habitualmente consume la población. Toda la información obtenida está en condiciones de ser incorporada en la Base de Datos de Composición de Alimentos de producción nacional.

REFERENCIAS

1. Diet and health: Scientific concepts and principles. (Proceedings of the Symposium). Am J Clin Nutr;1987;45:1027-1392.
2. Rand WM and Young V. Report of a planning conference concerning an international network of food data systems. Department of Nutrition and Food Science. Massachusetts Institute of Technology. July 30, 1983. Cambridge, Massachusetts 02139.
3. Diet, nutrition and the prevention of chronic disease: A report of the WHO Group on diet, nutrition and prevention of noncommunicable disease (WHO, Technical Report Series, N° 797, 1990). Nutrition Reviews, 1991;49:291-301.
4. McNamara DJ. Coronary heart disease. In: Brown ML editor. Present Knowledge in Nutrition. 6th. Ed. Washington, D.C.: International Life Science Institute. Nutrition Foundation, 1990:349-354.
5. Pyörälä K. Dietary cholesterol in relation to plasma cholesterol and coronary heart disease. Am J Clin Nutr 1987;45:1176-1184.
6. AOAC. Official methods of analysis. Helrich K editor. 14th Ed. Washington, DC. The Association of Official Analytical Chemists, 1984.
7. Energy and protein requirements (Report of a Joint FAO/WHO Ad Hoc Expert Committee). 1973; WHO Technical Report Series n° 522, Annex III.
8. Slover HT, Lanza E and Thompson RH Jr. Lipids in fast foods. J Food Sc., 1980; 45:1583-1591.
9. Greenfield H and Southgate DAT. FOOD COMPOSITION DATA - Production, Management and Use. Elsevier App. Sc. London and New York, 1992.
10. Bruce A and Bergström L. User requirements for data bases and applications in nutrition research. Food and Nutrition Bulletin (Special infoods Issue). Ed. UNU, 1983; Vol. 5, n° 2. pag. 24-29.
11. Tabla de la Composición Química de los Alimentos. 4ta Edición. Ed. Instituto Nacional de Nutrición. Dirección Nacional de Salud Pública. Ministerio del Interior de la República Argentina, 1945.
12. Souci, Fachmann, Kraut: Food Composition and Nutrition Tables. ed. by Deutsche Forschungstalt für Lebensmittelchemie, Garchig b Munchen; 5th rev. and complete ed/comp by H. Schert and F. Senser - Stuttgart: Med Scientific Publ; Boca Raton, Ann Arbor; London, Tokio: CRC Press. 1994.
13. Agricultural Handbook n° 8: Composition of Foods. Superintendent of Documents. US Government Printing Office. Washington D.C. 20402.

14. Tabla de Composición de Alimentos Para Uso en América Latina. por Woot-Tsuen Wu Leung INCAP-ICNND. Ed. Interamericana S.A. 1964.
15. Holland B, Unwin ID & Buss DH, Paul AA & Southgate. McCance and Widdowson's The Composition of foods. 5th ed. Cambridge: Royal Society of Chemistry and Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. 1991.
16. Marshall MW, Clevidence BA, Thompson RH Jr and Judd JT. Problems in estimating amounts of food cholesterol. J Food Compos Anal, 1989;2: 2-12.
17. Morales JC y Closa SJ. Determinación del contenido de colesterol en alimentos. (Separata n° 87 Programa Nacional Prioritario de Alimentos). La Alimentación Latinoamericana, 1996, n° 212: 60-63.

Recibido: 04-03-1998

Aceptado: 14-12-1998

Composición química del pan tradicional e industrial y su aporte de energía y proteína en la población del Noroeste de México

Lorenia López Mazón, Mónica Esparza Lozano, María Isabel Grijalva Haro, Sergio Sandoval

Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (CIAD,A.C.) Hermosillo, Sonora, México

RESUMEN. El pan elaborado a base de trigo, es uno de los productos de mayor consumo en la dieta de la población mexicana siendo un importante aportador de energía y proteína. En este estudio se determinó la composición proximal y contenido de minerales de pan preparado en forma artesanal tradicional e industrial. Asimismo se hizo la comparación sobre el costo por gramo de proteína y de energía en cada uno de los tratamientos. Se analizaron siete tipos de panes (pan blanco: bolillo (T), virginia y de caja; pan dulce: conchita, cuernos, bollos y donas). En la determinación de la composición proximal (humedad, proteína, grasa, ceniza y carbohidratos por diferencia) se utilizó la metodología analítica oficial (AOAC, 1984) y el contenido de minerales (Na, K, Ca, Mg, Fe y Zn) por espectrofotometría de absorción atómica. Basado en encuestas de recordatorio de 24 hrs se calculó el consumo diario de cada tipo de pan y se determinó el porcentaje de la recomendación calórica y proteica cubierta por consumo de pan. Se encontró que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) con respecto al contenido de macro y micronutrientes, entre los panes elaborados por los dos tipos de industria panificadora. También se encontró, en la mayoría de los casos, que el pan blanco y pan dulce de la panadería industrial tienen mayor costo por gramo de proteína y energía que el pan tradicional ($p < 0.05$). El contenido de grasa de algunos panes en ambas panaderías fue superior al establecido en la Norma Oficial Mexicana. El contenido de Ca y Na fue mayor en el pan industrial mientras que el resto de los minerales (K, Mg, Fe y Zn) fueron más elevados en el pan tradicional.

Palabras clave: Composición química, pan tradicional e industrial.

SUMMARY. Chemical composition of a typical bread from Northwest of Mexico. Bread from wheat flour is one of the most widely consumed products by the Mexican population. In this study, proximate composition, and mineral content were determined, and cost per/gram of protein and energy of traditional and industrial bread were compared. Seven types of bread were analyzed: bolillo, virginia, white bread and pastries conchita, croissant, breadroll and donuts. Products were analyzed for proximate composition by official methods, and content of Na, K, Ca, Mg, Fe, y Zn by atomic absorption spectrometry. Based on 24 hour recall interviews, the consumption of each type of bread as well as the percent of protein and energy allowances were calculated. Significant differences ($p < 0.05$) were found with respect to nutrient content between traditional and industrial breads. White bread and pastries from industrial origin showed higher costs ($p < 0.05$) per gram of protein and energy than traditional products in most cases. Both industrial and traditional breads showed higher fat content than that established by Official Mexican regulations. A high content of Ca was found in bread from the industrial origin and K, Mg, Fe y Zn were higher ($p < 0.05$) than those from the traditional bakery.

Key words: Chemical composition, traditional and industrial bread.

INTRODUCCION

En el Estado de Sonora, localizado en el Noroeste de México, el pan elaborado a base de harina de trigo es uno de los productos a base de cereales más consumido (1-3). Según Ballesteros et al (4), el consumo promedio por persona (en base húmeda) de pan es 69 g y 25 g/Per-cápita, lo que representa un aporte de 15.7% de proteína y 6.5% de energía de acuerdo a la recomendación para niños entre 7 y 10 años (5).

La industria del pan en Sonora, está integrada por dos tipos de establecimientos: la industria panificadora tradicional (artesanal) y la panificadora moderna (industrial). Indicadores económicos sobre el desarrollo de esta industria en conjunto,

demuestran que el número de establecimientos ha disminuido en relación con el aumento de la población, sin embargo el valor de la producción ha aumentado marcadamente (6). Lo anterior se explica por los fuertes procesos de concentración que ha habido en la panadería industrial. Desde los años sesenta, esta industria empezó a mostrar serios cambios en su estructura interna, que conllevaron por una parte al desarrollo, dominio y liderazgo de una empresa, la más representativa de la industria panificadora moderna a nivel nacional. Por otra parte, esto llevó al marginamiento, estancamiento e incluso aniquilamiento de una gran parte de las panaderías tradicionales (7,8). Con esto se anticipan cambios más acelerados en los patrones de consumo que implican el abandono relativo de la ingesta de pan tradicional (bolillo) a favor del pan industrializado (de caja).

