

Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Organo Oficial de la
Sociedad Latinoamericana de Nutrición

VOL 53

SEPTIEMBRE 2003

N° 3

Contenido

Páginas

EDITORIAL	225
ARTICULOS GENERALES	
Seguridad alimentaria y nutricional en un espacio de riesgo para la malaria Valentina Guzmán, Adriana María Correa, Jaime Carmona-Fonseca y Silvia Blair	227
TRABAJOS DE INVESTIGACION	
Nutrición Humana	
Interactions among indicators of B₁, B₂, B₆ and vitamin C status in university students Avila AV, Liuzzi JP, Cioccia AM and Hevia P.	238
Determinantes dietéticos da ingestão alimentar e efeito na regulação do peso corporal Luciana Neri Nobre, Josefina Bressan Resende Monteiro	243
Selección del predictor mas adecuado para estimar la contextura en un grupo de adultos mayores institucionalizados y de vida libre en Venezuela. (Estudio preliminar) Rosa Hernández y Yolanda H. de Valera	251

Nutrición Infantil

Recuperación nutricional de niños con desnutrición leve y moderada según dos modalidades de atención: seminternado y ambulatoria

Mariana Mariño E., José Martínez L., Arelis Azuaje 258

Deficiencia de vitamina A en niños preescolares: ¿Un problema reemergente en Costa Rica?

Damaris Carvajal Fernández, Thelma Alfaro Calvo, Rafael Monge-Rojas 267

Bioquímica Nutricional

Efecto de la suplementación con cobre sobre los valores de presión arterial en pacientes con hipertensión moderada estable

Alarcón OM, Guerrero Y, Ramírez de Fernández M, D'Jesús I, Burguera M, Burguera JL y Di Bernardo ML 271

Microbiología de Alimentos

Microbiological contamination of enteral feeding solutions used in Costa Rican Hospitals

Maria Laura Arias, Rafael Monge y Carolina Chávez 277

Evaluación microbiológica y fisicoquímica de néctares pasteurizados elaborados con pulpa de tomate de árbol (*Cyphomandra betaceae* Sendth)

Mario José Moreno Alvarez, Nathaly Girán, Karla Serrano, David García y Douglas R. Belén Camacho 282

Ciencia de Alimentos

Eficacia y estabilidad del proceso de amonificación como tecnología de descontaminación de aflatoxina B₁ en arroz (*Oriza sativa*)

Félix Rafael Millán Trujillo y Amaury José Martínez Yépez 287

Efecto de la extrusión sobre la actividad de factores antinutricionales y digestibilidad *in vitro* de proteínas y almidón en harinas de *Canavalia ensiformis*

Nelson C. Zamora 293

Tecnología de Alimentos

Estudio de maduración de queso Chanco bajo en grasa elaborado con leche homogeneizada

Carmen Brito C., Ximena Manríquez A., Luz Haydée Molina C. y Manuel Pinto C. 299

LatinFoods. Composición de Alimentos

Contenido en algunos nutrientes del alga marina comestible *Monostroma undulatum*, Wittrock de la costa patagónica argentina

Susana Risso, Carlos Escudero, Silvia Esteveo Belchior, María Luz de Portela y María Angélica Fajardo 306

New data on the total lipid, cholesterol and fatty acid composition of raw and grilled beef *longissimus dorsi*

Neura Bragagnolo, Délia B. Rodríguez-Amaya 312

Contenido de nutrientes minerales en leches de vaca y derivados de Argentina

Sara Josefina Closa, María C. de Landeta, Daniel Andérica, Andrés Pighín, Juan A. Cufre 320

INFORMACION PARA LOS AUTORES 325

Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Official Publication of the
Latin American Society of Nutrition

VOL 53

SEPTEMBER 2003

N° 3

Contents

	Pages
EDITORIAL	225
GENERAL ARTICLES	
Food and nutritional security in a risk area for malaria Valentina Guzmán, Adriana María Correa, Jaime Carmona-Fonseca and Silvia Blair	227
RESEARCH PAPERS	
Human Nutrition	
Interactions among indicators of B₁, B₂, B₆ and vitamin C status in university students Avila AV, Liuzzi JP, Cioccia AM and Hevia P	238
The role of dietetic factors on food intake and body weight Luciana Neri Nobre, Josefina Bressan Resende Monteiro	243
Selection of the more adequate prediction index to estimate the frame size in a group of institutionalized and free living elderly in Venezuela. (Preliminary study) Rosa Hernández and Yolanda H. de Valera	251

Infant Nutrition

Nutritional recovery of mild and moderately malnourished children under two different treatment approaches (ambulatory versus day-care)

Mariana Mariño E., José Martínez L., Arelis Azuaje 258

Vitamin A deficiency among preschool children: ¿A re-emerging Problem in Costa Rica?

Damaris Carvajal Fernández, Thelma Alfaro Calvo, Rafael Monge-Rojas 267

Nutritional Biochemistry

Effect of copper supplementation on blood pressure values in patients with stable moderate hypertension

Alarcón OM, Guerrero Y, Ramírez de Fernández M, D'Jesús I, Burguera M, Burguera JL and Di Bernardo ML 271

Food Microbiology

Microbiological contamination of enteral feeding solutions used in Costa Rican Hospitals

Maria Laura Arias, Rafael Monge and Carolina Chávez 277

Microbiological and physicochemical evaluation of pasteurized nectars elaborated with tree tomato (*Cyphomandra betacea* Sendth) pulp

Mario José Moreno Alvarez, Nathaly Girán, Karla Serrano, David García and Douglas R. Belén Camacho 282

Food Science

Efficacy and stability of ammoniation process as aflatoxin B₁ decontamination technology in rice (*Oriza sativa*).

Félix Rafael Millán Trujillo and Amaury José Martínez Yépez 287

Effect of extrusion on the activity of antinutritional factors and in vitro digestibility of protein and starch in flours of *Canavalia ensiformis*

Nelson C. Zamora 293

Food Technology

Maturation study of low fat Chanco cheese made with homogenized milk

Carmen Brito C., Ximena Manríquez A., Luz Haydée Molina C. and Manuel Pinto C. 299

LatinFoods. Food Composition

Chemical composition and seasonal fluctuations of the edible green seaweed, *Monostroma undulatum*, Wittrock, from the Southern Argentina coast

Susana Risso, Carlos Escudero, Silvia Estevao Belchior, María Luz de Portela and María Angélica Fajardo..... 306

New data on the total lipid, cholesterol and fatty acid composition of raw and grilled beef *longissimus dorsi*

Neura Bragagnolo, Délia B. Rodríguez-Amaya 312

Mineral nutrient content in cow milk and dairy products in Argentina

Sara Josefina Closa, María C. de Landeta, Daniel Andérica, Andrés Pighín, Juan A. Cufre 320

INFORMATION FOR AUTHORS 325

EDITORIAL

Entre Enero y Diciembre de 2002 Archivos Latinoamericanos de Nutrición, ALAN, recibió 88 manuscritos, es decir un promedio de 7,3 manuscritos por mes. Para la fecha y al cerrar este Editorial, van 68 manuscritos lo cual hace una cifra algo mayor que el promedio anterior. Todos los manuscritos inicialmente aceptados por el Comité Editorial para considerar su publicación, son enviados a los Revisores de acuerdo con la especialidad tratada y al país de origen del manuscrito. Una significativa parte de la sostenibilidad y excelencia de ALAN recae pues, sobre el Revisor quien debe realizar esta tarea con minuciosidad, severidad, honestidad, imparcialidad y rapidez. En anterior Editorial, Marzo 2001, dimos a conocer los nombres de los Revisores que hicieron esta labor hasta esa fecha. En éste Número, ALAN actualiza estos nombres, expresa su agradecimiento, reconoce su esfuerzo y se complace en señalar a estas personas como eficientes colaboradores de ALAN. He aquí sus nombres:

Elvira Ablan
L. Abugoch J.
Cecilia Albala
Juan de Dios Alvarado
Jorge Alvear
Hugo Amigo
Margarita Andrade
Ofelia Angulo Guerrero
María Laura Arias E.
Jaime Ariza M.
Eduardo Atalah S.
Abelardo Avila C.
Gladys Barrera
Denis Barclay
Cesar I. Beristain G.
Adriana Blanco M.
Odilia Bermúdez
Ligia O. de Bertorelli
Ricardo Bressani
Jesús Bulux
Daniel Bunout
Raquel Burrows
Ana M. Calderon de la Barca
Esther Casanueva
Carlos Castillo
María I. Castro González
Anna María Cioccia
Sara J. Closa
Louella Cunningham
Omar Dary M.
Eric Diaz
Elizabeth Dini Golding
Juan Ignacio Egaña
Ana María Estevez
Patricia R. de Ferrer
Magda Fischer

Elizabeth Fujimori
María N. García Casal
Vivian Gattas
Eglis González Gamero
María A. González Stager
Isable Goñi
Marisa Guerra M.
Ernesto Guzmán
Pilar Hernández S.
Eva Hertrampf
Sandra Hirsch
Ileana Holst S.
Susana J. Icaza
Franco M. Lajolo
Gines López Martínez
Luis López Valladares
Mariane Lutz
Julio Sergio Marchini
Verónica Marín
Iva Márquez López
Patricia Mena
Marco Méndez
Betty Méndez Pérez
Silvia Mendoza
María del Carmen Morasso
Pia de la Moza
Félix Millán Trujillo
Rafael Monge Rojas
Josefina Morales de León
Saul S. Morris
Santiago Muzzo
María H. Nascimento S.
Sonia Olivares
Manuel Olivares
Rosa María Ortega Anta
Saturnino de Pablo

Ana Pacin
Fany C. de Padilla
Ingrid R. de Paoli
Nelda M. de Parada
Emma W. de Penna
Juan P. Peña-Rosas
Fernando Pizarro
María L. Pita M. de Portela
María Esther Rio
Nalda Romero P.
Gaspar Ros Berruezo
Manuel Ruz
María Elena Sambucetti
Ingrid de Sanabria
Elba Sangronis
Hugo Diego Sánchez
Teresa Shamah L.
Liseti Solano R.
Nilson Evélazio de Souza
Coromoto M. de Tomei
Triana A. Toro Diaz
Alexia Torres
Armando Tovar
Juscelino Tovar
Luiz C. Trugo
Mauro Valencia J.
Mirta E. Valencia
Alfonso Valenzuela
Helio Vannucchi
Mario Villarroel Tudesca
Fernando Vio
Dorothy Wilson
Carolyn Jane Wyatt
Enrique Yañez Soto

José Félix Chávez P.

Seguridad alimentaria y nutricional en un espacio de riesgo para la malaria

Valentina Guzmán, Adriana María Correa, Jaime Carmona-Fonseca y Silvia Blair

Grupo Malaria, Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia

RESUMEN. Explorar algunas relaciones entre seguridad alimentaria y nutricional SAN y estado nutricional en una comunidad endémica para malaria, aplicando simultáneamente métodos cualitativos y cuantitativos. Se realizó un estudio descriptivo y prospectivo en familias de raza negra agricultoras de la cuenca del río Valle (Bahía Solano, Chocó, Colombia). La muestra la constituyeron todas las familias que derivaran la base de su alimentación de la agricultura. La SAN se midió a partir de la disponibilidad de alimentos mensual y se clasificó en adecuada e inadecuada según el porcentaje de adecuación calórica mensual disponible. Se evaluaron los riesgos de desnutrición aguda (indicador P/T), crónica (T/E) y global (P/E) y el riesgo de delgadez (IMC). Se hizo búsqueda activa de casos de malaria mediante gota gruesa. Se revisaron los registros oficiales de esta enfermedad. Se aplicaron encuestas sobre morbilidad y sobre conocimientos, actitudes y prácticas en malaria. El 29% de los hogares presentaron inseguridad alimentaria. Hubo déficit de proteína e hierro de alta biodisponibilidad, calcio y vitamina A en el 100% de las familias. En menores de 6 años el bajo P/T y T/E fue de 31% y 69%, en su orden, mientras en los niños de 6-10 años éstos fueron de 14% y 41%, respectivamente. En los adolescentes (11 a 17 años) el riesgo de delgadez fue de 15% y en los adultos fue de 3%. No hubo asociación entre la disponibilidad alimentaria y el estado nutricional familiar, sin embargo los hallazgos sugieren deficiencia subclínica de micronutrientes.

Palabras clave: Malaria, seguridad alimentaria, disponibilidad alimentaria, estado nutricional, micronutrientes.

SUMMARY. Food and nutritional security in a risk area for malaria. To explore some relationships between alimentary and nutritional security (SAN) and nutritional status in an endemic malaria community, applying qualitative and quantitative methods simultaneously. The study was descriptive and prospective. The population were all farming Afro-American families who live in the basin of the river Valle (Bahía Solano, Chocó, Colombia) that derived the base of their feeding of the agriculture. The SAN was measured from the monthly availability of foods and was classified in adequate and inadequate according to the available monthly calorific balance percentage. We determined the risk of acute malnutrition (indicative P/T), chronic (T/E), global (P/E) and risk of thinness (BMI). We sought for malarian cases. The official data of illness were revised. We applied surveys to know the morbidity and knowledge, attitudes and practices in malaria infections. 29% of homes had alimentary insecurity. There was protein deficit and iron of high availability, calcium and vitamin A in 100% of families. In children under 6 years old, we found 31% and 69%, in same order, with low P/T and T/E, while in the 6-10 year old children had 14% and 41%, respectively. In adolescents (11 to 17 years old) the risk of thinness was 15% and in adults 3%. There was not association between alimentary available and family nutritional status. These results suggest subclinics deficiencies of micronutrients.

Key words: Malaria, food security, nutrition status, micronutrients.

INTRODUCCION

La seguridad alimentaria y nutricional es definida como la posibilidad que posee cada individuo de acceder en todo momento a una cantidad de alimentos suficiente y de buena calidad acorde con sus necesidades (1,2). En el análisis de la seguridad alimentaria, la familia cumple un papel determinante, puesto que allí "es donde se vive la calidad de la alimentación y nutrición de los individuos que conforman el grupo familiar"(3), en este caso se considera que una familia tiene seguridad alimentaria y nutricional cuando su demanda de alimentos o sus derechos son mayores que sus necesidades, definidas como la suma de las necesidades individuales (1).

La inseguridad alimentaria y nutricional, la desnutrición y la malaria constituyen graves problemas de salud pública en países económicamente dependientes. La disponibilidad alimentaria familiar y el acceso a la misma están relacionados con la seguridad alimentaria y nutricional y el estado nutricional con el consumo alimentario. En ausencia de seguridad alimentaria y nutricional (SAN) existe un mayor riesgo de enfermar o morir por deficiencia de calorías y nutrientes (4,5) favoreciendo la presencia y gravedad de infecciones (6,7). En mujeres gestantes y en niños, la desnutrición aumenta el riesgo de enfermar y de padecer las complicaciones de la malaria (8-10).

La cuenca hidrográfica del río Valle es una selva húmeda tropical, tiene una extensión aproximada de 40 mil hectáreas,

un promedio anual de precipitación de 5000 a 6000 mm y temperatura entre 24 y 28°C; la llanura aluvial del río Valle es la más grande y de mayor producción agrícola de la costa Pacífica colombiana. En las partes media y alta de la cuenca habitan indígenas Embera y en la zona baja del corregimiento El Valle (municipio de Bahía Solano, Chocó, Colombia), situado en la desembocadura del río al océano, reside población negra. Entre los habitantes es endémica la malaria desde hace muchos decenios; entre 1990 y 1998 la incidencia de esta enfermedad fue creciente, en 1998 sucedió la mayor epidemia conocida y, en El Valle, el IPA (Índice parasitario anual: número de casos de malaria por habitantes expuestos) llegó a 65 por mil habitantes expuestos; el brote epidémico coincidió con el llamado fenómeno El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) y después de 1998 hubo un fuerte descenso de la frecuencia, debido a los cambios climáticos asociados con la intensificación y el alargamiento de la temporada de lluvias, como es usual en la fase posterior al ENOS. En El Valle predomina *Plasmodium falciparum*, aunque en algunos períodos es mayor la frecuencia de infecciones por *P. vivax*. Los vectores anofelinos más importantes en la cadena epidemiológica de transmisión son *Anopheles albimanus*, el principal, *A. nuñeztovari* (asociado al bosque) y *A. (K) neivai* (relacionado con bromelias) (11-14).

La comunidad negra practica la agricultura de roza-tumbe-pudre o la de tumba-quema-pudre; la primera consiste en rozar el terreno y tumbar algunos árboles para dejarlos podrir, y usarlos de abono en el caso de los cultivos de plátano y maíz. En la segunda, después del secado de la vegetación derribada, ésta se quema y posteriormente se procede a la siembra de arroz. En general, no hay problemas de acceso a la tierra. Las herramientas de trabajo y las técnicas de arar, sembrar, administrar y cosechar son rudimentarias; las semillas son nativas y no mejoradas; no hay control de plagas; los sistemas de recolección, transporte y almacenamiento de productos son precarios. Los habitantes dependen de la agricultura y la recolección de productos silvestres para la subsistencia. La actividad comercial con otros centros poblados es poca y se limita a la adquisición de alimentos, combustibles y materiales de construcción. El arroz, principal producto cultivado por los agricultores negros de la Cuenca, requiere de terrenos anegados e inundaciones que favorecen el mantenimiento del ciclo vital de los vectores. Además de la agricultura, los habitantes tienen otras actividades que implican exposición a los mosquitos como la cacería y el aserrío de maderas(15,16).

Este trabajo da cuenta de algunas de las relaciones entre la SAN, la desnutrición y la malaria entre las familias negras agricultoras de la cuenca del río Valle, relaciones exploradas a partir de la disponibilidad alimentaria, de la valoración del aporte calórico y nutricional de los alimentos disponibles con respecto a las necesidades calóricas y nutricionales de la

familia y a partir de la medición de los riesgos de desnutrición de cada uno de los miembros.