Otro antecedente importante de este estudio es la creencia popular de que hay diferencias en el contenido nutricional en los dos tipos de pan. Desde el punto de vista de la economía es también relevante obtener información sobre el costo por aporte de energía y proteína en ambos tipos de productos.

Así el presente trabajo tuvo como objetivos: comparar la composición proximal y valor nutritivo en pan de trigo, preparado de manera tradicional (T) y pan industrializado (I), así como determinar el costo por gramo de proteína y energía en los dos tipos de productos.

MATERIALES Y METODOS

Marco muestral

Se utilizó un diseño estratificado por zonas donde el tamaño de muestra (n) fue proporcional al estrato (9). Se consideró el estrato de aquellos municipios que contaban con más de cinco panaderías. En total se realizó un muestreo en doce panaderías que representan el 5.5% del total de panaderías localizadas en el Estado de Sonora (Tabla 1). Los tipos de panes blancos analizados fueron: bolillo (T), virginia (T) y de caja (I). Los tipos de panes dulces fueron: conchita, cuernos, bollos y donas. En todos los casos se hizo una comparación de la panadería casera ó artesanal (T) con la panadería industrial o mecanizada (I).

TABLA 1
Municipios seleccionados en base a la estratificación

Municipios	Nº de panaderías totales*	Nº de panaderías muestreadas
Empalme	10	1
Guaymas	17	1
Hermosillo	85	4
Etchojoa	7	1
Nogales	22	2
Obregon	33	2
P. Peñasco	6	1

*Fuente: SECOFI (10)

Preparación de la muestra

De los establecimientos previamente seleccionados se tomaron 3 piezas de cada tipo de pan en forma aleatoria. Se trasladaron al laboratorio en bolsas de polietileno selladas e inmediatamente se determinó el contenido de humedad de acuerdo al método AOAC, 14.086 (11). El pan fue cortado en rebanadas, pesado y secado a temperatura ambiente entre 18-24 horas. Posteriormente se molió en un procesador de alimentos y se pasó por una malla No. 20. Después se almacenó a temperatura de -10°C en frascos de polietileno sellados hasta su análisis posterior.

Composición proximal

El contenido de humedad se determinó por el método AACC, 44.18 (12). El contenido de proteína se basó en el método Kjeldhal, AOAC, 14.03 (11), aplicándose el factor de conversión de cereales 5.7. La materia grasa se cuantificó por el método de extracto etéreo, AOAC, 14.019 (11). El contenido de carbohidratos se calculó por diferencia. Todas las determinaciones fueron hechas por triplicado.

Análisis de minerales

Las muestras secas, se pesaron por triplicado (1.00±0.05 g) y se incineraron en una mufla a 500°C durante 8 horas. La determinación de Na, K, Ca, Mg, Fe y Zn se hizo por espectrofotometría de absorción atómica (Varian modelo AA 1475, Victoria Australia). Para Na y K se utilizó como diluyente LiCl₂ (1500 mg/L) y se cuantificó por la técnica de emisión (AOAC, 1984). En la determinación de Ca, se utilizó La₂O₃ (1% p/v) como agente secuestrante para eliminar interferencias. Toda la cristalería previamente fue lavada con HNO₃ (20% p/v). Antes del análisis de minerales se valoró el método para tener precisión y exactitud, por medio de una muestra certificada de hígado de bovino (NIST, SRM, Bovine Liver 1577a, Gaithersburg, Maryland) y un blanco reactivo.

Energía metabolizable

Se determinó utilizando las cantidades de nutrientes determinados experimentalmente y multiplicados por los factores fisiológicos de conversión: 4.0 kCal/g para proteína, 9.0 kCal/g para grasa y 4 kCal/g para carbohidratos (13).

Cálculo del costo de proteína y por energía en los diferentes tipos de pan

Utilizando los precios (moneda mexicana) dadas por los establecimientos donde se obtuvo cada muestra, se calculó el costo de un g de proteína y de una caloría aportada por los productos analizados. Estos datos se correlacionaron con el contenido de proteína y de energía determinada en este estudio.

Determinación del consumo diario promedio de pan blanco y dulce

De un estudio previo para determinar el consumo de alimentos en el estado de Sonora, México (14), se revisaron 500 encuestas de recordatorio de 24 horas y se obtuvo el consumo de pan blanco y pan dulce (tanto tradicional como industrial) así como la edad y el sexo de los consumidores. Lo anterior se hizo con el fin de obtener el consumo promedio de dichos alimentos.

Estimación del aporte energético proveniente del consumo de pan

Sobre la base del consumo de pan y de acuerdo a los requerimientos por grupo de edad y sexo (5), se estimó el porcentaje de la recomendación calórica cubierta por este alimento.

Diseño experimental

Se aplicó un análisis de varianza y prueba de Duncan ($p < 0.05$) con el objeto de hacer comparaciones en el contenido y costo de nutrientes entre los dos tipos de industrias (15).

RESULTADOS Y DISCUSION

Composición proximal

Los datos de la composición química de pan tradicional e industrial se presentan en las Tablas 2 y 3. Todos los valores son expresados en base húmeda.

TABLE 2
Composición química¹ de pan tradicional e industrial (g/100g)

Nutrientes	Pan blanco		
	Bolillo T	Virginia T	Caja I
Energía (kCal)	283±10.2 ^a	309±21.6 ^b	256±0.00 ^c
Humedad	30.80±2.8 ^a	27.62±5.6 ^b	38.35±0.0 ^c
Proteína	11.58±1.3 ^a	10.79±1.0 ^b	11.50±0.1 ^a
Grasa	1.41±0.6 ^a	3.88±0.9 ^b	2.45±0.0 ^c
Carbohidratos	56.0±3.8 ^a	57.7±6.0 ^b	47.0±0.0 ^c

¹ Valor promedio ± desviación estándar. n = 12.

Las medias con diferente superíndice entre líneas son estadísticamente distintos ($p < 0.05$)

TABLE 3
Composición química¹ de pan dulce tradicional e industrial (g/100g)

Nutriente	Pan dulce							
	Conchita		Cuerno		Bollo		Dona	
	T	I	T	I	T	I	T	I
Energía (kCal)	400±21.0 ^a	404±0.0 ^a	394±29.0 ^a	458±0.0 ^b	447±22.0 ^a	501±0.0 ^b	445±34.0 ^a	456±0.0 ^b
Humedad	19.51±2.5 ^a	20.19±0.0 ^a	21.66±3.8 ^a	13.19±0.7 ^b	20.26±4.0 ^a	18.64±0.0 ^b	19.32±3.2 ^a	16.36±0.0 ^b
Proteína	8.95±0.5 ^a	10.93±0.0 ^b	9.57±0.9 ^a	10.46±0.0 ^b	8.65±1.5 ^a	7.65±0.0 ^b	7.87±1.7 ^a	7.76±0.0 ^a
Grasa	5.70±0.5 ^a	17.02±0.0 ^b	16.44±5.2 ^a	22.24±0.2 ^b	25.83±4.2 ^a	35.28±0.0 ^b	24.50±5.4 ^a	24.51±0.0 ^a
Carbohidratos	55.8±0.2 ^a	51.8±0.0 ^b	52.0±5.9 ^a	54.0±0.0 ^a	45.0±1.5 ^a	38.4±0.0 ^b	48.3±3.5 ^a	51.3±0.0 ^b

¹ Valor promedio ± desviación estándar, n = 12. Las medias con diferente superíndice entre líneas son estadísticamente distintos ($p < 0.05$)

Humedad

Para pan blanco tradicional (T), se obtuvo un promedio de 30.8±2.8%, encontrándose en un rango de 11.96 a 38.22%; mientras que para el pan blanco industrializado (I) el promedio fue de 38.35±0.0% (entre 13.19 y 38.35). Estos datos concuerdan con los reportados por Paul y Southgate (13). Para el pan dulce en sus distintas presentaciones se encontró en el rango de 13.09 a 21.66%. Por otra parte, la Secretaría de Salubridad y Asistencia (SSA) (16), en las Normas Sanitarias para la República Mexicana, establece para pan blanco un rango entre 24.1 y 40.0% por lo que las muestras evaluadas cumplen con esta norma. Para el pan dulce, SSA (16) maneja un rango de 15 a 17% por lo que los valores promedios encontrados en la mayoría de los casos en este tipo de pan, no satisfacen esta especificación.

Proteína

Los valores promedios obtenidos para pan blanco T (bolillo y virginia) fueron de 11.58 y 10.79 g/100g respectivamente en un rango de 5.8 a 14.3g/100g, estos valores son mas elevados a lo reportado por Grijalva (17), en donde para este tipo de pan presenta un contenido de 7.68%; por otro lado para el pan industrial se encontró un valor de 11.50 g/100g.

Los resultados arrojan que el pan virginia fue significativamente mas bajo ($p < 0.05$) con respecto a bolillo (T) y pan de caja (I). En términos generales los valores promedios entre los diferentes tipos de pan dulce para las dos industrias son muy similares excepto para conchita y cuerno I, los cuales resultaron mayores con respecto al T. Se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) en el contenido de proteína de el pan dulce conchita, cuerno y bollo entre los dos tipos de panadería, lo cual pudiera explicarse debido al tipo y cantidad de ingredientes, como el caso de huevo líquido utilizado en la industria mecanizada a diferencia de la artesanal.

Grasa

El contenido de grasa en promedio fue de 1.41 g/100g para bolillo y para virginia fue de 3.88 g/100g, mientras que para el pan de caja fue de 2.45 g/100g, resultando el pan virginia con el valor más elevado, ($p < 0.05$).

En cuanto a los diferentes tipos de pan dulce tradicional, también el contenido de grasa resultó el más variable y se encontraron en un rango de 15.70 a 25.83 g/100g, mientras que para el pan industrial fue un rango mas alto de 17.02 a 35.28 g/100g y las diferencias encontradas entre los panes, fueron significativas ($p < 0.05$). Esto puede deberse a que la industria

mecanizada utiliza mayor cantidad de grasa con el fin de mejorar la textura.

En ambas industrias el contenido de grasa fue muy superior a las Normas Oficiales dadas por la SSA (16), las cuales marcan un rango de 0.3 a 0.7% para pan blanco y un máximo de 11.6% para pan dulce. Es importante considerar estos valores elevados ya que tradicionalmente estos panes se consumen a diario y su elevado consumo podrían repercutir en la salud de la población ya que son densamente energéticos.

Carbohidratos

Para el pan bolillo (T) el promedio fue de 56.0 g/100g y para el pan de caja (I) un valor de 47.0 g/100g. Los valores promedio obtenidos en ambas industrias se encuentran dentro de lo estipulado por SSA (16), que es de 60.8%, como valor máximo.

Minerales

En las Tablas 4 y 5, se presenta el contenido promedio de minerales obtenido en los dos tipos de productos.

El contenido de sodio fue altamente variable de 280 a 317 mg/100 g para pan T hasta 542 mg/100 g para pan I, observándose que los productos industriales presentaron significativamente niveles más elevados (p< 0.05)

Se encontró que el pan blanco de caja tuvo el mayor contenido de sodio. Este mismo comportamiento se observó con respecto a calcio cuyos valores estuvieron entre 35 y 37 mg/100g para pan bolillo (T) y virginia respectivamente y de 52 mg/100g para el pan de caja. La tendencia observada puede ser debido a que en la industria mecanizada utilizan conservadores basado en sodio y calcio (propionato). Aunado a esto,

la adición de sal común (NaCl) provoca que estos elementos tiendan a elevarse en este tipo de pan, no obstante los valores máximos obtenidos para sodio concuerdan con los reportados por Holland (18), para pan blanco y dulce.

El contenido de potasio mostró un comportamiento a la inversa, dado que se encontró que en los productos de la industria tradicional fue mayor el contenido de potasio, lo cual nos indica que las harinas utilizadas en la elaboración del pan estudiado se obtuvieron a un alto grado de extracción. Esto también se observó para magnesio, hierro y zinc. Es importante mencionar que en el caso del pan industrial, donde el contenido de hierro es menor su absorción puede verse disminuida por la formación de compuestos insolubles de sales de calcio (19).

TABLA 4
Contenido de minerales¹ de pan blanco tradicional e industrial (mg/100g)

Nutriente	Pan blanco		
	Bolillo T	Virginia T	Caja I
Sodio	317±106 ^a	280±120 ^b	542±7.5 ^c
Potasio	217±81 ^a	187±50 ^b	150±0.0 ^c
Calcio	35±8.2 ^a	37±9.6 ^b	52±3.8 ^c
Magnesio	22.7±3.0 ^a	19.8±3.6 ^b	20.4±0.0 ^b
Hierro	4.6±3.0 ^a	4.6±2.0 ^a	3.3±0.7 ^b
Zinc	1.67±0.6 ^a	1.62±0.7 ^b	1.45±0.0 ^c

¹ Valor promedio ± desviación estándar. n = 12. Las medias con diferente superíndices entre líneas son estadísticamente distintos (p< 0.05)

TABLA 5
Contenido de minerales¹ de pan dulce tradicional e industrial (mg/100g)

Nutriente	Pan dulce							
	T	Conchita I	T	Cuerno I	T	Bollo I	T	Dona I
Sodio	212±89 ^a	384±15 ^b	229±76 ^a	392±14 ^b	247±87 ^a	360±0.0 ^b	229±93 ^a	396±22 ^b
Potasio	220±12 ^a	133±7.5 ^b	185±62 ^a	175±29 ^b	162±44 ^a	144±14 ^b	198±94 ^a	155±14 ^b
Calcio	30±7.1 ^a	37±7.5 ^b	61±4.9 ^a	50±2.9 ^b	41±26 ^a	119±5.8 ^b	30±7.0 ^a	170±7.3 ^b
Magnesio	16.8±2.4 ^a	16.0±1.5 ^a	24.6±21 ^a	14.4±0.0 ^b	29.7±16 ^a	11.8±7.2 ^b	20.8±7.8 ^a	15.5±1.5 ^b
Hierro	4.8±1.8 ^a	4.5±3.1 ^a	4.7±2.5 ^a	2.0±0.2 ^b	4.8±2.5 ^a	2.5±0.5 ^b	4.1±2.2 ^a	3.7±0.9 ^b
Zinc	1.2±0.6 ^a	1.2±0.0 ^a	1.3±0.3 ^a	1.1±0.2 ^a	1.1±0.3 ^a	1.03±0.1 ^a	1.1±0.2 ^a	1.0±0.1 ^a

¹ Valor promedio ± desviación estándar. n = 12. Las medias con diferente superíndice entre líneas son estadísticamente distintos (p < 0.05)

Energía metabolizable

Los valores oscilaron entre 251 y 337 kCal/100g para pan blanco T y un valor promedio de 256 kCal en pan de caja I (Tabla 2). Este valor se encuentra por encima de lo reportado (13), para pan blanco. Esto se explica por el elevado contenido de grasa, lo cual viene a repercutir en la cantidad de energía

metabolizable. Es importante considerar que estos alimentos se encuentran incluidos en la canasta básica de consumo y por lo tanto son de los principales aportadores de energía en la dieta de los habitantes de Sonora, México. De acuerdo a un estudio realizado por Ballesteros et al (4), el consumo de panes es de 69 g/día y considerando los valores de este estudio, la

energía aportada por este alimento sería de 195 kCal /día.