METODOLOGIA

Tipo de estudio

Se aplicó un diseño descriptivo, prospectivo y longitudinal. La recolección de los datos se hizo entre agosto de 2000 y febrero de 2001. Se realizaron cuatro viajes a la zona de estudio de un mes de duración cada uno, planeados para procurar cubrir los ciclos de lluvias y no lluvias.

Población de referencia y unidad de análisis

La población de referencia son las familias de raza negra residentes en la cuenca del río Valle (río y sus afluentes), tanto de las riberas (zona rural) como en el casco urbano del corregimiento, que derivaran la base de su sustento de la agricultura, ya que al menos uno de sus miembros debía tener ésta como su ocupación principal. La unidad de análisis para la evaluación de la seguridad alimentaria y nutricional, el estado nutricional, la incidencia de malaria, la situación sociodemográfica y de morbilidad fue la familia nuclear: definida como el grupo de personas que comparten en forma habitual una misma vivienda, la misma alimentación y que generalmente tienen lazos de consanguinidad (3). La unidad de análisis empleada para la interpretación de los hallazgos obtenidos y con la cual está construida la discusión de este informe fue la familia extensa: entendida como el conjunto de varias familias nucleares que conviven en una misma vivienda; entre la población negra de este lugar esta es la forma familiar que constituye el tejido social y es la base del sistema de producción de alimentos a partir del cultivo de la tierra. La integran parejas de esposos, sus hijos, los hijos habidos con otras compañeras o compañeros, los primos hermanos (que tienen la jerarquía de hermanos), otros primos, los padres y abuelos de la pareja.

Bonilla y colaboradores, a raíz de sus investigaciones en La Tola y Cunday (17), expresaron que el estudio del efecto de las enfermedades tropicales debe incluir tres aspectos muy importantes: a) la unidad de análisis deben ser los hogares del individuo enfermo, b) el hogar debe percibirse como una unidad de producción integrada por miembros que configuran una red de relaciones y de compromisos mutuos y que comparten los recursos disponibles monetarios y no monetarios, c) el hogar debe concebirse como una unidad de consumo, producción reproducción porque se ocupa también del mantenimiento cotidiano e intergeneracional de la fuerza de trabajo. En las familias agricultoras de la cuenca de El Valle estos tres aspectos son una realidad absoluta y por tal motivo consideramos correcta la elección de la familia como la unidad de análisis de esta investigación.

Muestra

La muestra se integró con todas las 37 familias nucleares (216 personas) que en agosto de 2000 realizaban en forma estable labores agrícolas en predios del río Valle o de sus afluentes. De las 37 familias, 21 (57%) residían en las riberas del río (zona rural) y 16 (43%) en el casco urbano. El estudio se terminó en febrero 2001 con 23 familias (141 individuos), 10 rurales y 13 urbanas. Las otras se negaron a continuar en la investigación debido a que no les suministraban alimentos.

La evaluación del estado nutricional fue realizada en agosto 2000 en 162 personas (37 familias) y en febrero 2001 se logró examinar a 99 de ellas (19 familias), de tal forma que la muestra del estudio longitudinal quedó conformada con 99 sujetos.

SAN de las familias

La disponibilidad alimentaria se usó como indicador de la SAN de las familias. Mientras mayor es la disponibilidad alimentaria mensual de la familia frente a sus requerimientos calóricos, mayor es el grado de SAN en ese mes. Se indagó a cada familia por los alimentos y las cantidades (kg.) disponibles cada mes, así como la fuente u origen de ellos (cultivo, recolección, pesca, compra, regalo, intercambio) y el destino de los mismos (autoconsumo, venta, trueque, donación). Se utilizó la metodología de la hoja de balance de alimentos (HBA) propuesta por la FAO con ajustes hechos por nosotros para cada familia (18), para cuantificar la disponibilidad alimentaria familiar y estimar cuánto fue destinado para el autoconsumo. Para la cuantificación del autoconsumo se indagó a cada familia por la cantidad y tipo de alimentos provenientes de la producción (cultivo y recolección silvestre) destinados sólo para el consumo de la familia. En el ámbito rural el autoconsumo se refleja en el estado nutricional de la población.

Con base en la disponibilidad alimentaria se evaluó la SAN durante siete meses consecutivos. El aporte de la disponibilidad en energía y nutrientes (proteína, hierro, calcio, fósforo, vitamina A) permitió analizar la cantidad y calidad de la disponibilidad alimentaria familiar mensual y se determinó utilizando las tablas de composición de alimentos (19,20), esta información se comparó con los requerimientos de energía y nutrientes por familia (sumatoria de los requerimientos calóricos y de nutrientes de cada uno de cada uno de los miembros), estimaciones realizadas a partir de las recomendaciones de calorías y nutrientes para la población colombiana (21). El porcentaje de adecuación se calculó al dividir el aporte disponible (obtenido a partir de la aplicación de la HBA ajustada) entre el requerido y multiplicar el cociente por 100. El porcentaje de adecuación sólo de calorías permitió clasificar el grado de disponibilidad alimentaria según la FAO (22), así: porcentaje de adecuación calórico superior al 110% se consideró como disponibilidad

plena; valores entre 100% y 110% como disponibilidad inestable; valores entre el 90% y 99% disponibilidad insuficiente y valores inferiores al 90% disponibilidad crítica; en resumen, cuando el porcentaje de adecuación se encuentra por debajo de 111% la disponibilidad se encuentra inadecuada o no plena y la familia se encuentra con inseguridad alimentaria.

Para evaluar la estabilidad de la SAN en los siete meses consecutivos, se clasificó la inseguridad alimentaria y nutricional en crónica, si la familia permaneció con disponibilidad alimentaria crítica o insuficiente durante todo el periodo de evaluación, y transitoria, si la disponibilidad alimentaria osciló entre plena e insuficiente durante los meses de evaluación (1).

Evaluación del estado nutricional individual y familiar

La evaluación del estado nutricional se hizo en agosto de 2000 y en febrero de 2001. En la primera medición participaron 162 personas y de ellas en la segunda ocasión se logró captar a 99 (61%). En los niños menores de 24 meses se usó el "infantómetro" y la báscula para pesar bebés; en los mayores de 24 meses, adolescentes y adultos se emplearon tallímetro y báscula para piso.

La clasificación del estado nutricional de niños menores de 10 años se realizó con base en los indicadores de riesgo nutricional: peso para la talla (P/T), peso para la edad (P/E) y talla para la edad (T/E), procesados con el módulo Epinut incluido en el programa EpiInfo versión 6.04/1994 y se usaron los puntajes Z como medidas de clasificación (23). El punto de corte utilizado para definir el riesgo de desnutrición fue el valor dado por la mediana menos una desviación estándar (22). La clasificación nutricional de adolescentes y adultos se hizo a partir del índice de masa corporal (IMC); en adolescentes, todo IMC inferior al percentil 15 fue indicador de riesgo de delgadez (24), mientras que en adultos los valores de IMC menores de 18.5 kg/m² indicaron riesgo de deficiencia crónica de energía (25). En la segunda evaluación nutricional realizada en febrero sólo se evaluó el indicador P/T (22).

El interés de esta investigación fue conocer algunas relaciones entre SAN, disponibilidad alimentaria y estado nutricional, para esto se construyó un indicador para la evaluación del estado nutricional familiar, así: una familia se consideró bien nutrida si todos los integrantes evaluados en las dos mediciones antropométricas (agosto 2000 y febrero 2001) carecieron de riesgo de desnutrición por los indicadores simultáneamente aplicados (P/T, T/E, P/E e IMC en la primera medición y P/T e IMC en la segunda). Una familia está en riesgo de desnutrición si al menos uno de sus integrantes presenta riesgo nutricional por cualquiera de los indicadores, independientemente de la cantidad de personas afectadas en la familia.

Evaluación de la malaria y del estado de salud

Se hizo una encuesta de prevalencia de malaria a los integrantes de las 37 familias, y se realizó el examen de gota gruesa, de acuerdo con los procedimientos recomendados por OPS-OMS. Se buscó información sobre frecuencia de malaria en los archivos del hospital de Bahía Solano y en la alcaldía de este municipio, sitios a donde llegan los informes del corregimiento de El Valle. Se hicieron encuestas a cada jefe de familia sobre la morbilidad sentida por los diferentes miembros de la familia durante el mes anterior a la evaluación y sobre los conocimientos, actitudes y prácticas familiares con respecto a la malaria. Ambas encuestas fueron respondidas por la mujer jefe de hogar en el 89% de las veces y por el hombre jefe de hogar en el restante 11%.

RESULTADOS

Situación sociodemográfica y sanitaria

Se estudió la totalidad de las 37 familias negras agricultoras asentadas en la cuenca del río Valle, tanto en ésta como en sus afluentes; esas familias reúnen a 216 personas, de las cuales el 44% residen en la zona rural. Del total de 216 individuos, 59% son hombres, pero en la zona rural representan el 76% de los habitantes. El 31% son niños (0-10 años), el 19% son adolescentes (11-17 años), el 41% adultos (18-60 años) y el 9% restante son ancianos (mayores de 60 años). El promedio de personas por familia es 6 y el 47% tiene de 5 a 10 miembros. El 46% de las mujeres (38 personas) tiene entre 11 y 50 años (edad reproductiva) y de ellas 5% se hallaron en gestación y 16% en lactancia.

El 31% de las personas, incluyendo los menores de 7 años, tiene cero años de asistencia a instituciones educativas, el 45% tiene entre 1 y 5 años, el 23% de 6 a 11 y el 1% más de 11 años. Es notorio que entre los mayores de 15 años el 30% nunca ha asistido a la escuela. En la zona rural se cuenta con una escuela de educación básica primaria y en la zona urbana existen tres escuelas primarias, un centro de bachillerato clásico o académico y uno de bachillerato técnico (instituto técnico agrícola). La cobertura de los servicios de seguridad social en salud es muy reducida según indicaron los habitantes (no fue posible obtener cifras oficiales). La población cuenta con la presencia del Instituto Colombiano de Bienestar Familiar el cual se encarga de los programas de recuperación nutricional y de educación nutricional en la zona, de los cuales sólo se beneficia parte de la población.

En los menores de 18 años la ocupación principal predominante fue el estudio y en los adultos y ancianos la agricultura. El 49% de las personas tenían las actividades agrícolas menores (huertas domiciliarias) o la actividad agrícola ocasional como ocupación complementaria. Un total de 63 personas (29%), sobre 216, percibieron ingresos monetarios por algún trabajo y ahí se incluyen niños, adultos

y ancianos; la mediana del ingreso monetario fue de ochenta mil pesos. La inversión en alimentos se correlaciona en forma positiva con la cuantía de los ingresos y el 54% de estos se usó para adquirirlos.

No se encontró ningún caso de malaria entre las 216 personas examinadas, pero los registros oficiales consultados indican que en esa época hubo casos de la enfermedad entre los habitantes de El Valle, aunque pocos, comparados con otros años. El 89% de los 37 jefes de hogar encuestados ha padecido malaria en algún momento de su vida, con un promedio de 3 ataques por persona y la última vez que tuvieron paludismo fue hace 4 años, en promedio, el 3% hace menos de 1 año; el 26% entre 1 y 5 años; 42% entre 6 y 10 años y el 29% hace más de 10 años.

El 97% de los jefes de hogar encuestados dice conocer "porqué la persona se enferma de paludismo", el 71% indica una razón asociada con "el zancudo" y el 17% da una explicación que se refiere "al zancudo y al agua estancada" en pozos y charcas. La mayoría asocia la picadura del zancudo con la enfermedad. A la pregunta "qué hace cuando tiene paludismo", los encuestados dieron una o varias respuestas: el 37% dijo que iba a puestos de salud a buscar diagnóstico y tratamiento, el 34% va a consulta médica, el 34% toma infusiones de hierbas y el 26% usa baños preparados con plantas. Duermen entre 1 y 5 personas por toldillo o mosquitero (bednet)*, con mediana de 2. El 57% dijo que "alguna vez" su vivienda había sido fumigada con insecticida residual y, entre los que dieron respuesta afirmativa, el 21% dijo que la fumigación ocurrió hace menos de 1 año, el 37% entre 1 y 2 años y el 43% hace más de 2 años. El 71% considera que la fumigación de la vivienda es útil para controlar la malaria.

El 25% de los 216 habitantes señaló "sentirse enfermo" en algún momento del mes anterior a la entrevista y relataron trece "causas", "enfermedades" o "molestias" diferentes, incluyendo síntomas (fiebre, dolor de cabeza, dolor en los músculos). La "fiebre, el dolor de cabeza, la gripa, la diarrea" fueron los cuatro problemas más frecuentes entre los enfermos menores de 6 años y mayores de 60 años.

Producción de alimentos

Durante los 7 meses del estudio, las familias produjeron un total de 102 toneladas de alimentos, así: carnes y pescados 3, molerías puras (representadas por oleaginosas) 3, frutas 23, tubérculos 35 y cereales 38 toneladas; la producción de huevos, lácteos y verduras fue casi nula. Los cereales

* Artículo de tela empleado en zonas tropicales para la protección de camas contra insectos.

cultivados son el arroz y el maíz se cosechan en algunos meses del año. El arroz se cosecha en el mes de agosto y es almacenado hasta un nuevo ciclo agrícola para tener semilla y disponibilidad para el autoconsumo familiar y la venta. La producción de maíz en la época del estudio fue casi nula, pues una temporada invernal previa acabó con la cosecha y con la semilla. Los plátanos que se cultivan corresponden a las variedades: hartón, felipita, popocha y primitivo, y los tubérculos más cultivados son el achín y la yuca. Las frutas comprenden: borojó, chontaduro, guayaba, limón, naranja, zapote y banano; el mes de mayor recolección es agosto y los de menor recolección diciembre y enero. El grupo de las carnes y pescados está conformado por especies menores, como el cerdo, la gallina, los animales de caza (zaino, guagua,

iguana y venado) y por pescados de mar y río, todos estos destinados para el autoconsumo e intercambio familiar.

Disponibilidad alimentaria familiar y sus fuentes

Las fuentes de la disponibilidad alimentaria fueron la producción (alimentos cultivados más los recolectados de la oferta silvestre), las existencias previas, la compra y los alimentos obtenidos por regalo e intercambio; los destinos de los alimentos fueron la venta, donación, trueque por bienes y servicios, autoconsumo y otros usos (semillas, alimentos para animales y pérdidas). Las existencias reflejan el volumen de producción de arroz en agosto de 2000, el excedente de producción lo distribuimos en partes iguales en los seis meses siguientes hasta febrero 2001 (Tabla 1).

TABLA 1
Disponibilidad familiar mensual de alimentos (kg) según la fuente y destino El Valle,
Agosto 2000 a Febrero 2001

Fuente o mes destino	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Total
Producción (P)	45735	11395	8333	10987	6810	7318	10570	101146
Venta (V)	7335	4167	2746	4690	771	1141	1711	22562
Dona (D)	4887	2729	607	1673	866	758	1125	12645
Trueque (T)	1071	91	322	104	614	335	78	2614
Existencias (Ex)	0	3634	3634	3634	3634	3634	3634	21804
Compra (C)	1179	648	627	992	882	757	937	6023
Regalo (R)	466	80	18	228	4	258	161	1214
Intercambio (I)	123	7	35	32	34	85	2	318
DTB*	34209	8776	8971	9406	9114	9818	12390	92683
Autoconsumo (A)	9422	4734	4982	6616	5880	6242	7003	44878
Otros usos (OU)	24787	4042	3989	2790	3234	3576	5387	47805
DTN**	11190	5469	5662	7868	6800	7341	8102	52433
(Ax100)/DTN	84	87	88	84	86	85	86	86
(Ax100)/ P+E	21	29	37	41	49	50	45	34
Entradas (E)	1768	735	680	1252	920	1100	1100	7555
Salidas (S)	38081	11029	7665	9257	5484	5810	8301	85626

*Disponibilidad total bruta DTB: existencias Ex + entradas E + salidas S + otros usos OU

**Disponibilidad total neta DTN: existencias Ex + entradas E + autoconsumo A

El 71% de los alimentos producidos proviene del cultivo de plantas y animales domésticos, mientras el 29% restante proviene de la recolección de productos silvestres vegetales y animales (frutos, pescado y carne de cacería). Una fuente importante de la disponibilidad alimentaria fue la lactancia materna, ya que 56% de los niños de 0 a 24 meses estaban siendo amamantados.

La compra, los alimentos regalados y el intercambio de productos contribuyen a la disponibilidad total neta en un 15% (13% a 16%), mientras que el 85% restante (84%-87%) corresponde a los alimentos obtenidos por producción, es decir que de cada 1000 gramos de alimentos destinados para el

consumo familiar, al menos 800 gramos provienen de la propia producción alimentaria.

Un 47% de los alimentos producidos fue destinado a otros usos, que corresponde a las pérdidas de alimentos (durante el transporte, secado, almacenamiento, etc), la cantidad destinada para semillas y aquella usada para alimentar animales. Uno de los aspectos que reduce la disponibilidad alimentaria y pone en riesgo la SAN familiar corresponde a pérdidas de alimentos.

SAN según el grado de disponibilidad alimentaria

El 24% de las familias presentó disponibilidad alimentaria

inadecuada (inseguridad alimentaria y nutricional) en agosto de 2000 y este porcentaje aumentó a 26% en febrero de 2001. La mediana fue de 30% y los meses de menor disponibilidad fueron septiembre y octubre (Tabla 2). Aquellas familias que tuvieron disponibilidad alimentaria inadecuada, presentaron mayoritariamente una disponibilidad alimentaria inferior al 90% puesto que la media de las familias con disponibilidad alimentaria crítica (16%) es mayor que la media de las familias que se encontraron con disponibilidad alimentaria insuficiente e inestable (9% y 4% respectivamente). Se observó que generalmente, cuando se acentúa la disponibilidad alimentaria inadecuada, ocurre una disminución de los alimentos destinados para el autoconsumo.