Por otro lado, los valores promedio (Tabla 3) en pan dulce T, fueron de 394 a 447 kCal mientras que en pan dulce I, de 404 a 501 kCal. En las Tablas de Valor Nutritivo de Alimentos Mexicanos (20) se reporta que el aporte energético de pan dulce es de 384 kCal/100g de producto, por lo que los valores encontrados en este estudio en la mayoría de los casos son superiores al valor reportado (20). Es evidente que para pan cuerno y bollo T e I el contenido calórico se elevó apreciablemente debido a la cantidad de grasa presente principalmente.

Costo/g proteína

Los resultados revelan que el costo promedio en pesos (equivalente a 7.90 pesos por un dólar US) de pan industrial (I) blanco de caja, cuerno, dona y bollo, fueron mayores con respecto al costo promedio del T (Tabla 6); mientras que el resto de los panes I, presentaron costos promedios menores, pero dentro de los rangos obtenidos para pan T. En general se encontraron diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) entre los costos promedios de los panes tradicional e industrial, excepto para el pan tipo cuerno.

Los productos que resultaron con los valores máximos en el costo/g de proteínas, correspondieron a panaderías que se pueden clasificar como modernas, ya que cuentan con algún tipo de equipo (como amasadora), implicando que se eleve el costo del producto.

TABLA 6
Costo¹ (pesos) del pan tradicional e industrial por gramo de proteína y de energía

Tipo de pan		Costo/g proteína	Costo/kCal
Blanco	Panadería		
Bolillo	T	0.06±0.03	0.0016±0.0
Virginia	T	0.11±0.03	0.0034±0.00
Caja	I	0.09±0.0	0.0025±0.00
Dulce			
Conchita	T	0.21±0.04	0.0034±0.0
		0.18±0.0	0.0060±0.0
Cuerno	T	0.26±0.11	0.0045±0.0
	I	0.27±0.0	0.0055±0.0
Bollo	T	0.26±0.07	0.0038±0.0
	I	0.29±0.0	0.0055±0.0
Dona	T	0.31±0.11	0.0040±0.0
	I	0.34±0.0	0.0024±0.0

¹ Costo promedio (en pesos mexicanos actualizados a 1997) ± desviación estándar; n=12.

Las medias con diferente superíndices entre panes similares son estadísticamente distintas ($p < 0.05$)

Costo/kCal

El costo/kCal de pan blanco I fue mayor al costo promedio de pan blanco T. El pan dulce I presentó costos promedio más elevados que el pan dulce T, excepto en dona (Tabla 6). Se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los costos promedios en ambas panaderías y sus respectivos panes.

Tendencias de consumo

Estudios de evaluación del estado de nutrición en el estado de Sonora, México, han arrojado información sobre el consumo de alimentos, encontrándose un elevado consumo de cereales como son tortillas de harina y pan (14). Con la información obtenida en ese estudio, se revisaron 500 encuestas de recordatorio de 24 horas, para obtener las tendencias de consumo de pan, de acuerdo al grupo de edad y sexo, encontrándose que el pan blanco tradicional (bolillo (T)) fue de mayor consumo en la población en general; sin embargo para grupo de mujeres en edades de 23 a 50 años se encontró que el pan blanco industrial fue más consumido.

En el caso del pan dulce I se tuvo un mayor consumo en los grupos que correspondieron a niños entre 7 y 10 años, hombres de 19 años en adelante y mujeres entre 15 y 50 años.

Estos datos, vienen a confirmar los señalamientos de Barkin y Suárez (21), en el sentido de que la industria tradicional está siendo dominada por la empresa mecanizada, ya que su penetración en el mercado va en aumento por estrategias de mercadeo y publicidad, produciéndose con ellos cambios en los patrones de consumo.

Aporte energético diario del pan blanco de acuerdo al consumo promedio

De acuerdo al consumo de pan blanco, el pan tradicional presentó un mayor consumo y por consiguiente un aporte energético más elevado que el industrial, sobre todo para los grupos de edad entre 4 y 10 años (de 178 a 263 kCal) y de mujeres entre 11 y 22 años (de 101 a 275 kCal) (Tabla 7).

TABLA 7
Aporte energético diario y porcentaje de la recomendación² cubierta con el consumo de pan blanco

Edad ² (años)	Pan tradicional		Virginia		Pan industrial	
	Bolillo kCal	%	Virginia kCal	%	Caja kCal	%
Niños						
1-3	100	7.7	158	12.1	124	9.5
4-6	226	12.6	219	12.1	113	6.3
7-10	263	13.1	178	8.9	119	6.0
Hombres						
11-14	226	9.0	207	8.3	131	5.2
15-18	167	5.6	268	8.9	264	9.0
19-22	226	7.8	158	5.4	128	4.4
23-50	202	7.0	298	10.2	178	6.1
51 y más	226	9.8	432	18.8	128	5.6
Mujeres						
11-14	188	8.5	275	12.5	128	5.8
15-18	226	10.2	101	4.6	128	5.8
19-22	226	10.2	0.0	0.0	128	5.8
23-50	56	2.5	0.0	0.0	161	7.3
51 y más	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

¹ Los cálculos se basaron en el consumo total en gramos obtenido de la encuesta de recordatorio de 24 hr.

Fuente directa. Información no publicada CIAD., AC.

² De acuerdo a R.D.A. (1989)

Para el caso de pan dulce (Tabla 8), el industrial fue el que presentó mayor aporte de calorías en la mayoría de los grupos de edad. Para niños entre 7 y 10 años se encontró un aporte promedio de 288 kCal, en el grupo de hombres fue de 196 y 564 kCal y en mujeres entre 15 y 50 años un valor promedio que osciló entre 190 y 444 kCal.

En las Tablas 7 y 8 se presenta la comparación del porcentaje de los requerimientos calóricos cubiertos por el consumo de pan blanco y dulce por grupo de edad para ambas panaderías. Se observa que el pan blanco bolillo (T) cubrió del 7.7 al 13.1% de la recomendación de acuerdo a la RDA (5) en el grupo de niños, mientras que el pan industrial contribuye con un porcentaje menor que fue del 6.0 y 9.5%.

En cuanto a la recomendación cubierta por el consumo de pan dulce se encontró que el pan tradicional contribuye un

poco más que el pan industrializado, el rango cubierto fue de 18.0 y 30.0% mientras que el industrializado cubrió solo el 11%.

Es innegable que estos aportes energéticos vienen a cubrir en cierta medida el problema de subconsumo de energía, señalado en estudios realizados por Valencia (22), para la población de Sonora, donde se reporta que en un 33.4% de la población estudiada, se encontró con un consumo energético menor al 75% de los requerimientos y solamente un poco más de la tercera parte satisface sus requerimientos adecuadamente. En estudios más recientes (14), se encontró que el consumo promedio de energía fue de 2041 kCal para todos los grupos de edad y que para el grupo de mujeres embarazadas y lactantes se presentó un subconsumo de energía de 89% y 68% respectivamente.

TABLA 8
Aporte energético diario y porcentaje de la recomendación² cubierta con el consumo promedio¹ diario de pan dulce

Edad ² (años)	Pan tradicional						Pan industrial					
	Concha		Dona		Bollo		Concha		Dona		Bollo	
	kCal	%	kCal	%	kCal	%	kCal	%	kCal	%	kCal	%
Niños												
1-3	398	30.6	0.0	0.0	0.0	0.0	150	11.5	0.0	0.0	0.0	0.0
4-6	338	18.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7-10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Hombres												
11-14	304	12.1	180	7.2	0.0	0.0	202	8.2	0.0	0.0	0.0	0.0
15-18	228	7.6	0.0	0.0	603	20.0	250	8.3	228	7.6	0.0	0.0
19-22	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	222	7.8	0.0	0.0
23-50	0.0	0.0	199	6.9	0.0	0.0	0.0	0.0	223	7.9	0.0	0.0
51 y más	386	16.8	0.0	0.0	0.0	0.0	581	25.2	0.0	0.0	0.0	0.0
Mujeres												
11-14	228	10.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15-18	0.0	0.0	151	7.1	0.0	0.0	196	8.9	0.0	0.0	0.0	0.0
19-22	222	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	270	12.2	0.0	0.0
23-50	0.0	0.0	0.0	0.0	255	11.6	0.0	0.0	456	20.7	0.0	0.0
51 y más	0.0	0.0	0.0	0.0	255	13.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

¹ Los cálculos se basaron en el consumo total en gramos obtenido de la encuesta de recordatorio de 24 hr.

Fuente directa. Información no publicada CIAD., AC.

² De acuerdo a R.D.A. (5)

CONCLUSIONES

El costo por gramo de proteína aportada por el pan blanco de caja, cuerno, dona y bollo tipo industrial es más elevado que sus similares de la panadería tradicional, mientras que el costo por kCal es menor en conchita, cuerno y bollo tipo tradicional. Se comprueba que existe un mayor consumo de pan blanco tradicional (bolillo (T) y virginia) con respecto al de caja, así como el de pan dulce tipo industrial lo que trae como consecuencia que la población esta recibiendo un mayor aporte

energético proveniente de panes como conchas y cuernos con mayor aporte proteico.

El análisis proximal revela que el pan estudiado cumple las especificaciones que tiene establecido la Secretaría de Salubridad y Asistencia de México para tal efecto, excepto en el contenido de grasa, ya que fue superior a lo estipulado.

Los datos obtenidos en este estudio, por un lado amplían la información concerniente a las tablas de composición química de alimentos regionales, que viene realizando en forma sistemática el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo

llo, A.C (C.I.A.D., A.C.). Por otro lado, identifica los elementos minerales que potencialmente pueden ser suplementados en las harinas destinadas a panificación.

REFERENCIAS

1. Yepiz GM, Ballesteros MN, Grijalva MI, Ramos E y Valencia ME. Mezcla de frijol-tortilla de maíz, frijol-tortilla de valor nutricional de las proteínas de las mezclas. *Rev Tecnol Aliment XVIII (I)*: 1983;6-23.
2. Valencia ME, Jardínez RP, Noriega E, Cruz R, Grijalva MI and Peña C. The use of 24 hours recall data from nutrition survey to determine food preference, availability and food consumption baskets in populations. *Nutr Rep Int* 1983;28,815-823.
3. Ballesteros MN, Yepiz GM, Grijalva MI, Ramos E, y Valencia ME. Elaboración por programación lineal de nuevos productos a partir de cereales y leguminosas. *Arch Lat Nut* 1984;34:1:130-145.
4. Ballesteros MN, Valencia ME and Brown DS. Effect of diet composition on protein requirements of children and adults in Northern México. *Ann Nutr Metab* 1993;37:90-100.
5. National Academy of Sciences. Protein and aminoacid. In: Recommended dietary allowances. NAS. 9th. Ed. National Academy of Sciences. Washington. D.C. 1989.
6. Van Der Borch MI. El desarrollo agroindustrial en el Estado de Sonora. El caso del trigo. CECADEN.O. Hermosillo, Sonora, México. Reporte técnico. 1982.
7. Monte de Oca RE y Zamorano O. La articulación agricultura-industrial en los principales granos y oleaginosas. Centro de Investigación y Docencia Económica N° 1. Reporte técnico. México. 1981.
8. Camarena GB. Desarrollo y problemática de la industria panificadora en Sonora 1960-1990. En: Sandoval G.S. La industria alimentaria en Sonora. C.I.A.D., A.C. 1992.
9. Cochran GW. Sampling Techniques. Wiley. New York, U.S.A. 1957.
10. SECOFI. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. 1990. Fuente directa, datos no publicados.
11. Association of Official Analytical Chemists. Official. Methods of analysis of the A.O.A.C. Ed. Sidney Williams. Arlington, Virginia. U.S.A. 1984.
12. American Association of Cereal Chemists. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists. A.A.C.C., Ed. S.T. Paul Minn. 1976.
13. Paul AA and Southgate DA. McCance and Widdowsons. The composition of foods. 4ed. Elsevier North. London. 1988.
14. Valencia ME, Hoyos LC, Ballesteros MN, Ortega I, Palacios R, Atondo JL. La dieta en Sonora: Canasta de consumo de alimentos. *Estudios sociales. Nutrición y salud*. 1998;VIII(15):11-39.
15. Zar H. Biostatistical analysis. 2nd ed. Prentice-Hall, London. 1984.
16. Secretaría de Salubridad y Asistencia. Dirección General de Control de Alimentos. Bebidas y Medicamentos. 1988.
17. Grijalva MI, Caire G, Sánchez A, Valencia ME. Composición química, fibra dietética y contenido de minerales en alimentos de consumo frecuente en el Noroeste de México. *Arch Latinoamer Nutr* 1995;41(2):145-150.
18. Holland B, Unwin I, Buss D. McCance and Widdowsons. Cereals and cereal products. Third Supplement. The Royal Society of Chemistry and Ministry of Agriculture Fisheries and Food. 1988.
19. Hands ES. Food finder. Food Sources of vitamins of and minerales, 2th. Edition. ESHA. 1989.
20. Hernández M, Chávez A y Bourges H. Valor nutritivo de los alimentos. Tablas de uso práctico. 8th. ed. Instituto Nacional de Nutrición. México. 1980.
21. Barking D y Suárez B. El fin de la autosuficiencia alimentaria. Ed. Nueva Imagen. 1ra. ed. 1982.
22. Valencia ME, Jardines RP, Noriega E, Higuera I, Saucedo. Ramírez E, González L. et al. Estudio nutricional en la zona Serrana del Estado de Sonora. Instituto de Investigación y Estudios Superiores de Noroeste, A.C. Reporte técnico. 1980.

Recibido: 26-06-1998

Aceptado: 19-01-1999

Estudio físico-químico de mieles de la provincia de San Luis-República Argentina

María Angelina Uñates, Adriana Beatriz Aguilar, Hugo Daniel Piola, Héctor Luis Sturniolo, Elba Graciela Aguilar, Manuela Molins de Pedernera

Universidad Nacional de San Luis. San Luis - Argentina

RESUMEN. La miel en Argentina es un producto de consumo popular e industrial y de gran importancia económica para la provincia de San Luis, con buena aceptación a nivel internacional por su calidad y pureza. Para poder acceder a estos mercados es necesario un adecuado control de calidad con el fin de ajustarse a sus requerimientos. Este trabajo tuvo como objetivo analizar las mieles de diferentes zonas de nuestra provincia, con el fin de ajustarse a los requerimientos de los mismos. Los métodos aplicados para el control de las mieles son los estipulados por los organismos nacionales e internacionales, y los resultados obtenidos sugieren que su calidad es aceptable.

Para mantener la excelencia de este producto natural, es esencial concientizar e instruir al productor de la importancia de una práctica tecnológica adecuada, asistida por un control de calidad satisfactorio. **Palabras clave:** Miel, producto natural, control de calidad.

SUMMARY. Chemical physical study of honeys of the province of San Luis, Argentina. In Argentina, honey is a product of popular and industrial consumption. It has great economic importance for the province of San Luis, with good acceptance at international level for its quality and purity. To accede to these markets, a suitable control of quality is necessary, with the purpose of adjusting to their requirements. The objective of this work was to analyze the honeys of different places of the province and to verify if the quality is optimal, for the commercialization and so guarantee a genuine product to the consumer. The methods applied are the specified by the national and international organisms and the results showed the acceptable quality of the honeys. In order to maintain the excellence of this natural product, it is necessary to instruct the producer about the importance of an adequate technological practice, supported by a satisfactory control of quality.

Key words: Honey, natural product, quality control, apicultural program.