TABLA 2
Disponibilidad alimentaria familiar por mes y grado de disponibilidad El Valle, agosto 2000 a febrero 2001 (porcentajes)

Disponibilidad alimentaria	2000					2001			
	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	X	M*
Crítica	8	16	24	13	13	17	22	16	16
Insuficiente	8	12	4	13	17	8	0	9	8
Inestable	8	8	4	4	0	0	4	4	4
No plena	24	36	32	30	30	25	26	29	30
Plena **	76	64	68	70	70	75	74	71	70

* X media aritmética, Me mediana

** Suma de disponibilidad crítica, insuficiente e inestable

El 25% (16% a 30%) de las familias con disponibilidad alimentaria crítica e insuficiente padece inseguridad alimentaria crónica (1), es decir una disponibilidad de calorías inferior a 100% durante los siete meses del estudio. Por otra parte, la inseguridad alimentaria transitoria, es decir el desplazamiento de disponibilidad plena hacia inestable o insuficiente fue mayor durante septiembre, octubre, noviembre y diciembre (Tabla 3). El 56% de las familias

desertó del estudio y pertenecían al grupo con mayor problema de disponibilidad de alimentos.

Porcentaje de adecuación de calorías y nutrientes

Si desde el punto de vista cuantitativo la disponibilidad de alimentos (medida como disponibilidad de calorías) fue adecuada en el 71% de las familias, en el aspecto cualitativo el problema es más grave. La mediana del porcentaje de adecuación de proteínas, hierro, fósforo y vitamina C fue superior al 100%, mientras que el calcio y la vitamina A tienen valores inferiores al 50%, siendo más grave la deficiencia en la zona urbana que en la rural.

La disponibilidad de proteína en las familias con disponibilidad crítica es de 80%, es decir que ésta no alcanza a cubrir sus requerimientos. La mediana de los porcentajes de adecuación para este nutriente en las categorías de disponibilidad crítica, insuficiente e inestable se encuentra en 80%, 109% y 134%, en su orden. Sin embargo, la proporción de kilogramos que representan los alimentos de origen animal con respecto al total de kilogramos producidos entre agosto y febrero es del 4%, es decir, que esta disponibilidad proteica es predominantemente de baja digestibilidad (origen vegetal).

La mediana de la disponibilidad del hierro se encuentra en 105% (61% a 167% de porcentajes de adecuación) en las familias con disponibilidad crítica, 102% (61% a 258% porcentajes de adecuación) en familias con disponibilidad insuficiente y adecuaciones superiores al 185% en aquellas con disponibilidad inestable y plena. Sin embargo el aporte dietario del hierro en esta población es de baja calidad, porque proviene en su mayoría de alimentos de origen vegetal, (hierro tipo no hemínico) y este último sólo se absorbe en un rango de 1% a 40%.

La mediana de los porcentajes de adecuación para vitamina A es deficitaria en la mayoría de los meses y únicamente en agosto y febrero hubo disponibilidad de esta vitamina superior al 100% pero sólo en las familias con disponibilidad plena de calorías (% de adecuación calórico superior al 110), época de cosecha de chontaduro y zapote. (Gráfico 1).

TABLA 3
Clasificación de la seguridad alimentaria y nutricional familiar mensual El Valle, agosto 2000 a febrero 2001 (porcentajes)

Clasificación de la SAN	2000					2001			
	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	X	Me*
Seguridad alimentaria y nutricional **	76	64	68	70	70	75	74	71	70
Inseguridad alimentaria crónica ***	16	28	28	26	30	25	22	25	26
Inseguridad alimentaria transitoria ****	—	12	8	6	6	1	2	6	6

* X media aritmética, Me mediana

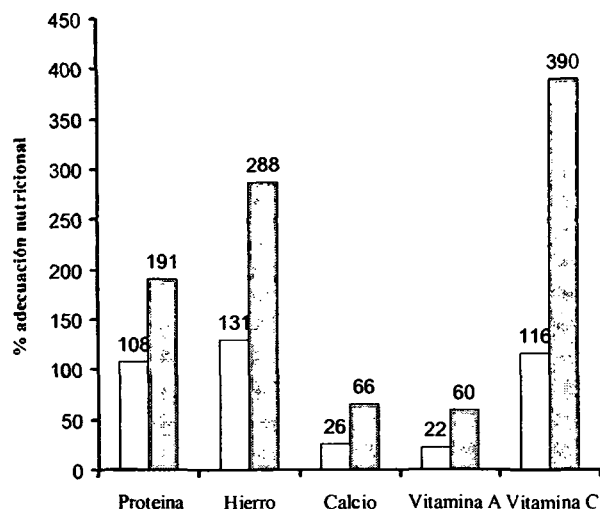
** Seguridad alimentaria y nutricional: >111% de adecuación de calorías.

*** Inseguridad alimentaria crónica: sumatoria de las familias con disponibilidad alimentaria crítica e insuficiente en los meses de estudio.

**** Inseguridad alimentaria transitoria: número de familias que se desplazaron de disponibilidad plena hacia inestable e insuficiente en los meses de estudio.

GRAFICO 1

Mediana de los porcentajes de adecuación de algunos nutrientes según el grado de disponibilidad alimentaria



Disponibilidad alimentaria adecuada: >111% de adecuación de calorías.
 Disponibilidad alimentaria inadecuada: <110% de adecuación de calorías.

Evaluación del estado de nutrición individual y familiar

De las 37 familias nucleares halladas en agosto de 2000, 15 (39%) desertaron del estudio porque no se les suministró alimentos. En la primera evaluación se estudiaron 162 personas y siete meses después se pudo evaluar a 99 de ellas, así que el estudio longitudinal completo se hizo en estos 99 sujetos, cuyos resultados aparecen en el (Tabla 4). El 31% de los niños de 0 a 5 años mostró bajo P/T en agosto de 2000,

cifra que se mantuvo siete meses después. El 14% de los niños de 6-10 años tuvo bajo P/T en agosto de 2000 y un 9% en febrero de 2001. En la primera evaluación, la baja T/E afectó al 69% de los menores de 6 años y al 41% de los niños de 6 a 10 años. Es de suponer que si no hubiese sucedido la deserción de tantas familias, el riesgo de desnutrición sería mayor en la segunda evaluación.

El riesgo de delgadez para los adolescentes (11 a 17 años) fue de 15% en la primera medición y de 11% en la segunda, mientras que para los mayores de 17 años fue de 3% y cero, respectivamente.

Si en la primera medición se tienen en cuenta los tres indicadores antropométricos, el 54% de las 37 familias presentó al menos un miembro con riesgo de desnutrición en alguno de esos indicadores. En 24 de las 37 familias se evaluó a alguno de sus miembros en las dos mediciones, en la primera el 75% de ellas mostró al menos un integrante con bajo P/T o IMC, este porcentaje bajó a 71% en febrero de 2001.

Estado nutricional familiar según la disponibilidad de alimentos

Al inicio, de las 37 familias evaluadas 45% se encontraron en riesgo de desnutrición, y de éstas el 13% tenía disponibilidad alimentaria inadecuada. El 54% de las familias (37) se encontró sin riesgo de desnutrición y de éstas 11% presentó disponibilidad alimentaria inadecuada (Tabla 5). Siete meses más tarde, en febrero de 2001, la situación era similar: de las 19 familias, el 10% tenía disponibilidad inadecuada y algún miembro en riesgo de desnutrición, frente a 21% con disponibilidad inadecuada y todos sus integrantes sin riesgo de desnutrición (Tabla 5).

TABLA 4

Porcentaje de riesgo de desnutrición según indicador y fecha de evaluación, por grupo etáreo, en 99 personas con las dos evaluaciones

Edad (años)	#	Riesgo de desnutrición según indicador y fecha de evaluación					
		Aguda (P/T)		Crónica (T/E)	Global (P/E)	Delgadez (IMC)	
		ago-2000	feb-2001	ago-2000	ago-2000	Ago-2000	Feb-2001
0-5	16	3	31	69	68	-	-
6-10	22	14	9	41	27	-	-
11-17	27	-	-	-	-	15	11
18 y más	34	-	-	-	-	3	0

TABLA 5

Relación entre la SAN familiar y el estado de nutrición familiar (EN)* en agosto 2000 y febrero 2001

Seguridad alimentaria	Estado nutricional Familiar			
	Primera evaluación (agosto 2000)		Segunda evaluación (febrero 2001)	
	Con desnutrición	Sin desnutrición	Con desnutrición	Sin desnutrición
Inadecuada	5 (13%)	4 (11%)	2 (10%)	4 (21%)
Adecuada	12 (32)	16 (43%)	3 (16%)	10 (53%)

* Familia nuclear con desnutrición y sin desnutrición: ver definición en metodología.

DISCUSION

En esta investigación se buscó conocer algunas de las relaciones entre la SAN (medida sólo a partir de la disponibilidad de alimentos) y la malaria entre las familias agricultoras de la cuenca del río Valle, comunidad conocida por albergar en forma endémica la malaria.

Los resultados obtenidos indican que en la época del estudio la prevalencia de paludismo fue poca, frente a lo sucedido históricamente, pero la baja prevalencia era esperada, ya que el estudio se hizo en la fase inmediatamente posterior a la ocurrencia de una gran epidemia, la mayor de todas las conocidas en el siglo XX en Colombia (26), y en plena etapa posterior al fenómeno cíclico ENOS, cuando se presentan condiciones climáticas que reducen en forma drástica las condiciones favorables para la transmisión de la malaria (27). La información epidemiológica en febrero 2002 indica que en el país existe, desde finales de 2001, un nuevo incremento del paludismo y que en áreas como el Chocó otra vez las cifras llegan a niveles muy altos, de nuevo *P. falciparum* se torna en la especie dominante (durante la fase inmediatamente posterior al ENOS prevaleció *P. vivax*), y las complicaciones y el número de muertes (aunque no la tasa de mortalidad) se incrementan en forma acelerada, entre otros fenómenos cíclicos. No hay duda, en consecuencia, de que nos encontramos en una zona de riesgo malárico, uno de los mayores de Colombia, sometida a fuertes oscilaciones periódicas en las condiciones naturales que determinan la transmisión.

A todo lo anterior deben agregarse causas de índole social, es decir económicas, políticas e ideológico-culturales, que inciden poderosamente en la configuración y dinámica del espacio de riesgo palúdico. En particular, hay que resaltar el abandono por parte del Estado colombiano de una política de salud pública, que ha llevado a la supresión fáctica del programa y las acciones de control de la malaria, como la aplicación de insecticidas residuales, la búsqueda activa de casos, el diagnóstico con gota gruesa y el suministro de medicamentos. Los resultados de la encuesta aplicada en El Valle son elocuentes: sólo el 57% dijo que “alguna vez” su vivienda había recibido fumigación con insecticida residual y, por ejemplo, el 43% señaló que ello sucedió hace más de 2 años. Además, el puesto de salud de la zona carece de personal capacitado en el diagnóstico y tratamiento de la enfermedad. Con relación a las acciones de control de la malaria, hay que enfatizar en que un componente clave de ellas es la aplicación de insecticidas en las viviendas, pero en comunidades como El Valle algunas viviendas no son apropiadas para que tal aplicación sea efectiva, pues las paredes son escasas o están ausentes, presentan hendiduras y los anjeos están deteriorados, entre otras fallas.

De acuerdo con Bonilla y colaboradores (17), “la

percepción del riesgo de contraer la malaria es un requisito para que las personas realicen las acciones preventivas necesarias para controlar la enfermedad”. Los conocimientos, actitudes y prácticas frente a la malaria son elementos determinantes del espacio de riesgo malárico. Recordemos que el 97% de los jefes de hogar encuestados dice conocer “por qué la persona se enferma de paludismo”, el 71% indica una razón asociada con “el zancudo” y el 17% da una explicación que se refiere “al zancudo y al agua estancada” en pozos y charcas. Ya Bonilla y colaboradores habían informado que en sus investigaciones en Cunday (Tolima) y La Tola (Nariño), ambos lugares en Colombia, la malaria se atribuía fundamentalmente a la picadura del zancudo, a la contaminación del agua y a la debilidad del cuerpo (17). Como informaron también estos mismos autores, aunque la mayoría asocia la picadura del zancudo con la enfermedad, no tienen claridad acerca de la manera como ello sucede. Los tratamientos que usan para el paludismo son, como en los estudios de Bonilla y asociados (17), una combinación de medicamentos alopáticos (usados en los programas gubernamentales antimaláricos) y de plantas que ellos juzgan con poderes medicinales.

En otro orden de ideas, para la evaluación de la SAN se empleó la metodología de la HBA de la FAO (18), la cual evalúa disponibilidad de alimentos nacional, sin embargo esta metodología fue ajustada a cada familia para valorar la disponibilidad de alimentos mensualmente, éstos fueron traducidos a calorías y nutrientes y las primeras nos permitieron clasificar el grado de SAN mensual familiar. De acuerdo a esto se observa que la producción de alimentos por parte de los agricultores de El Valle es relativamente autónoma, pues el 80% de los kilogramos de alimentos destinados para el consumo familiar provienen de la propia producción alimentaria (cultivo, recolección silvestre, caza, pesca y cría de animales domésticos). Llama la atención sobre una realidad que amenaza la SAN, como es la inmensa fragilidad de su sistema productivo, sometido a las variaciones extremas del clima, que lleva, por ejemplo, a hacer desaparecer el maíz durante muchos meses y contribuye a la oscilación de la inseguridad alimentaria entre crítica y transitoria en las familias, en este estudio estos valores corresponden a 25% y 6% respectivamente. El problema de la inseguridad alimentaria se acentúa si se consideran fenómenos como la ausencia de políticas y programas estatales que busquen estimular y proteger la economía campesina de pequeña y mediana escala, carencias más acentuadas en regiones marginadas como el Chocó y que son problemas de larga duración en Colombia, como lo ha señalado Machado en forma reciente (28). También preocupa la escasa diversidad de los cultivos, reducida en el caso de los cereales como el maíz y el arroz, y en los tubérculos dependiente de la yuca y el achín. Las frutas son más

abundantes pero ellos no las cultivan y se limitan a recoger lo que producen, pues las plantas y árboles no reciben abonos, limpiezas ni tratamiento de enfermedades. Las fuentes de vitamina A están restringidas, como se vio, al zapote y el chontaduro, cuya producción es cíclica (agosto y febrero), quedando desabastecidos el resto del tiempo, pues no utilizan otros alimentos fuentes de este nutriente. Tan dramática es la situación que, como se informó antes, sólo en la época de cosechas de chontaduro y zapote hubo disponibilidad de vitamina A superior al 100% pero sólo en las familias con disponibilidad plena de calorías. Durante los siete meses de la investigación, la producción de carnes fue muy pequeña, sólo 3 toneladas, que implican - si se divide el total de toneladas en bruto por 216 personas en cada mes - una ración de 67 g/persona/día (en bruto), frente a las recomendaciones mínimas de 100 g/persona/día (en peso neto). La producción de huevos, lácteos y verduras, fue casi cero. Como se señaló, la disponibilidad de proteínas y de hierro es de bajo valor biológico al provenir de fuentes vegetales. La disponibilidad de grasas es muy baja (3 toneladas) y sugiere un pobre aporte de ácidos grasos esenciales y de otros nutrientes liposolubles.

En medio de las carencias vale destacar el hallazgo de que la lactancia materna se practica en el 56% de los niños de 0 a 24 meses, lo cual evita un mayor deterioro nutricional. De los 10 niños en este grupo de edad cuyo estado nutricional fue evaluado, el 30% mostró riesgo de desnutrición aguda.

Un elemento importante en la economía de estos agricultores es la práctica cotidiana y con alta valoración social del trabajo interfamiliar solidario y la consiguiente repartición por méritos de los productos obtenidos. Esta característica y la familia extensa que predomina entre ellos contribuyen en forma valiosa a evitar un mayor deterioro económico y nutricional. Las redes de apoyo para la SAN* permiten a las familias en épocas de escasez incrementar su disponibilidad alimentaria. Una situación que agrava la debilidad del sistema alimentario en El Valle es la ausencia de servicios públicos domiciliarios de calidad y de suministro estable, situación que es común en las poblaciones colombianas donde la malaria es endémica. Hace apenas unos siete años se inició el suministro de energía eléctrica, limitado a la zona urbana, el cual se suspende por largos períodos. Este hecho reduce la posibilidad de conservar alimentos en forma adecuada a mediano plazo. Por otra parte, el agua no satisface los requisitos mínimos para ser potable, la carencia de sistemas de eliminación de excretas es la regla tanto rural como urbana y eso mismo sucede con la recolección y disposición de basuras. Las razones político-económicas (débil papel del Estado en materia de agricultura y alimentos, así como de desarrollo humano y material en áreas rurales, entre otras) e ideológico-culturales (carencia de valor social de ciertos alimentos como carne de gallina, la actitud pasiva y mendicante frente al Estado, entre otros)

hacen que quienes reciben formación en técnicas agropecuarias no tengan opciones de empleo, no las apliquen en sus propios predios y viviendas y no intenten generar alternativas económicas autosostenibles.

Los habitantes del corregimiento El Valle tienen un compromiso grande del estado nutricional evaluado por antropometría, especialmente el grupo menor de cinco años, quienes presentan un retraso en peso y talla para la edad del 69% y un bajo P/T de 31%; la proporción de individuos en riesgo de desnutrición es superior a la informada para la zona Pacífica Colombiana en 1995 (29). A pesar de las cifras de desnutrición halladas, no se encontró asociación entre el estado nutricional y la inseguridad alimentaria (29%), esto se debe en parte a que el criterio para definir seguridad alimentaria fue la disponibilidad familiar del 110% o más de las necesidades energéticas, bajo el supuesto de que con ésta hay una alta posibilidad de cubrir el aporte dietético de la mayoría de los nutrientes, lo cual es cierto cuando las calorías provienen de una amplia variedad de alimentos, no observada en esta población, donde la base de la alimentación son cereales, tubérculos y plátanos, en tanto que los alimentos de origen animal sólo contribuyeron con el 4% del total producido, esto hace que las proteínas y el hierro sean de baja biodisponibilidad y la disponibilidad de Ca y vitamina A sean inferiores al 50% del requerimiento. Es de esperar que otros nutrientes como el cinc que proviene de fuentes animales también estén bajos.

Estos nutrientes se requieren para el óptimo crecimiento y explicaría por qué los escolares y adolescentes son los grupos poblacionales más afectados. Otro factor que explicaría el alto compromiso nutricional son las condiciones higiénico-sanitarias de la región las cuales sugieren un deficiente aprovechamiento biológico de los nutrientes pues favorecen la presencia de enfermedades infecciosas como las parasitosis intestinales, las infecciones respiratorias, entre otras, de alta prevalencia en la zona y corroboradas con la encuesta de morbilidad realizada. No se realizó evaluación bioquímica del estado nutricional de micronutrientes, sin embargo es posible, de acuerdo al déficit hallado, predecir la deficiencia subclínica de estos.

Los hallazgos de tipo nutricional representan un riesgo importante para la enfermedad malárica, sobre todo en un espacio de riesgo para la presentación de la enfermedad, pues la desnutrición se encuentra acompañada de deficiencias en varios nutrientes, determinantes de la defensa antioxidante y de la función inmune (4). Hay evidencia del papel

* Redes de apoyo para SAN: definidas como aquellos procesos de tipo colectivo para la producción, intercambio, compra, caza, pesca, asistencia técnica y las donaciones provenientes de instituciones gubernamentales y no gubernamentales.

modulador de las proteínas, la vitamina A y el hierro, en los mecanismos de respuesta inmune innata y adaptativa (30-32). Algunos estudios sugieren que en malnutrición hay una reducción en la producción de células polimorfonucleares, macrófagos, anticuerpos y una depleción de la actividad citotóxica de las NK, lo que reduce la respuesta inflamatoria y la resistencia del hospedero frente al parásito (33). Varios reportes indican que la vitamina A puede cumplir un papel potenciador en la resistencia a la malaria y que su deficiencia puede hacer al individuo susceptible a la infección (34-36).

En la actualidad no hay dudas acerca del papel determinante que la organización socioeconómica, el desarrollo económico y la justicia social ejercen sobre la conformación de los perfiles de bienestar, salud, enfermedad y muerte (37,38), por otra parte, hay estrecha relación entre la desnutrición y las infecciones (39). En las poblaciones donde la malaria es endémica, ella generalmente coexiste con la desnutrición (40) y una y otra son debidas principalmente al atraso económico y a la injusticia social, manifestada en la no equitativa participación de los habitantes en la riqueza social, fenómeno que es conocido. El déficit nutricional, así como los reiterados ataques de paludismo y la alta frecuencia de procesos infecciosos, constituyen un sistema de factores causales interactuantes entre sí y con otros procesos naturales y sociales configuran el espacio de riesgo malárico de naturaleza biosocial.

Creemos que es urgente la intervención en esta comunidad con el fin de resolver o, al menos, mitigar problemas graves. Los costos financieros de tales acciones son bajos y los beneficios sociales son inmensos. Es el Estado colombiano, en sus distintos niveles, el llamado a esta intervención. Problemas como la deficiencia de calcio puede resolverse con el suministro de leche en polvo; la promoción del consumo de alimentos fuentes de vitamina A o la preservación de frutas de producción estacional fuentes de este nutriente podrían prevenir la deficiencia de esta vitamina. La construcción de un acueducto en la zona y la asesoría técnica y el apoyo financiero para proteger fuentes hídricas y construir pequeños sistemas de captación y conducción de agua para las viviendas rurales es una opción viable a corto plazo. Algo similar es necesario en cuanto a letrinas de hoyo seco o pozos sépticos para la zona rural y un sistema más elaborado y de mayor costo, pero posible de asumir, que se requiere en la parte urbana. Urge la asistencia de toda índole (créditos, semillas, herramientas, técnicas agropecuarias, educación nutricional, entre otros elementos) para promover la diversificación agrícola, la cría de especies menores y peces, las huertas domiciliarias y las plantaciones pequeñas con alimentos fuentes de vitamina A y C. La Constitución Política y los compromisos internacionales del Estado colombiano lo obligan a garantizar de inmediato la asistencia sanitaria en asuntos como el diagnóstico y tratamiento de la malaria.

Al finalizar la investigación se hizo una reunión con las familias participantes y se les entregó un documento con conclusiones y recomendaciones, se entregó copia a las autoridades político-administrativas y sanitarias de El Valle y de Bahía Solano, así como a los consejos comunitarios de El Valle.

La justificación ética y social de estas recomendaciones es contundente: el bienestar de las personas no tiene discusión. Todo el accionar de la sociedad debe encaminarse a procurar mejorar cada día ese bienestar y ese todo incluye la actividad económica. Es la economía la que debe ponerse al servicio de la humanidad y no esta al servicio de aquella. Ya Franco hizo una pregunta crítica en su libro «El paludismo en América Latina» (41): «¿Cuánto cuesta la malaria?, la respuesta es absolutamente relativa. Depende de quién hace la pregunta, cuándo la hace, a quién la hace y cómo la hace (...). El análisis de costo/beneficio penetró también el campo de los malariólogos (...). Este listado histórico de las respuestas a la misma pregunta pone de manifiesto varios aspectos (...). En todos ellos (...) hay dos conceptos básicos: la salud es esencialmente capacidad y disposición para el trabajo y, por tanto, la determinación del costo de la salud se hace posible por la conversión del hombre en un valor de cambio. Están aquí los componentes básicos de la interpretación de la salud en el modo de producción capitalista: hombre-trabajo-valor (...). Es la anterior cuantificación, nacida de tal conversión, la que está detrás de los cálculos que permiten dar respuesta a una pregunta que estrictamente no la tiene (...)» (41).

AGRADECIMIENTOS

A la comunidad de la cuenca del río Valle; a la Universidad de Antioquia por su aporte financiero, académico y administrativo; a la Fundación Natura; al personal del «Hospital Julio Figueroa», de Bahía Solano, y al personal del puesto de salud de El Valle; a Marta Cecilia Álvarez y Rosa Uscategui, profesoras de la Escuela de Nutrición y Dietética de la Universidad de Antioquia.

REFERENCIAS

1. www.redcapa.org.br/salimentaria/Cap1.html.
2. FAO/OMS. Conferencia internacional sobre nutrición. Mejora de la seguridad alimentaria en los hogares. Documento temático 1992, N° 1.
3. Álvarez Uribe MC, Gonzalez Zapata L. Feeding practices among rural families of Medellín, Colombia. Arch Latinoam Nutr 2002; 52 (1): 55-62.
4. Albert PL, Sanjur D. The adaptation and validation of the food security scale in a community of Caracas, Venezuela. Arch Latinoamer Nutr 2000; 50 (4): 334-40.

5. Frankenberger T.R, Mc caston M.K. The household livelihood security concept. *Food Nutrition and agriculture* 1998; 2: 30-35.
6. Rice AL, Sacco L, Hyder A, Black RE. Malnutrition as an underlying cause of childhood deaths associated with infectious diseases in developing countries. *Bull World Health Organ* 2000; 78 (10): 1214-1216.
7. Shankar A.H. Nutritional modulation of malaria morbidity and mortality. *J Infect Dis* 2000; 182 (1): S37-53.
8. El Samani FZ, Willett WC, Ware JH. Nutritional and socio-demographic risk indicators of malaria in children under five: a cross-sectional study in a Sudanese rural community. *Am J Trop Med Hyg* 1987; 90 (2): 69-78.
9. Razanamparany MS, Randriamiharisoa FA, Razanamparany NJ, Ramialimanana V. The malaria epidemic in Antananarivo from 1983 to 1994 as seen through the Pediatric Service A in the Befelatanana General Hospital. *Sante* 1995; 5 (6): 382-385.
10. Oomen JM. Body build and nutritional status of three ethnic groups inhabiting the same locality in Northern Nigeria. *Trop Geogr Med* 1979; 31 (3): 395-403.
11. Quiñones M, Suárez MF, Fleming GA. Distribución y biología de los anofelinos de la costa pacífica de Colombia. *Col Med* 1987; 18: 19-24.
12. Gast A. Biología y distribución geográfica de los anofelinos en Colombia. Universidad Nacional de Colombia, *Rev Fac Med* 1943; 12: 53-103.
13. Barreto P. Distribución de los mosquitos Anopheles (Diptera: culicidae) en el departamento del Valle del Cauca, Colombia. *Acta Med Valle* 1971; 2: 45-58.
14. Murillo C, Astaiza R, Fajardo P. Biology of Anopheles (Kerteszia) neivai H., D. & K., 1913 (Diptera: Culicidae) in the Pacific coast of Colombia. III. Luminosity measurements and biting behavior. *Rev Saude Publica* 1988; 22 (2):109-12.
15. Tapia C, Polanco R. Conservación y manejo del territorio de la comunidad negra de la cuenca del río Valle, Bahía Solano, Chocó. Fundación Natura, Bogotá, 1995.
16. Tapia C, Polanco R, Leal C. Los sistemas productivos de la comunidad negra del río Valle, Bahía Solano, Chocó Bogotá: Ministerio del Medio Ambiente, proyecto Biopacífico. Fundación Natura, 1997.
17. Bonilla E, Kuratomi LS, Rodríguez P, Rodríguez A. Aspectos socioeconómicos de la malaria en Colombia. En: Salud y desarrollo. Plaza y Janés, Centro de Estudios Sobre Desarrollo Económico CEDE (Universidad Javeriana), Bogotá, 1991.
18. www.fao.org/waicent/faostat/agricult/fbs-s.html.
19. Quintero D, Alzate MC, Moreno S. Tabla de composición de alimentos Colombianos. Centro de atención nutricional, Medellín- Colombia, 2001.
20. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Nutrición. Utilización de alimentos tropicales: productos animales. FAO; 1990; 47 (8): 53.
21. Instituto Colombiano de Bienestar Familiar. Recomendación de consumo diario de calorías y nutrientes para la población colombiana, 1990.
22. FAO. El concepto de seguridad alimentaria. En: Programa de la FAO relacionado con la asistencia para la seguridad alimentaria, segunda consulta con donantes del PASA. Roma, 1980; 5-20.
23. Garza L, Yip R, Victora CG. Physical Status: The use and interpretation of anthropometry. Geneva: edited by Mercedes de ONIS, Unit Nutrition WHO, 1993; 5-10, 13-16, 22-28.
24. Lazarus R, Baur L, Webb K, Blyth F. Body mass index in screening for adiposity in children and adolescents: systematic evaluation using receiver operating characteristic curves. *Am J Clin Nutr* 1996; 63 (4):500-6.
25. Shetty Ps, James WPT. Body Mass Index. A measure of chronic energy deficiency in adults. Roma: FAO, 1994: 57.
26. Padilla J, Piñeros JG. Epidemiología de la malaria en Colombia 1959-2000. Mimeografiado, Bogotá, 2001.
27. Poveda G, Rojas W. Impacto del fenómeno de El Niño sobre la intensificación de la malaria en Colombia. memorias XII Seminario nacional de hidráulica e hidrología. Bogotá, 1996.
28. Machado A. La cuestión agraria en Colombia a finales del milenio. Bogotá: El Áncora Editores, 1998.
29. FAO/OMS. Perfiles nutricionales por países-Colombia. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación, Roma, 1998.
30. Long KZ, Santos, JI. Vitamins and the regulation of the immune response. *Immun Pediat* 1999; 18 (3): 283-290.
31. Semba R.D. The role of vitamin A and related retinoids in immune function. *Nutrition Reviews* 1998; 56 (1): S38-46.
32. Taylor CE, Higgs ES. Micronutrients and infectious diseases: Thoughts on integration of mechanistic approaches into micronutrient research. *J Infect Dis* 2000; 182 (1):134-8.
33. Erickson KL, Medina EA, Hubbard NE. Micronutrients and innate immunity. *J Infect Dis* 2000;182 (1):S5-10
34. Semba RD. Vitamin A and immunity to viral, bacterial and protozoan infections. *Proc Nutr Soc* 1999;58(3):719-27
35. Das BS, Thurnham DI, Das DB. Plasma alpha-tocopherol, retinol, and carotenoids in children with falciparum malaria. *Am J Clin Nutr.* 1996; 64 (1):94-100.
36. Thurnham DI. Proc Nutr Soc. Antioxidants y prooxidants in malnourished populations. *Proc Nut Soc* 1990; 49: 247-259.
37. Breilh J, Granda E, Campaña A, Betancourt O. Ciudad y muerte infantil. Ediciones CEAS, Quito, 1983.
38. Breilh J, Granda E, Campaña A, Yépez J, Páez R, Costales P. Deterioro de la vida. Quito: Corporación Editora Nacional, 1990.
39. Rice AL, Sacco L, Hyder A, Black RE. Malnutrition as an underlying cause of childhood deaths associated with infectious diseases in developing countries. *Bull World Health Organ* 2000; 78 (10):1214-1216.
40. Blair S, Carmona J, Correa A. Malaria en niños: relaciones entre nutrición e inmunidad. *Rev Panam Salud Pública* 2002; 11(1):5-14.
41. Franco S. El paludismo en América Latina. Guadalajara, México: Editorial Universidad de Guadalajara, 1990.

Recibido:05-04-2002

Aceptado:01-08-2003

Interactions among indicators of B₁, B₂, B₆ and vitamin C status in university students

Avila AV, Liuzzi JP, Cioccia AM and Hevia P

Escuela de Nutrición y Dietética, Universidad Central de Venezuela, Caracas. Venezuela
Universidad Simón Bolívar, Caracas Venezuela

SUMMARY. In 209 young university students (109 males and 80 females) with body mass index within the normal range, the activation coefficient of the erythrocyte transketolase (ETKAC) glutathione reductase (EGRAC) and aspartate amino transferase (EASTAC) as well as the circulating levels of vitamin C were determined. Using the usual cutoff points for ETKAC and serum vitamin C and higher than usual cutoff points for EASTAC and EGRAC 99, 95, 92, and 87% of the study subjects exhibited activation coefficients which were compatible with an acceptable status for vitamin B₂, B₆, C and B₁ respectively. A correlation analysis showed a high correlation ($r = 0.81$) between erythrocyte indicators of B₁ and B₂ status a lower correlation between indicators of the status of these vitamins and B₆ and no correlation between the indicators of B₁, B₂, and B₆ status and serum vitamin C. This study indicated that in this largely nutritionally adequate population, the activation coefficient of the erythrocyte enzymes used here as markers of the nutritional status of B₁, B₂, and B₆ were related between themselves and varied in the same direction. These changes, however, were not associated with circulating levels of vitamin C. **Key words:** B₁, B₂, B₆, vitamin C, ETKAC, EASTAC, EGRAC, interactions.

RESUMEN. Relaciones entre indicadores del estado nutricional de las vitaminas B₁, B₂, B₆, y C en una población de estudiantes universitarios. Los niveles séricos de vitamina C y los coeficientes de activación de las enzimas eritrocitarias: transcetolasa (ETKAC), glutatión reductasa (EGRAC), y aspartato amino transferasa (EASTAC) se midieron en una muestra de 209 estudiantes universitarios (109 hombres y 80 mujeres) que presentaban índices de masa corporal dentro de los niveles normales. Usando los puntos de corte habituales para la vitamina C y ETKAC así como puntos de corte mayores que lo habitual para EASTAC y EGRAC 99, 95, 92 y 87% de los estudiantes mostraron valores dentro de la normalidad para las vitaminas B₂, B₆, C y B₁ respectivamente. Un estudio de correlación, mostró una alta correlación entre los indicadores eritrocitarios de las vitaminas B₁ y B₂ ($r = 0.81$), una correlación intermedia entre los indicadores de estas vitaminas y el de la vitamina B₆ y ninguno de estos indicadores correlacionó con los niveles séricos de la vitamina C. En general, este estudio muestra que en esta población de individuos esencialmente normales, los indicadores eritrocitarios del estado nutricional de las vitaminas B₁, B₂ y B₆ mostraron una correlación entre ellos y cambiaron en la misma dirección. En contraste, el estado nutricional de estas vitaminas del complejo B no se correlacionaron con los niveles séricos de la vitamina C.

Palabras clave: B₁, B₂, B₆, vitamina C, ETKAC, EASTAC, EGRAC, interacciones.

INTRODUCTION

During the last decades a new concept has evolved concerning with micronutrient requirements. Currently it is accepted that the optimal intake of vitamins and minerals should include not only the amount necessary for preventing the clinical signs of deficiency but also to promote health benefits (1), primarily associated with the prevention of chronic diseases such as cancer, cardiovascular diseases (2), cataracts (3), joint inflammation and arthritis (4). This new role of the micronutrients emphasizes the utility of maintaining, throughout the whole life cycle, an optimal nutritional status for the prevention of these diseases whose symptoms are seen at maturity and old age.

The majority of the benefits offered by the micronutrients "beyond deficiency" is thought to be related to the function of vitamins and minerals as well as other compounds present mainly in fruits and vegetables as potential antioxidants (5). Among the essential vitamins, vitamin C, vitamin E and the carotenes with pro vitamin A activity are considered to be antioxidants (6). Additionally, niacin, riboflavin and thiamin are involved in antioxidant sparing and vitamin C regeneration. This is so because one way of achieving this regeneration is through the oxidation of glutathione which in turn can be reduced in the FAD dependent-glutathione reductase system (7). The NADPH required by this system is generated mainly in the pentose phosphate shunt which includes thiamin dependent-transketolases (8). Therefore,

These B vitamins may also contribute in maintaining antioxidant capacity in mammalian organisms as it has been already showed by others in the case of niacin (9).

In this study, indicators of the nutritional status of vitamin C, thiamin, riboflavin and pyridoxine were determined in a sample of university students. The purpose of this, was on the one hand to identify potential deficiencies of these vitamins in the students and on the other hand to look for possible interactions among the indicators of the four water soluble vitamins studied here.

The indicators of the status of B₁, B₂ and B₆ used in this study were the activation coefficient of erythrocyte transketolase (ETKAC), glutathione reductase (EGRAC), and aspartate amino transferase (EASTAC). The serum levels of vitamin C was used as an indicator of vitamin C status.

SUBJECTS AND METHODS

The studied population included 209 young university students randomly selected from the different undergraduate programs offered by the Universidad Simón Bolívar in Caracas city. The students gave their written consent of participation before entering the study.