INTRODUCCION

Actualmente la República Argentina ocupa el tercer lugar a nivel mundial como país productor de miel y el segundo lugar como exportador; no obstante, en la provincia de San Luis el gobierno impulsado por la exigencia de generar un sistema productivo diversificado acorde a las necesidades de una provincia en crecimiento, a través de la Subsecretaría de Estado de Planeamiento ha puesto en marcha el Programa de desarrollo apícola.

La apicultura, tradicionalmente capitalizada por las provincias de Buenos Aires con una producción del 52%; Santa Fe con el 14%; La Pampa y Entre Ríos con un 7-9%, y Córdoba con el 7%; esta centralizándose actualmente, también en San Luis y convirtiéndose en un importante eje de crecimiento económico y social.

Esta alternativa de trabajo está destinada especialmente a recuperar un sector social que por si mismo a lo largo de la historia se ha visto imposibilitado de organizarse con sus propios recursos (1).

Las perspectivas que se abren a la explotación apícola en

San Luis son grandes, tanto si se tiene en cuenta la importancia relativa de los campos de cultivo, de leguminosas forrajeras: alfalfa (*Medicago sativa*), meliloto (*Melilotus albus*) y oleaginosas: girasol (*Helianthus annuus*); como las extensas superficies cubiertas con plantas silvestres que constituyen excelentes fuentes de néctar. Por ejemplo: algarrobo (*Prosopis flexuosa*), chañar (*Geoffroea decorticans*), caldén (*Prosopis caldenia*), molle (*Lithraea ternifolia*, *Schinus fasciculatus*), que dan mieles características por su sabor, color y textura. Además las plantas nativas contribuyen notablemente al mantenimiento del nivel productivo de las colmenas en virtud de su floración más segura (a causa de la adaptación al medio) y prolongada, incluso otoñal (2).

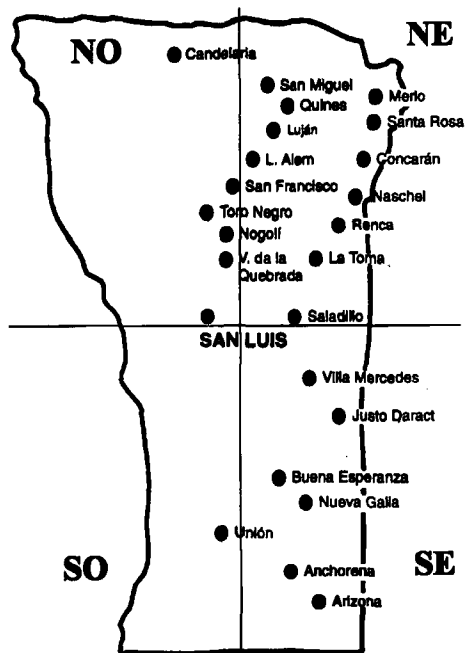
En este trabajo se propone el análisis de las mieles de diferentes zonas de la provincia de San Luis con el propósito de comprobar su calidad, asegurando la comercialización de un producto genuino en protección del consumidor.

Aproximadamente 100 familias con situación económica inestable fueron organizadas en subgrupos de 10 integrantes cada uno y se distribuyeron en distintas localidades comprendidas por el programa (Figura 1) (1).

En consecuencia se dividió la provincia en 4 zonas: Noreste (NE), Noroeste (NO), Sudeste (SE), y Sudoeste (SO), de las cuales se analizaron las mieles de las tres primeras. La zona Suroeste (SO) carece de interés apícola como puede observarse en la Figura 1.

Los métodos utilizados para el control de calidad de las mieles son los estipulados por organismos nacionales e internacionales (3,4,7,15).

FIGURA 1



MATERIALES Y METODOS

Muestra

El total de las muestras analizadas fue 180 (ciento ochenta), procedieron de distintos establecimientos apícolas de la provincia de San Luis, República Argentina. Fueron tomadas al azar o bien adquiridas en los centros donde se comercializan.

Preparación de las muestras

Las muestras libres de gránulos, se mezclaron perfectamente, removiendo o agitando; para los casos en los que se observaron la presencia de gránulos, se colocaron en envase cerrado en un baño de agua a $60^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, sin sumergirlo, durante 30 minutos.

Cuando fue necesario, se elevó la temperatura a 65°C hasta fluidificación de la miel, se mezcló perfectamente, y con enfriamiento rápido. Para separar sustancias extrañas, como cera, palitos, abejas, partícula del panal, etc. se calentaron las muestras en un baño de agua a aproximadamente 40°C y luego se filtraron a través de un filtro adecuado, con circulación de agua caliente, antes de tomar la muestra para su posterior

análisis (9).

Evaluación sensorial

Color: por colorimetría de Pfund. Se usaron los siguientes parámetros para el registro del color: extra-blanco (EB), blanco (B), ámbar extra-claro (AC), ámbar (A) y oscuro (O) (6,8).

Consistencia: se determinó agrupándolas en las siguientes categorías de acuerdo a su cristalización: Cristales finos (CF), Cristales gruesos (CG), Líquida (L) y Viscosa (V). La determinación de la consistencia se realizó inmediatamente de llegadas las muestras al laboratorio, pues con el transcurso del tiempo la miel tiende a cristalizar.

Olor: por el método de dilución a 40°C de Bianchi (6). El olor "sui géneris" u original, es el que se percibe en las mieles procedentes de la floración autóctona, tanto monofloral o multifloral. Los olores, picantes, ácidos, u otros; no se consideran originales.

Sabor: los estímulos gustativos son muy diversos y el sabor está estrechamente relacionado con el origen botánico, en particular, caracterizando a la miel los sabores dulces y ácidos (típicos). Se consideran sabores atípicos el amargo, picante y salado. Se determinó por el método de dilución de Bianchi (6,17).

Análisis químico

El control de calidad de mieles procedentes de la Provincia de San Luis se orientó al análisis de la composición química que permitió comprobar si sus valores correspondían a las características de composición genuina y poner al descubierto adulteraciones o fraudes y alteraciones.

El análisis químico que se realizó fue de acuerdo al Código Alimentario Argentino (actualizado a 1992) y Normas IRAM (Instituto Argentino de Racionalización de Materiales), comprendió: acidez, azúcares reductores y no reductores, cenizas, colorantes, humedad, hidroximetilfurfural, glucosa comercial.

a) Métodos cuantitativos

Acidez: basada en el proceso de neutralización ácido-base (12).

Azúcares reductores y no reductores: por Fehling-Causse-Bonnans modificado (10).

Cenizas: por calcinación a 550°C (13).

Humedad: en forma indirecta, por refractometría (14).

b) Métodos semicuantitativos

Hidroximetilfurfural: por el método de Bianchi, basado en el método cuantitativo de Fiehe (6).

c) Métodos cualitativos

Colorantes: se basa en el cambio de coloración que sufre la muestra en medio ácido y medio alcalino en presencia de colorantes extraños (8).

Glucosa comercial: según Bianchi, basado en la detección del maltodextrinas (6).

d) Actividad enzimática

Diastasa: según Bianchi, utilizando como sustrato almidón y en condiciones de trabajo estandarizado (6).

Glucosidasa: se aplicó el método de Bianchi, mediante la valoración del peróxido de hidrógeno, producido durante la reacción enzimática (6).

RESULTADOS

Evaluación sensorial

Color: se encontró predominio de color ámbar claro (AC) y ámbar (A), seguido del color ámbar extra-claro (AE).

Consistencia: se observó gran variabilidad, con marcada tendencia a la cristalización fina y gruesa.

Olor: el olor encontrado fue en todos los casos original o "sui generis".

Sabor: el sabor se distinguió de acuerdo a los siguientes parámetros: "típico", "atípico". Se observó un fuerte predominio de sabores suaves en todas ellas con una baja cantidad de sabores atípicos.

Análisis químico

Acidez: todas las muestras tienen una acidez libre que se

ajusta a las normas nacionales e internacionales (máx. 40 meq/kg) (Tabla 1).