After measuring weight and height (Stadiometer Holtain-Limit. UK. Scale Detecto. Spain), a 12 h fast blood sample was drawn into evacuated tubes containing EDTA. Within 1h of collection, samples were centrifuged at 3000xg for 8-10 min at 4°C, plasma and buffy coat were removed and the remaining red cells frozen and stored at -20°C until analyzed. The erythrocyte activities of the enzymes aspartate amino transferase (AST, EC 2.6.1.2), transketolase (ETK, EC 2.2.1.1) and glutathione reductase (EGR, EC1.6.4.2) as well as their coefficient of activation with pyridoxal-5-phosphate (PLP), thiamin pyrophosphate (TPP) and riboflavin (FAD) were determined as indicators of the nutritional status of B₆, B₁ and B₂ respectively. The conditions for determining these enzymes were those reported by Bayoumi and Rosalki (10). Since the activity of these enzymes is expressed in terms of the hemoglobin content of samples of red cell hemolizates, hemoglobin was determined by the cyanmethemoglobin method (11). In the same subjects, serum ascorbic acid was determined using 2,4-dinitrophenylhydrazine (12).

The population data are presented as means and standard deviation. Cases found to differ from the guidelines used to determine nutritional status for the studied vitamins were expressed as a percent of the total population. Differences between males and females were established using the Student's t-test at 5%. Correlation and regression analysis were used to determine relationships between variables. The BMDP Statistical Software was used in all cases (13).

RESULTS

Table 1 data shows that the university students studied here, independent of their sex, were slightly older than twenty years. Within the group, there were more males than females and the males were heavier, taller and had a higher body mass index than the female subjects.

TABLE 1
Study subjects grouped by sex

	Population	Males	Females
Age (y)	20.5 ± 2.4 ¹	20.8 ± 2.47	20.2 ± 2.2
Weight (kg)	61.6 ± 12.9	69.8 ± 12.9 *	53.33 ± 7.54
Height (cm)	168.3 ± 9.5	175.5 ± 6.7 *	161.0 ± 5.5
BMI ²	21.7 ± 3.8	22.7 ± 3.6	20.6 ± 4.3
n ³	209	129	80

1. Means ± SD. 2. Body mass index. 3 Number of subjects. * Different from the females p<0.05.

The data in Table 2 show the mean activation coefficients found in single samples of erythrocytes obtained from the 129 young males and from the 80 young females under study. As shown in the Table, the three enzymes measured were stimulated by the *in vitro* addition of their coenzymes. Also, this activation was slightly but significantly higher in the females. Since the higher the activation coefficient of these enzymes by their coenzymes the greater the degree of vitamin deficiency (14), the data in Table 2 suggest that the male group featured a slightly better status of the vitamins B₆, B₂ and B₁ than the female group. Table 2 also shows that the females had higher circulating levels of vitamin C.

TABLE 2
Activation Coefficient¹ (AC) of the erythrocyte Aspartate Amino Transferase (EASTAC), Glutathione Reductase (EGRAC) and Transketolase (ETKAC) enzymes and serum vitamin C levels in the study subjects

	Population	Males	Females
EASTAC	1.75 ± 0.16 ²	1.74 ± 0.17	1.78 ± 0.16*
EGRAC	1.21 ± 0.07	1.20 ± 0.06	1.23 ± 0.08*
ETKAC	1.11 ± 0.04	1.10 ± 0.03	1.13 ± 0.04*
Vitamin C (µmoles/L)	38.04 ± 11.92	36.34 ± 10.79	42.02 ± 12.49*
n ³	209	129	80

1. Enzyme activity with additional coenzyme/Enzyme activity without additional coenzyme. 2. Means ± SD. 3. Number of subjects. * Different from the males p<0.05. EASTAC, EGRAC and ETK were used as indices of B₆, B₂ and B₁ status respectively.

Table 3 information indicates the number of male and female subjects whose indices fell within the acceptable, marginal and deficient range for each of the four water soluble vitamins studied here. Since this study included more males, Table 3 also shows the percentage of males and females found in the same categories for B₆, B₂, B₁ and Vitamin C. The results showed that using the cutoff points indicated in the table, the majority of the subjects independent of their sex were in the acceptable range for all these vitamins. In addition, the results showed that there were no males with a marginal or deficient index of B₂ status, only 2.3% of them showed a marginal index for B₆ status and slightly more than 7 and 8% had low indices for B₁ and vitamin C status respectively. In the case of the females, only a very low fraction of the population showed indices of a marginal B₂ status but the fraction of the population with marginal indices for B₁ and B₆ was approximately three times higher than that found in the male population. In contrast with the lower B vitamin status found in the females, low circulating levels of vitamin C were equally frequent in males and females.

TABLE 3

Subjects with activation coefficients¹ (AC) for erythrocyte Aspartate Amino Transferase (EASTAC), Glutathione Reductase (EGRAC) and Transketolase (ETKAC) enzymes and serum vitamin C levels in the acceptable, marginal and deficient range

	Population		Males		Females	
	Subjects	%	Subjects	%	Subjects	%
EASTAC						
Acceptable	199	95.22	126	97.7	74	92.50
Marginal (>2.0) ²	10	4.78	4	2.33	6	7.50
Deficient	0	0	0	0	0	0
EGRAC						
Acceptable	207	99.04	129	100	78	97.50
Marginal (>1.4) ³	2	0.96	0	0	2	2.50
Deficient	0	0	0	0	0	0
ETKAC						
Acceptable	181	86.60	119	92.25	62	77.50
Marginal (>1.15) ⁴	26	12.44	10	7.75	16	20.00
Deficient (>1.24) ⁴	2	0.96	0	0	2	2.50
Vitamin C						
Acceptable	192	91.87	118	91.47	74	92.50
Marginal (<23) ⁵	15	7.18	9	6.98	6	7.50
Deficient (<11) ⁵	2	0.96	2	1.55	0	0
n ⁶	209	100	129	100	80	100

1. Activation coefficient = Enzyme activity with additional coenzyme/ Enzyme activity without additional coenzyme. 2. Value indicating inadequate status according to Sauberlich et al. (18). 3. Value indicating inadequate status according to Bates et al (19) and Boisvert et al (20). 4. Value indicating inadequate status according to Gibson (14) and Sauberlich (15). 5. (μmoles/L) Value indicating inadequate status according to Jacobs et al (27). 6. Number of subjects.

Table 4 summarizes the correlation coefficients found between the activation coefficient of erythrocyte aspartate amino transferase, transketolase and glutathione reductase used here as indicators of B₆, B₁ and B₂ status respectively and also between these activation coefficients and the serum levels of vitamin C. The data show that in this sample of young, largely nutritionally adequate students, those having indices of a low B₁ or B₂ status, had also a tendency to show indices of a low B₆ status. However, none of these B vitamin indices, correlated with serum vitamin C. In addition, Table 4 shows a very high correlation between the indexes of B₁ and B₂ status both in the males and the females.

TABLE 4

Pearson Correlation Coefficients between erythrocyte functional indicators of B₁, B₂, B₆,¹ status and serum Vitamin C in the study subjects

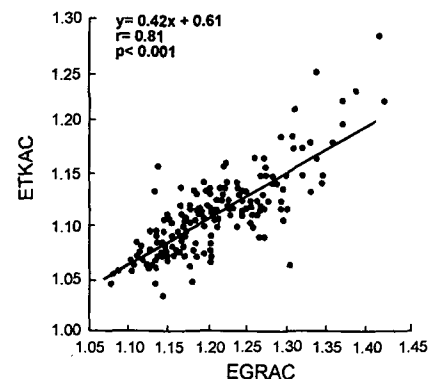
Nutrient	Population	Males	Females
B ₁ vs B ₂	0.81*	0.75*	0.85*
B ₁ vs B ₆	0.43*	0.36*	0.49*
B ₂ vs B ₆	0.29*	0.15	0.45*
B ₁ vs Vit C	0.11	-0.04	0.15
B ₂ vs Vit C	-0.07	-0.15	-0.03
B ₆ vs Vit C	0.04	-0.07	0.06

1. For B₁ ETKAC, for B₂ EGRAC and for B₆ EASTAC. * P<0.00

In accordance with the data on Table 4, Figure 1 shows the linear regression line calculated from the activation coefficient of the transketolase and glutathione reductase, measured in the erythrocyte samples, of all the subjects included in this study. The figure indicates that subjects showing a low ETKAC also had a low EGRAC. Conversely, subjects having a high ETKAC also had a high EGRAC.

FIGURE 1

Relationship between the activation coefficient of the erythrocyte glutathione reductase (EGRAC) and transketolase (ETKAC) in 209 young university students



DISCUSSION

The studied population included a group of young university students without any obvious sign of nutritional deficiencies. The group was quite homogeneous in terms of age, had more males and their calculated body mass index were in the normal range (14).

In the study group, the activation coefficient of the erythrocyte aspartate amino transferase, glutathione reductase and transketolase were determined. These coefficients are considered functional assays for the status of B₆, B₂ and B₁ respectively (14) and they have been used in the screening for deficiencies of these vitamins both in normal populations (14-15) and also in detecting and correcting B vitamin deficiencies occurring spontaneously in different parts of the world (16-17).

Cutoff points for the interpretation of the activation coefficients of these erythrocyte enzymes have recently been reviewed (14,15) and, the literature shows a good agreement in the case of the transketolase but not for the aspartate amino transferase or glutathione reductase. Accordingly, different investigators (18-21) have used different values to represent acceptable, marginal or deficient status of B₆ and B₂ in the populations they have studied. In this study, the values used for the transketolase assay are those reported by Sauberlich (15) and Gibson (14). However, the values used for the activation of aspartate amino transferase and glutathione reductase were considerably higher and similar to those recommended by Sauberlich (18) and Bates et al (19) as well as Boisvert et al (20) respectively. Using these cutoff points the mean values for the activation coefficient of the enzymes studied here fell well within the acceptable range both in the males and in the female students.

The decision to use higher activation coefficients for these two enzymes was made since there were no obvious signs of nutritional deficiencies in any of the subjects. In other populations with no signs of deficiency, activation coefficients higher than those established as the upper limit of normality (14-15) have also been used for the three enzymes measured in this study (18-26). These discrepancies limit the value of using these enzymes in predicting vitamin status.

As described by Sauberlich (15), the guidelines for interpreting vitamin C status, from serum vitamin C levels has also been a matter of debate with acceptable levels ranging from 11-34 $\mu\text{mmol/L}$. In this study we used 23 $\mu\text{mmol/L}$ based on the work of Jacob et al (27). Using this value, it appears that on the average, the study subjects had an appropriate status for this water soluble vitamin. The higher circulating levels of vitamin C found here for the females has also been reported by others (27,28).

This interpretation of the data suggested that in general, the population as a whole as well as the males and females

studied here had acceptable indices for B₁, B₂, B₆, and vitamin C. However, there were a few subjects with marginal or deficient indices for some of these vitamins. In general, the fraction of the subjects within the acceptable range was much higher than that within a marginal or deficient range and, among those in the latter group, there were more females than males. After comparing the percentage of the subjects showing low B vitamin indices in this study with those found in non-supplemented healthy subjects in other studies (21), it appears that the incidence of marginal indices for the three B vitamins in this population, fell well within a reasonable range. The incidence of low serum vitamin C levels, found in this study, is similar to previous studies reported by us in an older population (28).

The results of the correlation analysis performed here on EASTAC, EGRAC and ETKAC showed a direct relationship between the activation coefficient for the three enzymes. The strongest of these relationships was seen between EGRAC and ETKAC. The relationship between ETKAC and EASTAC was intermediate and the lowest was seen between EGRAC and EASTAC.

A certain degree of agreement between indicators of nutritional status for various nutrients, like those seen in this study for B₁ and B₆ or B₂ and B₆ erythrocyte dependent enzymes, may be expected. This agreement may result from coincidences of the same nutrients in the foods consumed or due to biochemical relationships between them. However, a relationship as high as that seen here for the erythrocyte B₁ and B₂ dependent enzymes was unexpected. Thus, riboflavin and thiamin are not present in the same foods (29-30) and neither riboflavin nor thiamin are required in the synthesis or interconversions of the active thiamin coenzymes (29) or the flavin nucleotides (30). Nevertheless, since in the erythrocyte the utilization of glucose in the pentose phosphate shunt as well as the capacity of reducing glutathione are critical in maintaining integrity and function (31), it is possible that in this cell the enzymes of these two systems, namely the B₁ dependent transketolases and the B₂ dependent glutathione reductase, may be related.

In contrast to the strong relationship between the indicators of B₁ and B₂ status just described, these results showed that there was no relationship between the level of vitamin C measured in the serum and the activation coefficient of any of the B vitamin dependent enzymes measured in the erythrocytes of the same individuals. It is possible that a more complete assessment of the status of B₁, B₂ and vitamin C, together with a larger variability in the nutritional status of these vitamins in the subjects, may be needed to show a relationship between these two B vitamins and vitamin C.

REFERENCES

1. Machlin LJ. Introduction. In: *Beyond Deficiency. New Views on the Function and Health Effects of Vitamins*. Annals of the New York Academy of Sciences 1992;669 pp 1-6.
2. Krebs-Smith SM and Kantor LS. Choose a variety of fruits and vegetables daily: Understanding the complexities. *J Nutr* 2001;131:487S-501S.
3. Lyle BJ, Mares-Perlman JA, Klein BEK, Klein R, Palta M, Bowen PE and Greger JL. Serum carotenoids and tocopherols and incidence of aged-related nuclear cataracts. *Amer J Clin Nutr* 1999;69:272-277.
4. Darlington LG and Stone TW. Antioxidants and fatty acids in the amelioration of rheumatoid arthritis and related disorders. *Brit J Nutr* 2001;85:251-269.
5. Byers T and Guerrero N. Epidemiological evidence for vitamin C and Vitamin E in cancer prevention. *Amer J Clin Nutr* 1995;62:1385S-1392S.
6. Sies H, Stahl W and Sundquist A. Antioxidant functions of vitamins: Vitamins E and C, Beta-Carotene and other Carotenoids. In: *Beyond Deficiency. New Views on the Function and Health Effects of Vitamins*. Annals of the New York Academy of Sciences 669 pp. 7-20, 1992.
7. Sen ChK and Packer L. Thiol homeostasis and supplements in physical exercise. *Amer J Clin Nutr* 2000;72:653S-659S.
8. Schwartz NB. Carbohydrate Metabolism II. Special pathways and glycoconjugates. In: *Textbook of Biochemistry with Clinical Correlations* (Devlin TM. ed). pp. 665-691. Wiley & Sons, New York, 2002.
9. Melo SS, Arantes MR, Meirelles MS, Jordao AA Jr. and Vannucchi, H. Lipid peroxidation in nicotinamide-supplemented rats with streptozotocin-induced diabetes. *Acta Diabetol* 2000;37:33-39.
10. Bayomi RA and Rosalki SB. Evaluation of methods of coenzyme activation of erythrocyte enzymes for detection of deficiency of vitamins B1, B2 and B6 in the human. *Clin Chem* 1976;22:327-335.
11. Drabkin DL and Austin JH. Spectrophotometric studies: spectrophotometric constants for common hemoglobin derivatives in human, dog and rabbit blood. *J Biol Chem* 1932;98:719-733.
12. Omaye ST, Turnbull JD and Sauberlich HE. Selected methods for the determination of ascorbic acid in animal cells, tissues and fluids. In: *Methods in Enzymology* (McCormick DB, Wright LD de) 62:3-11, 1979.
13. Dixon WJ, Brown MB, Engelman L and Jennrich RY. *BMDP Statistical Software Manual*. University of California, 1990.
14. Gibson RS. *Principles of Nutritional Assessment*. Oxford University Press. Oxford, 1990.
15. Sauberlich HE. *Laboratory Tests for the Assessment of Nutritional Status*. CRC Press. Boca Raton, 1999.
16. Macias-Matos C, Rodriguez-Ojeda A, Chi N, Jiménez S, Zuleta D and Bates CJ. Biochemical evidence of thiamine depletion during the Cuban neuropathy epidemic, 1992-1993. *Amer J Clin Nutr* 1996;64:347-353.
17. Bates CJ, Phil D, Prentice AM, Paul AA, Sutcliffe BA, Watkinson M and Whitehead RG. Riboflavin status in Gambian pregnant and lactating women and its implications for recommended dietary allowances. *Amer J Clin Nutr* 1951;34:928-935.
18. Sauberlich HE, Canham JE, Baker EM, Raica N and Herman YF. Biochemical assessment of the nutritional status of vitamin B-6 in the human. *Amer J Clin Nutr* 1972;25:629-642.
19. Bates JC, Powers HJ, Downes R, Brubachere D, Sutcliffe V and Thurnill A. Riboflavin status of adolescent vs elderly Gambian subjects before and during supplementation. *Amer J Clin Nutr* 1989;50:825-829.
20. Boisvert WA, Mendoza I, Castaneda C, De Portocarrero L, Solomons NW, Gershoff SN and Russell R. Riboflavin requirements of healthy elderly humans and its relationship to macronutrient composition of the diet. *J Nutr* 1993;123:915-925.
21. Manore MM. Effect of physical activity on thiamine, riboflavin and vitamin B-6 requirements. *Amer J Clin Nutr* 2000;72:598S-606S.
22. Van der Beek EJ, Van Dokkum W, Schrijver J, Wedel M, Gaillard AWK, Wesstra A, Van de Weerd H and Hermus RJJ. Thiamin, riboflavin, and vitamins B-6 and C: impact of combined restricted intake on functional performance in man. *Amer J Clin Nutr* 1988;48:1451-1452.
23. Fu-Liu CS, Fujitaki C and Lewis JS. Riboflavin status: Dietary intake, urinary excretion, and erythrocyte glutathione reductase coefficient activity of female university students. *Nutr Res* 1986;6:601-608.
24. Booth CK, Clark T and Fenn A. Folic acid, Riboflavin and B-6 status of a group of first time blood donors. *Amer J Clin Nutr* 1998;68:1075-1080.
25. Madigan Sh, Tracey F, McNulty H, Eato-Evans J, Coulter J, McCartney H and Strain JJ. Riboflavin and vitamin B-6 intakes and status and biochemical responses to riboflavin supplementation in free-living elderly people. *Amer J Clin Nutr* 1998;68:389-395.
26. Bailey AL, Finglas PM, Wright AJA and Southo S. Thiamin intake, erythrocyte (EC 2.2.1.1) activity and total erythrocyte thiamin in adolescents. *Brit J Nutr* 1993;72:111-125.
27. Jacob RS, Skala JH, Omaye ST and Hevia P. Biochemical methods for assessing vitamin C status of the individual. In: *Nutritional Status Assessment of the Individual*. (Livingston. G.E.,ed.) pp. 323-337, Food and Nutrition Press, New York, 1989.
28. Hevia P, Mella C, Cioccia AM, Carías D, Avila AV, and Arciniegas EL. Lípidos séricos y niveles de las vitaminas A, C y E en una población adulta de Caracas. *Arch Latinoam Nutr* 1998;48:112-121.
29. Rivlin RS and Pinto JT. Riboflavin (Vitamin B2). In: *Handbook of Vitamins*. (Rucker RB, Suttie JW, McCormick DB and Machlin LJ. eds.) pp. 255-273, Marcel Dekker Inc. New York, 2001.
30. Tanphaichitr V. Thiamin. In: *Handbook of Vitamins*. (Rucker RB, Suttie JW, McCormick DB and Machlin LJ. eds.) pp. 275-316, Marcel Dekker Inc., New York, 2001.
31. Harris RA. Carbohydrate metabolism. Major metabolic pathways and their control. In: *Textbook of Biochemistry with Clinical Correlations* (Devlin, T.M. ed.) pp. 597-664. Wiley & Sons, New York, 2002.