Azúcares reductores totales y no reductores: azúcares reductores totales fueron en todos los casos superiores a los exigidos como mínimo en normas nacionales y internacionales (65 g/100g) (Tabla 1).

Azúcares no reductores no sobrepasaron el valor fijado como límite por el Código Alimentario Argentino (8 g/100g). La Norma Regional Europea establece como máximo permitido 5 g/100g, en cuyo caso solo el 66% de las muestras responderían a esta norma (Tabla 1).

Cenizas: todos los valores encontrados no superan el 1%, respondiendo a las exigencias nacionales e internacionales (Tabla 1).

Colorantes: ninguna de las muestras ensayadas evidenció la presencia de colorantes extraños.

Glucosa comercial: todas las mieles analizadas dieron negativo la presencia de glucosa comercial.

Hidroximetilfurfural: la totalidad de las muestras no sobrepasan el máximo establecido 40 mg/kg de HMF, según norma nacional e internacional (Tabla 1).

Humedad: los resultados obtenidos indican que la totalidad de las muestras presentaron un porcentaje de humedad que se adecúa a los requerimientos internacionales (máx 21%) y también responden a los requerimientos del Código Alimentario Argentino (máx. 18%) (Tabla 1).

TABLA 1
Valores encontrados en las determinaciones cuantitativas efectuadas (180 muestras), clasificadas por zona

	Acidez meq/kg	Azúc. Red. g/100g	Azúc. no Red. g/100g	Ceniza g/100g	Humedad g/100g
Zona	24,76±0,12	72,61±4,347	4,155±0,161	0,264±0,011	15,718±0,110
Noroeste	(14,98-33,94)	(66,00-80,01)	(1,31-7,50)	(0,055-0,623)	(13,5-17,20)
Zona	25,20±6,523	73,81±3,118	4,059±0,106	0,230±0,012	15,15±0,119
Noreste	(15,17-35,46)	(67,80-77,73)	1,83-6,83)	(0,078-0,562)	(12,9-17,5)
Zona	25,67±4,551	74,50±3,328	4,416±0,126	0,139±0,007	14,52±0,057
Sudeste	(20,15-31,05)	(71,38-78,91)	(1,83-6,56)	(0,052-0,258)	(13,6-15,5)

Actividad enzimática

Diastasa: el 90% de las muestras analizadas mostraron valores que responden al valor mínimo establecido por las normas nacionales e internacionales (64 U.D. o mayor) (Tabla 2).

Glucosidasa: se observó que la actividad glucosidasa se encuentra entre regular y elevada.

TABLA 2
Valores encontrados en la determinación de HMF y diastasa, efectuadas (180 muestras), clasificadas por zona

	HMF mg/kg	Diastasa U.D.
Zona Noroeste	20 a 40	64-128
Zona Noreste	20 a 40	64-128
Zona Sudeste	10 a 20	64-128

DISCUSION

Observando los datos obtenidos y de acuerdo a sus propiedades sensoriales, las mieles de la provincia de San Luis presentan consistencia variable, con proclividad a la cristalización, y sabores suaves en general. En cuanto al color, predomina el ámbar claro. Estas características citadas son las preferidas por el consumidor argentino.

Comparando con mieles de otros lugares del país, las de San Luis no presentan gran variabilidad en cuanto a color y sabor, no habiéndose observado mieles de colores oscuros y aromáticas, en las muestras estudiadas (16).

En lo que respecta al contenido de humedad, se puede afirmar que prácticamente la totalidad de la producción de mieles de San Luis, responde a la exigencias vigentes. Los valores encontrados no superan el promedio considerado óptimo en otras zonas de producción del país (16,5%) (16). Siendo una ventaja para la conservación y comercialización del producto, la baja humedad ambiental en esta provincia.

Los tenores de acidez encontrados se ubican por debajo del máximo tolerable, no obstante se podrían mejorar las condiciones de almacenamiento y envasado con el fin de asegurar una miel de alta calidad para exportación. En tanto que las determinaciones de hidroximetilfurfural, diastasa y glucoxidasa evidencian un adecuado proceso de extracción, manipulación y conservación por parte de los productores. Sin embargo es necesario destacar la exigencia del estricto control en calentamiento de los productos con el fin de mantener un nivel de hidroximetilfurfural aceptable.

Los demás indicadores de calidad de las mieles como azúcares reductores totales, azúcares no reductores y cenizas se encuentran en valores óptimos, según las normas nacionales e internacionales.

La inexistencia de fraudes queda demostrada por los valores negativos obtenidos para glucosa comercial y colorantes, destacándose el aprecio del apicultor por la calidad de su miel, esmerándose en obtener un producto mejor cada vez.

Del análisis de los datos obtenidos se puede concluir que las mieles de la Provincia de San Luis (República Argentina) poseen una calidad óptima, para el consumo y comercialización en los mercados nacionales e internacionales.

REFERENCIAS

1. Punta apícola del Programa de Desarrollo Apícola de la Provincia de San Luis. Año I. N° 1. 1993.
2. Del Vitto L, Petenatti E, Petenatti M, Prieri J. Flora apícola de la Provincia de San Luis. Punta apícola del Programa de Desarrollo Apícola de la Provincia de San Luis. Año I. N° 5. 1993.
3. Código Alimentario Argentino. Capítulo X. Págs. 249-251. Año 1992.
4. AOAC. "Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist". 13th. Ed. Washington, DC. 1980.
5. Montes AL. "Bromatología" Tomo II De. Universitaria de Buenos Aires. 1960.
6. Bianchi EM. Control de calidad de miel. Centro de Investigaciones Apícolas. Universidad Nacional de Santiago del Estero. Argentina. 1986.
7. Normas IRAM: Instituto Argentino de Racionalización de Materiales.
8. Normas IRAM. N° 15941-2. Miel. Determinación del Color Pfund. 1996.
9. Normas IRAM. N° 15929. Miel. Muestreo. 1994.
10. Normas IRAM. N° 15934. Miel. Determinación de azúcares reductores por el método de Fehling-Causse-Bonnans. 1995.
11. Normas IRAM. N° 15939 Miel. Determinación de la actividad de la diastasa. 1995.
12. Normas IRAM. N° 15933. Miel. Determinación de acidez. 1994.
13. Normas IRAM. N° 15932. Miel. Método de determinación de las sustancias minerales. (cenizas). 1993.
14. Normas IRAM. N° 15931. Miel. Método de determinación del contenido de humedad. 1993.
15. Codex Alimentarius, Vol. III. Programa conjunto FAO/OMS sobre normas alimentarias. Norma Regional Europea para miel. Codex Stan. 1981.
16. Comejo L. Calidad de mieles argentinas en industria apícola. págs. 28-34. Año 1. N° 2. 1991.
17. Gönnet M, Vache G. El sabor de la miel. Editorial Apimondia. Bucarest. ISBN 973-606-007-6.
18. Valenciano O. Guía práctica de análisis bromatológico. Editorial Hispanoamericana. 1954.

Recibido:13-10-1997

Aceptado:06-04-1999

Notas

Fourth International Conference on Dietary Assessment Methods.

September 17-20, 2000.

Sheraton El Conquistador Resort. Tucson, Arizona. USA

Para mayor información comunicarse con:

Dr. Douglas Taren

Dietary Methods Conference

University of Arizona Prevention Center

P.O. Box 245163. Tucson, AZ 85719. Estados Unidos.

16th International Course on Food and Nutrition Programme Management.

Octubre 17 a Noviembre 27, 1999.

Para mayor información comunicarse con:

International Agricultural Centre

P.O. Box 88. 6700 AB Wageningen-The Netherlands

Fax: +31-317-418552

International Conference on the toxicology of Fumonisin.