Recibido:21-07-2002

Acceptado:28-02-2003

Determinantes dietéticos da ingestão alimentar e efeito na regulação do peso corporal

Luciana Neri Nobre, Josefina Bressan Resende Monteiro

Departamento de Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal de Viçosa. Brasil

RESUMO. A obesidade é uma patologia multicausal, considerada, atualmente, como um dos principais problemas de saúde pública. Sua prevalência vem crescendo muito nas últimas décadas alcançando índices alarmantes no Brasil e no mundo. Independente de fatores associados com predisposição genética, essa patologia está sempre acompanhada de distúrbios na ingestão alimentar e de alto consumo de refeições com alta densidade energética e com o sedentarismo. Deste modo, a obesidade ocorre quando se tem uma perda de equilíbrio entre a ingestão alimentar e o gasto energético. Tendo em vista esses aspectos, este artigo faz uma revisão das pesquisas realizadas com intuito de melhor entender os fatores que afetam a ingestão alimentar e regulam o peso corporal, visto que, na atualidade, um dos grandes interesses dos pesquisadores, na área de nutrição, têm sido os determinantes dietéticos que exercem maior influência no processo de ingestão de alimentos, assim como os fatores, fisiológicos, físicos e químicos dos alimentos que mais atuam no processo de saciação e saciedade. **Palavras chave:** Obesidade, saciação, saciedade, ingestão de alimentos.

SUMMARY. The role of dietetic factors on food intake and body weight. Obesity is a multifactorial pathology currently considered one of the main public health problems. Its prevalence is increasing dramatically in the last decades, reaching huge rates in Brazil and many other countries. Regardless of the factors associated with genetic predisposition, this pathology is often associated with abnormal food intake, and also with high consumption of caloric foods and sedentary habits. Thus, obesity is the result of an imbalance between food intake and energy expenditure. One of the greatest research interests in nutrition has currently been the dietetic determinants that may exert an influence on the process of food intake, as well as the role of foods on physiological, physical and chemical factors most related to the processes of satiation and satiety. Based on these aspects, this paper analyzes several research works to gain a better insight of the dietetic factors affecting food intake and body weight regulation.

Key words: Obesity, satiation, satiety, food intake.

INTRODUÇÃO

A obesidade é uma doença de etiologia multifatorial na qual podem confluir fatores genéticos, endócrinos, psicológicos, sócio-ambientais e dietéticos (1). Vem sendo descrita desde os primórdios da humanidade (2); e é atualmente, um dos mais graves problemas de saúde pública representando a doença metabólica de mais alta prevalência e cuja incidência cresce dramaticamente desde as últimas duas décadas (3).

O tratamento da obesidade, entretanto, continua produzindo resultados insatisfatórios, em grande parte devido as estratégias equivocadas e pelo mau uso dos recursos terapêuticos disponíveis (4). Assim sendo, pesquisas têm sido realizadas no sentido de focalizar e identificar os fatores chaves contribuintes para o desenvolvimento desta patologia com o objetivo de projetar estratégias que poderão prevenir com sucesso futuro ganho de peso e talvez induzir perda de peso (5,7).

Entre as várias áreas de pesquisas da obesidade, a composição da dieta tem sido bastante estudada, numerosas pesquisas (5-11) têm relatado o papel das fibras, proteínas,

carboidratos, lipídios e alimentos modificados no desencadeamento da saciação e saciedade, assim como no controle da ingestão alimentar.

Além das áreas de pesquisa citada acima, as propriedades físicas e químicas dos alimentos têm despertado interesse de grande número de pesquisadores. Dentre as propriedades químicas, a densidade energética e palatabilidade têm sido bastante estudada e são consideradas ter um significativo efeito na ingestão energética (12,13), independente do conteúdo de macronutrientes e palatabilidade (12), sendo que refeições com baixa densidade energética foram associadas com maior saciedade (13), podendo ser usadas como estratégia para perda de peso.

Em face da crescente ocorrência dessa patologia na atualidade vários estudos vêm sendo conduzidos com intuito de melhor entender os fatores que afetam a ingestão alimentar e regulam o peso corporal. Com base nas informações citadas acima esta revisão vem, pois, discutir os recentes estudos relacionados aos determinantes psicológicos, cognitivos, fisiológicos e dietéticos sobre a ingestão alimentar e regulação do peso corporal.

Fatores que regulam o apetite e a ingestão alimentar

Fatores psicológicos, cognitivos e fisiológicos. Segundo Blundell (14), atualmente, aceita-se que o controle do apetite seja baseado em uma rede de interações que faz parte de um sistema psicobiológico. Este sistema é composto por 3 níveis: eventos psicológicos (percepção da fome, desejo de comer e sensações hedônicas), eventos fisiológicos e operações comportamentais (refeições, lanches, ingestão de energia e macronutrientes) e os metabólicos periféricos com suas interações metabólicas e neurotransmissores no cérebro. Assim sendo, o apetite reflete a operação sincrônica de eventos e processos nos três níveis.

Primeiramente, o cérebro é informado sobre a quantidade de alimentos ingeridos e sobre o seu conteúdo em nutrientes por sinais aferentes. O trato gastrointestinal é equipado com quimiorreceptores e mecanorreceptores especializados que monitoram a atividade fisiológica e passam informações ao cérebro, principalmente, por meio do nervo vago (14,15). Essas informações aferentes constituem uma classe de “sinais de saciedade” e formam parte do controle do apetite pré-absortivo. A fase pós-absortiva inicia-se quando os nutrientes sofrem digestão e atravessam a parede intestinal para entrar na circulação.

Assim esses produtos, que refletem o alimento consumido, podem ser metabolizados nos tecidos ou órgãos periféricos, ou podem entrar diretamente via circulação, sendo que em qualquer dos casos, esses produtos constituem uma outra classe de sinais metabólicos da saciedade. Adicionalmente, os produtos de digestão e agentes responsáveis por seu metabolismo podem alcançar o cérebro e ligar-se a quimiorreceptores específicos (16), influenciar a síntese de neurotransmissores ou alterar algum aspecto do metabolismo neuronal, sendo que em cada caso, o cérebro é informado sobre alguns aspectos do estado metabólico resultante do consumo de alimentos (14).

Complementando o mecanismo em epígrafe, Naslund et al. (17) relatam que isto ocorre porque após ingestão alimentar uma cascata de hormônios é liberada de diferentes partes do trato gastrointestinal e esses podem influenciar funções que promovem digestão de nutrientes por meio de ações na motilidade, secreção e absorção. Entre os principais hormônios liberados com a presença do alimento na luz gastrointestinal tem-se a colecistocinina (CCK), secretina, gastrina, peptídeo YY (PYY), polipéptido inibidor da gastrina (18), grelina dentre outros (19). O esvaziamento gástrico, motilidade gastrointestinal e funções biliares são promovidos pelo CCK e PYY, enquanto o estímulo da secreção do suco gástrico, impedimento do refluxo gástrico para o esôfago durante aumento da atividade gástrica e aumento do esvaziamento gástrico é promovido pela gastrina (18). A presença de alimentos na luz intestinal favorece o aumento

de CCK, gastrina e secretina, estimulando com isso a secreção gástrica e secreção pancreática exócrina. A CCK estimula a liberação do PYY e esse inibe a liberação da CCK, sendo que o PYY pode também atuar freando o íleo, diminuindo o esvaziamento gástrico e trânsito intestinal (20). A grelina atua na regulação da ingestão alimentar, peso corporal, síntese do hormônio de crescimento (19,21-24) e secreção de gastrina e insulina (23).

Dentre esses hormônios, a colecistocinina apresenta grande relevância nos processos digestivos e de saciação e é um dos mais abundantes neuropeptídeos no cérebro (25).

Fatores relacionados à composição da dieta: Teores de fibras, carboidratos, índice glicêmico, proteínas, lipídios e alimentos modificados (*Light e Diet*) e álcool. Pesquisas mostram que as fibras exercem ação sobre a ingestão de alimentos e saciedade, e tem sido, também, apontada como forte aliada no controle do apetite (26). Alimentos contendo mesma concentração calórica, mas com teores diferentes de fibras, exercem efeitos diferentes sobre a saciedade podendo ser um coadjuvante na redução de peso durante períodos de restrição dietética (27).

Os carboidratos parecem ser eficazes na inibição do apetite em um curto período de tempo e está associado com a estrutura do amido, sendo que a amilose e amilopectina podem influenciar diferentemente a saciedade (6). Wolever (28) justifica este efeito devido a amilose possuir cadeia linear, conferindo-lhe uma estrutura regular com várias pontes de hidrogênio dificultando assim sua hidrólise enzimática, enquanto a amilopectina apresenta estrutura ramificada, sendo facilmente gelatinizada e hidrolizada pelas amilases. O mesmo efeito também está relacionado com o tipo de carboidrato, sendo que a frutose exerce maior saciação que glicose. Alimentos ricos em carboidratos, particularmente açúcar refinado e deficientes em proteínas, podem induzir super consumo de alimentos e conseqüentemente obesidade (29). Isso ocorre, provavelmente, porque esses alimentos apresentam elevado índice glicêmico (IG), e recentemente dietas com baixo IG (30, 31,32) têm sido indicadas no tratamento da obesidade (30,31). IG refere-se ao aumento da glicose sanguínea após consumo de alimentos contendo uma quantidade padrão de carboidratos (32).

Em estudo realizado por Ludwig et al. (7) com adolescentes, obesos (% peso ideal >120), que receberam dietas com diferentes IGs (alto, médio e baixo) foi observado o comportamento de alguns hormônios (insulina, glucagon, hormônio do crescimento), glicose e ácidos graxos séricos. Os autores sugeriam que a dieta com elevado IG induz alterações hormonais (hiperinsulinemia e hipoglicagonemia) e metabólicas (redução da produção hepática de glicose e ácidos graxos por elevada incorporação de glicose pelas células musculares e hepáticas). Isso pode limitar a

disponibilidade dos combustíveis metabólicos, fazendo com que os obesos, na refeição seguinte, tenham uma tendência a exceder nas quantidades consumidas, por apresentarem maior fome, por meio de uma espécie de mecanismo compensatório para manter a homeostase energética. Assim, seriam contraindicadas dietas hipocalóricas com elevado IG, por estimularem posterior hiperfagia, prejudicando tanto a programação de perda de peso, quanto a manutenção de peso após o emagrecimento.

Para Brand-Miller et al (32), alimentos com baixo IG podem ser benéficos no controle de peso por dois caminhos: por promover a saciedade e por promover oxidação lipídica e gasto na oxidação de carboidratos. Assim sendo, é de grande valia indicar alimentos com baixo IG no tratamento da obesidade (7,30-32).

Em relação a saciedade induzida por proteínas, Wester-Plantega et al. (8) observaram que refeições com alto teor de proteínas e carboidratos induziu maior saciedade que a induzida por elevado teor de lipídios, apesar das refeições apresentarem mesmo volume e densidade calórica. O mesmo fato foi observado por Stubbs et al. (33) que observaram que proteínas exercem maior efeito inibidor do apetite quando comparado com carboidratos e lipídios. Alimentos ricos em proteínas exercem maior efeito em ambos saciação intra-refeição e saciedade pós-ingestiva que alimentos ricos em lipídios (34). A explicação para tal fato se deve fato das proteínas apresentarem maior potencial termogênico e este é um dos fundamentos que explica o controle quantitativo da ingestão de alimentos induzido por este macronutriente (35).

A importância dos lipídios da dieta no desenvolvimento da obesidade é bastante enfatizado pela maioria dos estudiosos da área de nutrição, os quais relatam uma positiva associação entre ingestão de lipídios e peso corporal (36).

Segundo Blundell et al. (37), a ingestão de lipídios pode induzir saciedade, porém, de maneira pouco eficaz. Isto se deve, provavelmente, ao fato dos lipídios exercerem seu efeito sobre a saciação por meio de mecanismo no intestino delgado e refeições com elevado teor de lipídios apresentam lento esvaziamento gástrico, assim os sinais de saciação só começam a ocorrer após já ter ocorrido ingestão de grande quantidade de energia.

Flatt (38), propôs uma hipótese para explicar a relação entre ingestão de lipídios e peso corporal. Segundo esse autor, a ingestão de alimentos é regulada, principalmente, pelo conteúdo constante de glicogênio no organismo. A glicose, o principal substrato do cérebro, e que apresenta limitada reserva corporal (na forma de glicogênio) é dependente da ingestão diária de carboidratos para que os estoques corporais de glicogênio sejam formados. Assim sendo, dietas ricas em lipídios e pobres em carboidratos estimulam uma maior ingestão de alimentos para se obter um consumo suficiente para manutenção dos estoques de glicogênio e como

conseqüência desse consumo crônico de elevada ingestão calórica pode-se adquirir a obesidade.

Johnstone et al. (36), relatam que este fato, provavelmente, não depende do tipo de lipídio ingerido. Monoglicerídios e triglicerídios parecem se comportar de maneira semelhante, exercendo pequena influência sobre a fome, apetite e saciedade. No entanto, Burns et al. (39) relatam que as propriedades saciantes dos lipídios permanecem pobremente entendidas, particularmente com referência as suas características físico-químicas e citam pesquisas as quais observaram que lipídios parecem exercer efeitos diferentes sobre a saciedade; sendo que triglicerídio de cadeia média parecem aumentar saciedade e diminuir ingestão alimentar a um grau maior que triglicerídios de cadeia longa.

Pesquisas desenvolvidas com alimentos modificados (*light e diet*) têm mostrado que o consumo desses pode, também, contribuir para uma maior ingestão de energia. Alimentos modificados segundo Angelluci (40) são aqueles aos quais se agregam, subtraem (total ou parcialmente) um ou mais ingredientes em relação ao alimento convencional correspondente. Em trabalho desenvolvido por Gatenby et al. (10) por um período de 10 semanas com mulheres em vida livre (estudo nas condições de vida normal, fora de um laboratório) divididas em três grupo: consumidoras de alimentos com baixo teor de lipídios, de açúcar e sem restrição (grupo controle) foi observado que estes alimentos influenciaram na composição de macronutrientes da dieta, mas apresentou pouco efeito no total de energia ingerida ou peso corporal das voluntárias.

Arsenault e Cline (41) relatam que nos últimos anos alimentos com baixo teor de lipídios ou de energia tem crescido exponencialmente e o aumento do consumo desses alimentos estimula a demanda e resulta em aumento do fornecimento de novos lipídios e alimentos hipocalóricos disponíveis nos supermercados. Essa pesquisadoras observaram ainda que mulheres ao consumir alimentos com baixa caloria apresentaram diminuição na ingestão de lipídios e pequeno impacto no total da energia consumida. No entanto, tiveram elevada ingestão de carboidratos, proteínas e micronutrientes na dieta. Segundo Blundell e Green (42), a substituição da sacarose por adoçantes tem mostrado que a fome retorna mais rapidamente e os consumidores destes produtos tendem a apresentar pequeno ganho de peso quando comparado com os que não o consomem. Entretanto, Cauty e Chan (43) em pesquisa com bebidas adoçadas com adoçantes calóricos e não calóricos comparados a água pura (grupo controle) servidas antes do almoço observaram que os adoçantes não calóricos não aumentaram fome ou ingestão alimentar dos voluntários, porém a bebida adoçada com sacarose estimulou maior saciedade.

Gatenby et al. (44) relatam que há relativamente pouca

informação disponível de como esses produtos influenciam o padrão da escolha alimentar, o consumo e ingestão global de nutrientes e se, de fato, são eficazes na redução da ingestão de lipídios e na manutenção de um balanço energético adequado. E em estudo desenvolvido com voluntários eutróficos em vida livre para avaliar as implicações nutricionais do uso de alimentos com baixo teor de lipídios num período de 6 semanas, essas pesquisadoras observaram que apesar do uso de alimentos hipolipídicos ter tido efeito, em curto prazo, no balanço de energia, a redução na ingestão energética em longa duração pode ser limitada se esta estratégia dietética for utilizada isoladamente.