June 28-30, 1999

Doubletree Hotel, Pentagon City/National Airport

Arlington, Virginia- Estados Unidos

Para mayor información comunicarse con:

ILSI North America

International Conference on the Toxicology of Fumonisin

1126 Sixteenth Street, NW.

Washington, DC 20036-4810 USA.

Información para los autores

Requisitos uniformes para preparar los manuscritos enviados a revistas biomédicas ¹

Comité Internacional de Directores de Revistas Médicas ²

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.

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

¹ 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.

² 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.*

³ *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, reimpresso 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

Mecanografiarse 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. Escribese 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 (título) 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."):**

⁴ 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 extranjero⁴:**

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:

AIDSEpidemic 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, utilídense 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*.

WWW. ~~Kellogg's~~ -latino.com

¡Entra al mundo de la nutrición...

ahora en español y portugués!

¡En Kellogg's seguimos cumpliendo nuestro compromiso con la nutrición! Por eso ahora lanzamos al ciberespacio una página de internet www.kelloggs-latino.com en la que los profesionales de la salud y los consumidores encontrarán información actualizada de lo más relevante sobre salud y nutrición.

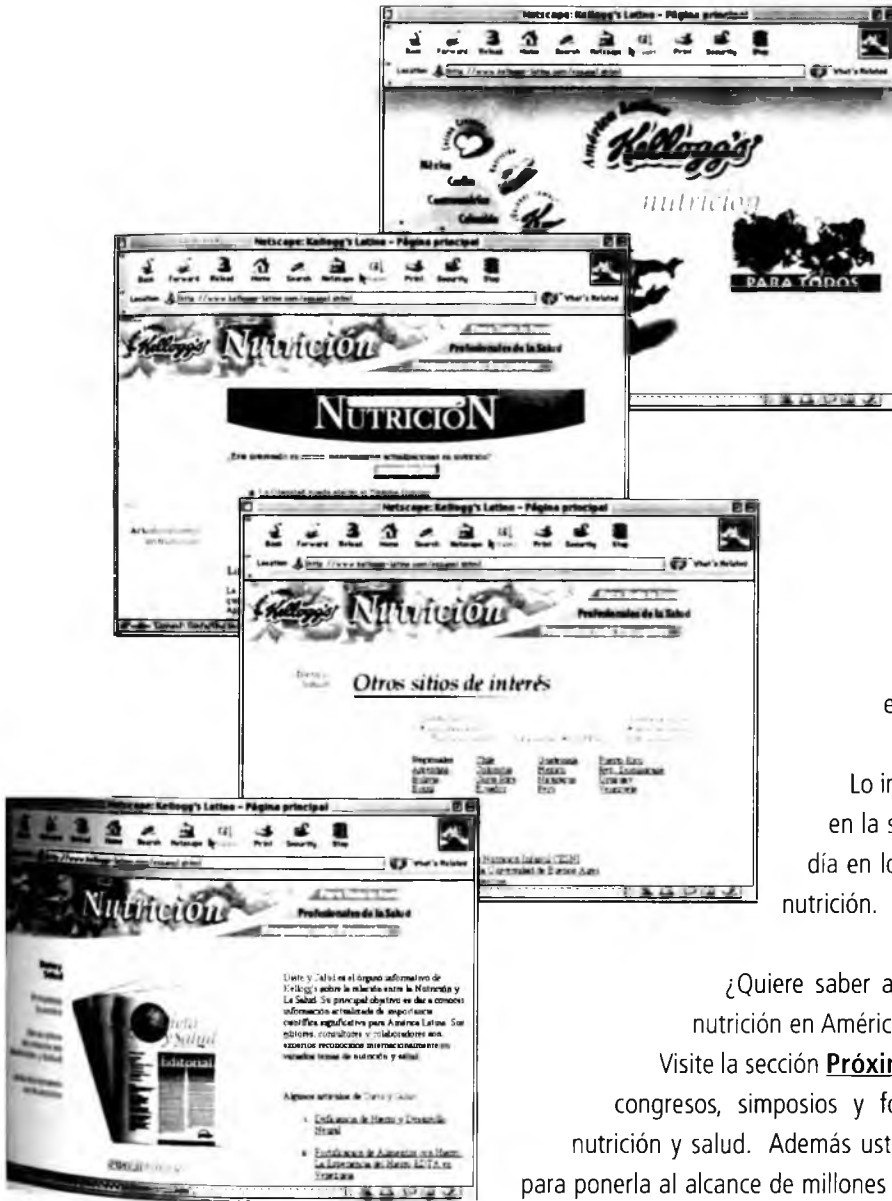
La revista **Dieta y Salud**, órgano informativo de Kellogg's sobre la relación entre la nutrición y la salud está ahora en línea. Todos los números anteriores donde destacados científicos han hecho completas revisiones acerca de temas de nutrición están disponibles en esta sección.

Lo invitamos a visitarnos y a suscribirse a la lista de correos en la sección **Actualizaciones de Nutrición**, para estar al día en lo que acontece en el dinámico mundo de la salud y la nutrición.

¿Quiere saber acerca de los próximos eventos científicos de salud y nutrición en América Latina y el mundo?

Visite la sección **Próximos Eventos** donde encontrará información acerca de congresos, simposios y foros nacionales e internacionales relacionados con nutrición y salud. Además usted podrá publicar su próximo evento en esta sección para ponerla al alcance de millones de visitantes de toda América Latina.

En la sección **Otros Sitios de Interés en Salud y Nutrición** encontrará enlaces a otras páginas relacionadas en América Latina, incluyendo instituciones oficiales, organizaciones profesionales y organizaciones no gubernamentales que trabajan en el área. Adicionalmente podrá acceder las páginas on-line de prestigiosas revistas científicas sobre nutrición y salud y revisar los artículos más recientes.



¡Todo esto ahora en español y portugués!
Kellogg's...Cumpliendo nuestro compromiso con la nutrición
¡Ahora en Internet!

**En Venezuela y hacia y desde todo el mundo,
en IPOSTEL le ofrecemos**

**SERVICIOS TRADICIONALES de Cartas, Impresos y
Encomiendas.**



... y además contamos con novedosos

SERVICIOS EXPRESOS



Entrega Especial Expresa
DOCUMENTOS Y ENCOMIENDAS

A nivel nacional ofrecemos: EEE (Entrega Especial Expresa) es un servicio que le permite enviar documentos y encomiendas a todo el Territorio del país de una forma expresa, económica y segura.



EMS, (Express Mail Service), es un servicio tipo courier que le permite enviar documentos y mercancías a nivel internacional, respondiendo a su necesidad de entrega en tiempo breve y a los precios más económicos del mercado.

SERVICIOS ELECTRONICOS

CORREO ELECTRONICO Y KIOSCO INTERNET

Ipostel habilitó para aquellos usuarios que les gusta navegar en el mundo de la red, kioscos de internet, ubicados en Altamira, C.C.C.T y los Ruices, los cuales disponen de computadoras de fácil acceso a todas aquellas personas interesadas en explorar dentro del campo de la comunicación.



AUTOMATIZACION DE TAQUILLA

La automatización de taquillas cuenta con modernos accesorios como balanza electrónica e impresora de recibos; esta permite mejorar la atención en las taquillas postales y simultáneamente establecer un control eléctrico de los ingresos por venta de servicios.



SEGURIDAD Y RASTREO POR CODIGO DE BARRA

El Código de barra permite registrar los datos más importantes de los envíos EMS entrantes y salientes, este sistema actualmente es utilizado a nivel internacional, para envíos EMS.



Un Mundo de Servicios para Usted...

Artes Finales: Amerik Solutions C.A., Caracas, Venezuela
Teléfono (02) 993.81.43

Portada: Chávez & López, Diseño Gráfico, Caracas, Venezuela
Teléfono (02) 285.55.29

Impresión: Editorial Texto C.A., Caracas, Venezuela
Teléfonos: (02) 632.97.17 - 632.74.86