Foltin et al. (45) e Gatenby et al. (10) relatam que apesar dos consumidores de produtos modificados serem, geralmente, pessoas que almejam perda de peso; alguns estudos, em laboratório, têm demonstrado que redução no consumo de um macronutriente resulta em compensação energética por aumento no consumo de outro macronutriente. Assim sendo, o uso de produtos com baixos teores de lipídios, usado como estratégia dietética isolada, não assegura, para os obesos, perda de peso (44). É necessária uma redução severa na ingestão energética total (46). E o uso de produtos *diet* para controle do peso só é eficaz, em longo período, quando outras medidas são adotadas como por exemplo programa de atividade física (47). Para Weststrate et al. (47) no entanto, produtos hipolipídicos pode ser uma eficiente estratégia para manutenção de peso além de auxiliar na proteção de problemas cardiovasculares para aquelas pessoas que não almejam mudança no peso corporal, porém, para aquelas com sobrepeso ou obesidade o uso de produtos *light* para controle de peso só é eficaz, em longo período, quando outras medidas são adotadas como por exemplo programa de atividade física.

Todos os fatores relatados acima envolvidos na regulação da ingestão de alimentos tem despertado interesse de grande número de pesquisadores, o papel do álcool sobre o metabolismo de nutrientes e saciedade, no entanto, tem sido pouco estudado e os estudos nessa área ainda são bastantes divergentes.

Raben et al. (11) avaliando o efeito de dietas com similar densidade energética ricas em carboidratos, proteínas, lipídios e álcool sobre o gasto energético e substrato metabólico em jovens (20-30 anos) eutróficos de ambos os sexos observaram que a refeição rica em álcool (23% do valor calórico da refeição teste) apresentou maior ação termogênica (9%) que refeição rica em proteínas (8,3%) carboidratos e lipídios (7,1%) apesar de não ter sido observado diferenças no substrato metabólico, concentrações hormonais, saciedade e ingestão após as outras refeições testes. Essas autoras justificam tal resultado devido o álcool ter suprimido oxidação de lipídios e leptina mais que as demais refeições.

Jéquier (48) cita vários trabalhos realizados com bebidas

alcoólicas dentre os quais alguns apresentaram resultados similares ao das pesquisadoras acima (48) e outros com resultados contrários. Há trabalhos mostrando que a ação termogênica (TID) do álcool (15%) é menor que da proteína (\cong 25%) e maior que a induzida por carboidratos (\cong 8%) e lipídios (\cong 3%). Essas pesquisas citam que o álcool pode alterar a regulação do peso corporal porque não é estocado no nosso corpo, mas é oxidado em preferência aos demais nutrientes (carboidratos, lipídios e proteínas) além de reduzir oxidação de lipídios favorecendo desta forma um balanço positivo de lipídios.

Esse balanço positivo de lipídios após ingestão de álcool também foi observado em pesquisa desenvolvida por Wannamethee e Shaper (49) e Lahti-Koski et al. (50) que observaram que o consumo de bebida alcoólica contribuiu diretamente para o ganho de peso e obesidade (59,50), independente do tipo de álcool consumido pelos participantes do estudo (49).

Papel da densidade energética, forma física, volume e porção do alimento na ingestão alimentar e saciedade.

Até recentemente, a porcentagem de energia do lipídio dietético era considerado o determinante primário da gordura corporal. No entanto, estudos atuais têm mostrado que essa não é uma verdade absoluta, a densidade energética e palatabilidade são grandes determinantes da ingestão de energia, independente do conteúdo de lipídios (51).

Rolls (12) citam que a densidade energética tem sido mencionada na literatura como um fator relevante na ingestão de alimentos. Reforçando tal afirmação Bell et al. (52) relataram que quando participantes ingeriram dietas densamente energéticas, porém com similar palatabilidade e conteúdo de lipídios, houve aumento da ingestão de energia independente da quantidade de lipídios dos alimentos, sugerindo que o grande consumo de alimentos ricos em lipídios pode ser mais propriamente devido a sua alta densidade de energia que do pelo conteúdo de lipídios por si.

Bell e Rolls (53) observaram que a densidade energética de alimentos testes com teores de lipídios acima, abaixo ou similar a quantidade comumente usada pelos americanos afetou ingestão energética em todos os níveis de lipídios de voluntárias obesas e eutróficas, porém, essas voluntárias ingeriram menor conteúdo em energia (20%) na refeição com menor densidade energética quando comparada com a de elevada densidade. Apesar das voluntárias terem consumido similar volume, o peso dos alimentos testes diferiu nas três diferentes condições e estas apresentaram pequena diferença nas taxas de fome (7%) e plenitude gástrica (5%). Estes resultados sugerem que percepção relacionadas com a quantidade do alimento consumido tem maior influência na ingestão energética a curto prazo que a quantidade de energia

ingerida. Semelhantemente, Rolls (12) observaram que as pessoas tendem a manter constante o peso do alimento consumido e que a elevada ingestão energética é resultado, principalmente, da elevada densidade de energia das dietas que do conteúdo de lipídios por si e um grande agravante é que, normalmente, alimentos com elevada densidade energética tendem a ser mais palatáveis que alimentos com baixa densidade energética.

De maneira similar à densidade, o estado físico dos alimentos exerce grande influência sobre os parâmetros de ingestão alimentar e há considerável evidência de que alimentos sólidos exercem maior supressão da fome do que alimentos líquidos (53,54).

Santangelo et al. (55) estudaram o efeito de uma mesma refeição no estado sólido, servida com líquido (copo com água), e homogeneizada (liquidificada) sobre a saciedade, esvaziamento gástrico e concentração de CCK plasmática. Foi observado que a refeição contendo o alimento sólido com líquido foi mais saciante que a homogeneizada, sendo que a homogeneização diminuiu o tempo de esvaziamento gástrico. Esse trabalho confirma que: a distensão do antro desempenha um importante papel na modulação do comportamento alimentar, a área do antro apresenta boa correlação com as sensações subjetivas de plenitude gástrica e o estado físico influencia o esvaziamento gástrico e sensações de saciedade.

Há relativamente pouca informação sobre o efeito do volume do alimento na taxa de esvaziamento gástrico e saciedade. A maior dificuldade neste tipo de estudo é isolar a variável volume separadamente, visto que quase sempre outros fatores também se modificam simultaneamente com a alteração do volume como por exemplo a densidade energética. Rolls et al. (56) testaram a hipótese de que o consumo de um mesmo alimento (bebida láctea) com diferentes densidades (1.5, 1.1 e 0.8) e diferentes volumes (300, 450 e 600mL) respectivamente, porém, com mesma quantidade energética (499 kcal) afetaria saciedade. Observou-se que o volume da bebida láctea afetou saciedade independentemente de suas propriedades sensoriais, conteúdo de energia ou macronutrientes. Os participantes apresentaram maior redução da quantidade de alimentos ingeridos no almoço após oferta da pré-carga de 600 mL (servida 30 minutos antes do almoço) que após os demais volumes. O maior volume também induziu supressão da fome e aumento da plenitude gástrica. Em concordância com o resultado encontrado Drewnowski (46) cita que dietas com elevado volume e baixa densidade energética pode promover saciedade e encorajar perda de peso e que alguns estudos com bebidas dietéticas mostraram que o volume do alimento consumido, mais que pequena diferença no adoçante ou valor energético, determinou fome e saciedade em estudos de curta duração.

Rolls et al. (57) desenvolveram pesquisa semelhante a

anterior, porém, adicionou ar à bebida láctea para induzir variação no volume (300, 450 e 600 mL) com objetivo de assegurar que apenas o volume fosse a fonte de variação. Assim sendo, a densidade energética e quantidade de caloria foi mantida constante para os três volumes. Estes pesquisadores observaram que o volume do alimento teste afetou significativamente a ingestão do almoço. Quando 600 mL da bebida láctea foram servidos, a ingestão do almoço foi 12% menor quando comparado com o volume de 300 mL. Os participantes também relataram maior redução da fome e maior aumento da saciedade após ingestão de 450 e 600 mL da bebida quando comparado com o de 300 mL.

Resultado similar foi observado por Bell e Rolls (58), as quais relatam que sugestões relacionadas a quantidades do alimento consumido têm maior influência na ingestão em curta duração que a quantidade de energia consumida. Rolls et al. (58) pesquisando o efeito do tamanho da porção do alimento sobre ingestão energética de voluntários eutróficos e acima do peso de ambos os sexos, concluíram que independente da idade dos voluntários o tamanho da porção servida afetou a ingestão de energia, sugerindo que o tamanho da porção do alimento influencia o desenvolvimento da fome e saciedade. E isso justifica a posição de alguns pesquisadores (59) que indicam que se deve ter um controle no tamanho da porções de alimentos e na energia para aqueles que almejam perda de peso corporal.

DISCUSSÃO

As pesquisas citadas nesta revisão mostram que independente de fatores associados com predisposição genética a dieta apresenta grande atuação sobre o processo de ingestão alimentar e no desencadeamento da obesidade.

Quanto aos aspectos relacionados com a dieta, alguns fatores já foram suficientemente estudados e hoje já é consenso entre os pesquisadores de exercerem grande influência sobre a saciedade entre os quais pode-se citar proteínas (8,33-35), estado físico (54-56) e densidade energética (12,52,53).

Entretanto, outros fatores relacionados aos alimentos ainda produzem grandes discussões e não se conseguiu, até então, um consenso de exercerem ou não efeito sobre a ingestão alimentar e saciedade assim como por quais mecanismos isso pode acontecer. Dentre eles citam-se os alimentos modificados (10,40-47) e o volume do alimento (57-59).

As divergências dos resultados das pesquisas com alimentos modificados se deve, provavelmente, a problemas metodológicos, assim como ausência de um período maior de estudo e devido, muitas vezes, os pesquisadores terem usado um número de provadores muito pequeno no experimento, não favorecendo a aplicação de adequados

testes estatísticos dificultando a análise dos dados. Já as pesquisas citadas nesta revisão sobre o efeito do volume de pré-carga na saciedade pode-se considerar que foram pouco abrangentes, nenhuma estudou se houve alteração da concentração de hormônios associados com saciedade (ex.: CCK e insulina) ou análise do esvaziamento gástrico; além do fato destas pesquisas terem sido quase todas com alimentos líquidos e o período de estudo ter sido muito curto.

Assim sendo, percebe-se que pesquisas mais criteriosas são necessárias para que se obtenha consenso de quais fatores realmente afetam o apetite e regulam ingestão de alimentos e por quais mecanismos isso ocorre. E uma vez esclarecidas essas dúvidas, melhor será o apoio dispensado as pessoas que apresentam dificuldade no controle da ingestão de alimentos e na manutenção do peso corporal estável.

CONCLUSÃO

Tendo em vista os aspectos discutidos acima, existem vários fatores que afetam a ingestão alimentar, saciação, saciedade e o controle do peso corporal. Assim todos os fatores discutidos nesta revisão apresentam relevância no processo de ingestão alimentar e fome; e é de grande importância para o profissional da saúde, principalmente o nutricionista, conhecê-los para que esse tenha condições de melhor orientar as pessoas, especialmente aquelas com excesso de peso, as quais são vítimas constantes da indústria da obesidade sobre o complexo sistema que é o controle da ingestão alimentar e regulação do peso corporal.

REFERÊNCIAS

- Garrido Júnior, AB. Situações especiais: tratamento da obesidade mórbida In: Halpern et al. *Obesidade* 1ª ed. São Paulo, 1998;231-340.
- Repetto G. Histórico da obesidade In: Halpern et al. *Obesidade* 1ª ed. São Paulo, 1998;3-12.
- Monteiro JBR. Curso de atualização em obesidade Viçosa, MG: UFV, 1999;1.
- Consenso Latino Americano em Obesidade, 1, 1998, Rio de Janeiro. 1ª Convenção Latino-Americana para Consenso em Obesidade Rio de Janeiro: Ministério da Saúde do Brasil, 1998;1.
- Burton-Freeman B. Dietary fiber and energy regulation, *J Nutr*, 2000;130:272S-275S.
- Rolls BJ, Hill JO. Carbohydrates and weight management Am. ILSI North American Monograph 1998;10-28.
- Ludwig DS, Majzoub MD, Ahmad Al-Zahrani MD, Dallal DE, Blanco I, Roberts SB. High glycemic index foods, overeating, and obesity. *Pediatrics* 1999;103(3):1-6.
- Westerterp-Plantenga MS, Rolland V, Wilson SAJ, Westerterp KR. Satiety related to 24h diet-induced thermogenesis during high protein/carbohydrate vs high fat diets measured in a respiration chamber. *Eur J Clin Nutr* 1999;53:495-502.
- Lawton CL, Burley VJ, Wales JK, Blundell JE. Dietary fat and appetite control in obese subjects: weak effects on satiation and satiety. *Int J Obes* 1993;17:409-416.
- Gatenby SJ, Aaron JI, Jack VA, Mela DJ. Extended use of foods modified in fat and sugar content: nutritional implications in a free-living female population. *Am J Clin Nutr* 1997;65:1867-73.
- Raben A, Agerholm-Larsen L, Flint A, Holst JJ, Astrup A. Meals with similar energy densities but rich in protein, fat, carbohydrate, or alcohol have different effects on energy expenditure and substrate metabolism but not on appetite and energy intake. *Am J Clin Nutr* 2003;77:91-100.
- Rolls BJ. The role of energy density in the overconsumption of fat. *J Nutr* 2000;130:268S-271S.
- Bell EA, Castellanos VH, Pelkman CL, Thorwart ML, Rolls B.J. Energy density of foods affects energy intake in normal-weight women. *Am J Clin Nutr* 1998;67(3):412-420.
- Blundell J. A fisiologia do controle do apetite. In: Halpern et al. *Obesidade* 1ª ed. São Paulo 1998;103-111.
- Geliebter A. Gastric capacity in relation to food intake in humans. *Physiol Behav* 1988;22.
- Phillips RJ, Powley TL. Gastric volume rather than nutrient content inhibits food intake, *Am J Physiol*. 271(Regul Integr Comp. Physiol 40):1996;R766-R779.
- Naslund E, Gryback P, Hellstrom PM, Jacobsson H, Holst JJ, Theodorsson, et al. Gastrointestinal hormones and gastric emptying 20 years after jejunioileal derivation for massive obesity. *Int J Obes* 1997;21:387-392.
- Guyton A, Hall J. *Tratado de Fisiologia Médica*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002;61.
- Blevins JE, Schwartz MW, Baskin DG. Peptide signal regulating food intake and energy homeostasis. *Can J Physiol Pharmacol* 2002;80(5):396-406.
- Yow-Jiun J, Hill FLC, Lius F et al. Peptide YY Release and Actions In: THOMPSON J.C. *Gastrointestinal Endocrinology* 13ª. ed. Academic Press, San Diego, California 1990;371-386p.
- Shiiba T, Nakazato M, Mizuta M, Date Y, Mondal MS, Tanaka, et al. Plasma ghrelin levels in lean and obese humans and the effect of glucose on ghrelin secretion. *J Clin Endocrinol Metab* 2002;87(1):240-244.
- Ariyasu H, Takaya K, Tagami T, Ogawa Y, Hosoda K, Akamizu T. Stomach is a major source of circulating ghrelin, and feeding state determines plasma ghrelin-like immunoreactivity levels in humans *J Clin Endocrinol Metab* 2001;86(10):4753-4758.

23. Lee Heung-Man, Wang G, Englander EW, Kojima M, Greeley GH. Ghrelin, a new gastrointestinal endocrine peptide that stimulates insulin secretion: enteric distribution, ontogeny, influence of endocrine, and dietary manipulations. *Endocrinology* 2002;143(1):185-190.
24. Date Y, Kojima M, Hosoda H, Sawaguchi A, Mondal MS, Saganuma T et al. Ghrelin, a novel growth hormone-releasing acylated peptide, is synthesized in a distinct endocrine cell type in the gastrointestinal tracts of rats and humans. *Endocrinology* 2000;141(11):4255-4261.
25. Haun RS, Dixon JE. Cholecystokinin Gene Expression In: THOMPSON J.C. *Gastrointestinal Endocrinology*, 13^a. ed. Academic Press, San Diego, California 1990,115-124p.
26. Pasman WJ, Saris WHM, Wauters MAJ. Westerpert-Plantenga, MS. Effect of one week of fiber supplementation on hunger and satiety ratings and energy intake. *Appetite* 1997;29:77-87.
27. Duarte HS, Monteiro JBR, Costa NMB. Efeito de uma sopa rica em fibra sobre a ingestão alimentar, peso e composição corporal. *Revista Brasileira de Nutrição Clínica* 1999;14:228-238.
28. Wolever TM. The glycemic index. *World Rev Nutr Diet* 1990;62:120-185.
29. Reid M, Hetherington M. Relative effects of carbohydrates and protein on satiety – Review of Methodology. *Neurosci Biobehav Rev* 1997;21(3):295-308.
30. Caruso L, Menezes EW. Índice glicêmico dos alimentos. *Nutrire* 2000;19 (20):49-64.
31. Spieth LE, Harnish JD, Lenders CM, Raezer LB, Pereira MA, Jan Hanger MS. et al. A low-glycemic index diet in the treatment of pediatric obesity *Arch Pediatr Adolesc Med* 2000;154:947-951.
32. Brand-Miller JC, Ha Holt S, Pawlak DB, McMillan J. Glycemic index and obesity *Am J Clin Nutr* 2002;76(suppl):281S-5S.
33. Stubbs RJ, Wyk MCW, Johnstone AM, Harbron CG. Breakfasts high in protein, fat or carbohydrate: effect on within-day appetite and energy balance. *Eur J Clin Nutr* 1996;50:409-417.
34. Porrini M, Santangelo A, Crovetti R, Riso P, Testolin G, Blundell JE. Weight, protein, fat and timing of preloads affect food intake. *Physiol & Behav.* 1997;62(3):563-570.
35. Jonge L de; Bray GA, The thermic effect of food and obesity: a critical review. *Obes Res* 1997;5(6):622-630.
36. Johnstone AM, Ryan LM, Reid CA, Stubbs RG. Overfeeding fat as monoglyceride or triglyceride: effect on appetite, nutrient balance and the subsequent day's energy intake. *Eur J Clin Nutr*, 1998;52:610-618.
37. Blundel J, Cotton J, Delargy H, Green S. et al. The fat paradox: fat-induced satiety signals versus high fat over consumption. *Int J Obes* 1995;19:832-835.
38. Flatt JP. Glycogen levels and obesity, *Int J Obes* 1996;20(suppl. 2):S1-S11.
39. Burns AA, Livingstone MBE, Welch RW, Dunne A, Robson PJ, Lindmark L, Reid CA, Mullaney U, Rowland IR. Short-term effects of yogurt containing a novel fat emulsion on energy and macronutrient intake in non-obese subjects. *Int J Obes* 2000;24:1419-1425.
40. Angellucci E. Menos caloria para os polióis: 2,4 Kcal/g. *Alimentos e Tecnologia* 1993;9:48-49.
41. Arsenault LE, Cline AD. Nutrient intakes characteristics of normal weight, female military personnel consuming foods reduced in fat our energy content. *Appetite* 2000;34:227-233.
42. Blundel J, Green SM. Effect of sucrose and sweeteners on appetite and energy intake. *Int J Obes* 1996;20(Suppl. 2),S12-S17.
43. Cauty DJ, Chan MM, Effect of consumption of caloric vs noncaloric sweet drinks on indices of hunger and food consumption in normal adults. *Am J Clin Nutr* 1991;51:1159-64.
44. Gatenby SJ, Aaron JI, Morton GM, Mela DJL. Nutritional implications of reduced-fat food use by free-living consumers. *Appetite* 1995; 25:241-252.
45. Foltin RW, Fischman MW, Moran TH, Rolls BJ, Kelly TH. Caloric compensation for lunches varying in fat and carbohydrate content by humans in a residential laboratory. *Am J Clin Nutr* 1990;52:969-80.
46. Drewnowski A. Intense sweeteners and energy density of foods: implications for weight control. *Eur J Clin Nutr* 1999;53:757-763.
47. Weststrate JA, Van Het Hof KH, Van Den Berg H, Velthuis-Te-Wierik EJM, Gaaf C, Zimmermanns NJH et al. A comparison of the effect of free access to reduced fat products or their full fat equivalents on food intake, body weight, blood lipids and fat-soluble antioxidants levels and homeostasis variables. *Eur J Clin Nutr* 1998;52:389-395.
48. Jéquir E. Alcohol intake and body weight: a paradox. *Am J Clin Nutr* 1999;69:173-7.
49. Wannamethee SG, Shaper AG. Alcohol, body weight gain in middle-aged men *Am J Clin Nutr* 2003;77:1312-7.
50. Lahti-koski M, Pietinen P, Heliövaara M, Vartiainen E. Association of body mass index and obesity with physical activity, food choices, alcohol intake, and smoking in the 1982-1997 FINRISK Studies *Am J Clin Nutr* 2002;75:809-17.
51. Mccrory AM, Fuss PJ, Saltzman E, Roberts SB. Dietary determinants of energy and weight regulation in healthy adults. *J Nutr* 2000;130:276S-279S.

52. Bell EA, Castellanos VH, Pelkman CL, Thorwart ML, Rolls BJ. Energy density of foods affects energy intake in normal-weight women. *Am J Clin Nutr* 1998;67(3):412-420.
53. Bell EA, Rolls BJ. Energy density of foods affects energy intake across multiple levels of fat content in lean and obese women. *Am J Clin Nutr* 2001;3:1010-8.
54. Hulshof T, de Graaf C, Weststrate JA. The effects of preloads varying in physical state and fat content on satiety and energy intake. *Appetite* 1993;21:273-286.
55. Dimeglio DP, Mattes RD. Liquid versus solid carbohydrate: effect on food intake and body weight. *Int J Obes* 2000;20:794-800.
56. Santangelo A, Peracchi M, Conte D, Franquelli M, Porrini M. Physical state of meal affects gastric emptying, cholecystokinin release and satiety. *Brit J Nutr* 1998;80:521-527.
57. Rolls BJ, Castelhanos VH, Halford JC, Kilara A. et al. Volume of food consume affects satiety in men. *Am J Clin Nutr* 1998;67:1170-77.
59. Rolls BJ, Bell EA, Waugh B. Increasing the volume of a food by incorporating air affects satiety in men. *Am J Clin Nutr* 2000;72:361-8.
60. Rolls BJ, Morris EL, Roe LS. Portion size food affects energy intake in normal-weight and overweight men and women. *Am J Clin Nutr* 2002;76:1207-13.
61. Ditschuneit HH, Flechtner-Mors M, Johnson TD, Adler G. Metabolic and weight-loss effects of a long-term dietary intervention in obese patients. *Am J Clin Nutr* 1999;69:198-204.

Recibido: 06-11-2002

Aceptado: 03-06-2003

Selección del predictor más adecuado para estimar la contextura en un grupo de adultos mayores institucionalizados y de vida libre en Venezuela. (Estudio preliminar)

Rosa Hernández y Yolanda H. de Valera

Universidad Simón Bolívar. Caracas-Venezuela

RESUMEN: Se estudian diámetros corporales e índices de contextura relacionados con la talla, que puedan ser considerados como predictores adecuados de la contextura en adultos mayores. En 307 ancianos (163 femenino y 144 masculino), edades entre 60 y 99 años, divididos en dos grupos: 187 institucionalizados y 120 de consulta externa, de dos Centros Geriátricos, se midieron las variables: peso, talla, circunferencia media del brazo, pliegues: tríceps, subescapular, muslo medio y anterolateral de pierna, los diámetros de: humero, muñeca, fémur y biacromial. Se construyeron los indicadores: índice de masa corporal (Índice de Quetelet), área muscular de brazo, área grasa, porcentaje de grasa, sumatoria de pliegues y los índices de contextura siguiendo la ecuación general: $\text{diámetro(mm)} / \text{talla(cm)} * 100$. Los resultados por sexo, edad y estilo de vida mostraron: Para el diámetro biacromial, el índice biacromial/talla, el diámetro de la muñeca y su índice, variabilidad en los resultados de las correlaciones con área muscular de brazo, índice de masa corporal, área grasa y sumatoria de pliegues. El diámetro de fémur y su índice, presentaron correlaciones significativas ($p \leq 0.01$) con los componentes de grasa corporal total. El diámetro de humero, mostró bajas correlaciones con los indicadores de grasa y correlaciones significativas al 99% y 95% con peso, talla y variables de masa magra. El índice humero/talla presentó un comportamiento similar al diámetro de humero. El diámetro del humero y su índice, cumplieron con el mayor número de enunciados para ser considerados como predictores adecuados de contextura en el grupo de estudio.

Palabras clave: Adulto mayor, antropometría, contextura, evaluación nutricional.

SUMMARY. Selection of the more adequate prediction index to estimate the frame size in a group of institutionalized and free living elderly in Venezuela. (Preliminary study). The objective of the study was to identify an easy to measure indicator of body frame size to allow refinement of anthropometric nutritional evaluation. Body dimensions and frame indices related to height, which might be potential frame size predictors in the elderly, were studied. In 307 subjects (163 women, 144 men) aged 60-99 years of whom 187 were institutionalized and 120 free-living outpatients. weight, height, mid-arm circumference; triceps, subscapular, mid-thigh and calf skinfolds; elbow, wrist, femur and biacromial widths, were measured. Body mass index, upper arm muscle area, upper arm fat area, fat percentage, sum of skinfolds and frame indices were calculated. Results were calculated in function of age, sex and life-style. Biacromial breadth, biacromial/height index, wrist breadth and wrist/height index gave variable correlations with indices of body mass and body fat. Femur breadth and femur/height index were significantly correlated with body fat indices. Elbow breadth, humerus/height index were not correlated to body fat indices, but were significantly correlated with weight, height and fat free mass. Elbow breadth and humerus/height index fulfilled most of the criteria of good predictors of body frame size in the group of elderly studied.

Key words: Elderly, anthropometry, contexture, nutritional evaluation.

INTRODUCCION

El aporte del tamaño y forma del esqueleto de un individuo, sobre el peso corporal es lo que se define como contextura, la cual es principalmente medida por dimensiones esqueléticas, excluyendo la talla y sus segmentos (1). La contextura incluye huesos, uniones, anchos y profundidades esqueléticas que representan a la estructura de soporte como un todo.

Un determinante de contextura debe ser una medida cuantificable, que refleje las dimensiones esqueléticas y no

debe estar influenciado por la obesidad ó los cambios asociados con la edad; poseer una alta correlación con el peso corporal, especialmente con el peso libre de grasa y una mínima asociación con la grasa corporal; a demás de asociación con la masa libre de grasa (1,2).

Algunos anchos esqueléticos han sido sugeridos para la estimación de la contextura, entre los cuales se mencionan humero, fémur, muñeca, hombros y caderas por presentar altas correlaciones con la densidad corporal determinada por técnicas de pesada hidrostática (3).

Himes y Bouchar en 1985 (1) sugieren que los anchos de

muñeca y fémur, pudieran ser determinantes apropiados por no tener una asociación significativa con la grasa corporal total; sin embargo no se han establecido valores de referencia para estimar la contextura utilizando estas medidas. En 1886 Bornhand, incorpora la medida de ancho de pecho y estatura como recurso para determinar la adaptabilidad al Servicio Militar; lo que se refería era a un peso corporal de acuerdo a las dimensiones del esqueleto (4). White en 1956, utilizó los anchos de pecho y biilíaco para estudiar la relación de la contextura sobre la variabilidad del peso en hombres con una misma estatura, clasificando la contextura por talla para evaluar el peso corporal promedio, encontrando diferencias importantes en peso entre las diferentes categorías de contextura (5). La compañía Metropolitana de Seguros de vida en 1983, incorpora categorías de contextura utilizando el ancho del humero para elaborar las tablas de peso talla. Pero es realmente en 1984 que Frisancho (6), basado en los datos de las encuestas *del National Health and Nutrition Examination Survey I y II* (NHANES I y II) elabora una clasificación de contextura por sexo y edad utilizando el diámetro de humero, que de acuerdo a una publicación previa (7) él demuestra que este ancho esquelético es adecuado para estimar la contextura debido a que es una medida reproducible, de fácil obtención y no es modificada por la obesidad y la edad.

Incluir una estimación precisa de contextura, incrementa la utilidad de las tablas de peso talla y facilita la identificación de riesgo de malnutrición por déficit o exceso en los adultos y probablemente en los adultos mayores. Es de particular importancia distinguir entre individuos que tienen una gran cantidad de masa libre de grasa y los sobre pesados por exceso de grasa corporal (2) a fin de obtener un diagnóstico nutricional adecuado, que permita un manejo acorde con sus necesidades.

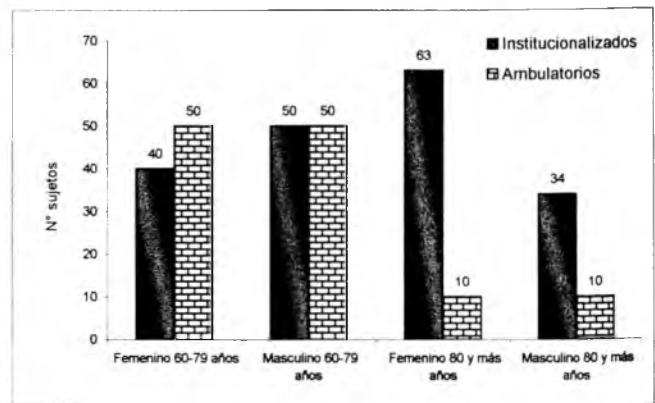
El objetivo de este trabajo es identificar cual o cuales anchos corporales cumplen con las condiciones para ser considerado como un predictor adecuado de la contextura en los ancianos.

MATERIALES Y METODOS

Se evaluaron 307 sujetos de uno y otro sexo, con edades comprendidas entre 60 y 95 años. Divididos en dos grupos: 187 institucionalizados (103 femeninos y 84 masculinos) y 120 de consulta externa (60 femeninos y 60 masculinos) de dos Centros Geriátricos de la ciudad de Caracas (1999) (Figura 1). Se excluyó del estudio los ancianos que no podían deambular ó permanecer de pie para la toma de las variables, con trastornos de conducta, así como los que presentaron ausencia o amputación de miembros superiores o inferiores, tumores, visceromegalias, deshidratación, edemas, ascitis, lipodistrofías, atrofas e hipotonias musculares, deformaciones óseas, tratamiento con esteroides y/o

diuréticos. Todos los sujetos participantes del estudio, autorizaron por escrito la ejecución de las diferentes mediciones realizadas. Se determinaron las variables: antropométricas peso, talla, circunferencia media del brazo, los pliegues: tríceps, subescapular, muslo medio y anterolateral de pierna, los anchos de: humero, muñeca, fémur, biacromial. El peso se midió en kilogramos (kg), utilizando una balanza de pie (marca Detecto, con una capacidad de 140 kg) y la lectura se hizo con una precisión de 0,1 kg, la talla se obtuvo en centímetros (cm) con una cinta métrica colocada en la pared, (siguiendo la técnica general de la talla). Los pliegues cutáneos se midieron en milímetros (mm.), utilizando un calibrador de pliegues marca Holtain, con una presión constante de 10 gr./mm², para los pliegues se siguió la misma técnica general, variando sólo la posición particular de cada sitio. La circunferencia media del brazo se tomo en centímetros con una cinta métrica de metal (marca Holtain Limited U. K., escala 0,1 cm). El ancho de: humero, muñeca y fémur se midió en milímetros con un vernier bicondilar (marca Holtain Limited) rango de medida 0 mm. a 140 mm. El diámetro biacromial se midió con un antropómetro Harpenden (marca Holtain Limited). Las técnicas utilizadas fueron las recomendadas en el ámbito internacional por Lohman, Roche y Martorell (8).

FIGURA 1
Distribución del grupo de estudio por sexo, edad y estilo de vida



Todas las mediciones, fueron realizadas por tres equipos de medidores debidamente entrenados y estandarizados de acuerdo con las normas y procedimientos internacionales. Obteniendo un alto nivel de precisión tanto intermedidor como intramedidor en todas las variables, con error de medición por debajo de los niveles máximos permitidos. Las mediciones se hicieron en ambos lados del cuerpo, utilizando los mismos instrumentos, los cuales fueron calibrados antes

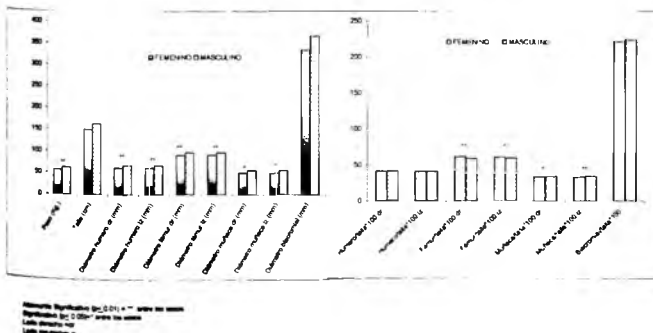
de cada sesión. Al inicio, fueron localizados y marcados los puntos anatómicos sobre la piel del sujeto, siguiendo las especificaciones de la técnica a seguir. Se construyeron indicadores de masa y composición corporal: IMC (índice de Quetelet), sumatoria de 7 pliegues (tríceps, bíceps, subescapular, suprailíaco, abdominal, muslo medio y pantorrilla), área grasa y área muscular, porcentaje de grasa estimado de la densidad corporal derivada de las ecuaciones de regresión del logaritmo de la sumatoria de cuatro pliegues, (tríceps, bíceps, subescapular y suprailíaco) propuesta por Dumin y Womersley, (9). Los Índices de Contextura (de ambos lados del cuerpo): Diámetro de humero (mm)/ Talla (cm) *100, Diámetro de fémur (mm)/ Talla (cm) *100, Diámetro biacromial (mm)/ Talla (cm) *100. Se utilizó el paquete estadístico SPSS versión 9.0. Se hizo la clasificación del grupo de estudio por sexo, edad y condición de vida con análisis estadístico de tipo descriptivo que incluye media y desviación estándar de cada una de las variables. Se aplicó un Análisis de Varianza (ANOVA) significancia (0.01 y 0.05) para verificar diferencias significativas entre los sexos, grupos de edad y condición de vida para todas las variables e índices de contextura estudiados y un análisis de correlación simple de Pearson para analizar la asociación de las variables e índices de contextura con las variables de masa y composición corporal.

RESULTADOS Y DISCUSION

Se observó el dimorfismo sexual en las variables peso, talla, a sí como para todos las variables e índices de contextura estudiados (Figura 2), lo que sugiere que se deben disponer de valores de referencia diferenciados por sexo. Adicionalmente, no se observaron diferencias significativas en los valores promedios de las variables e índices de contextura en relación con la edad, para un mismo sexo y estilo de vida (Tabla 1). Se hizo la consideración de los lados derechos e izquierdos y no se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas al utilizar cualquier hemicuerpo.

FIGURA 2

Valores promedio de peso, talla, variables e índices de contextura por sexo en adultos mayores de Caracas



El diámetro biacromial y el índice biacromial/talla mostraron variabilidad en los resultados de las correlaciones con los indicadores de masa y composición corporal, de acuerdo al sexo, la edad y el estilo de vida como se aprecia en las Tablas 2 y 3. En líneas generales se observaron correlaciones significativas al 99% y 95% con las variables e indicadores de grasa corporal total, lo que de una vez descarta tanto al diámetro biacromial como a su índice (diámetro biacromial/talla*100) como buenos predictores de contextura en este grupo de adultos mayores estudiados. Por otra parte, se hace necesario mencionar que para la medición del diámetro biacromial, es preciso contar con un personal altamente entrenado con la destreza suficiente desde el punto de vista anatómico, ya que es una técnica de medición no muy fácil de realizar, a demás se le agrega la necesidad de contar con un antropómetro, que es un equipo costoso. Por lo que la toma de esta variable para ser utilizada en la rutina de evaluación de la contextura, en los adultos mayores no es conveniente.

Por sexo, edad y estilo de vida, se observó que el diámetro de fémur, así como su índice (diámetro de fémur/talla*100) presentan altas correlaciones significativas ($p \leq 0.01$), con el área grasa y la sumatoria de pliegues y por tanto no cumplen con uno de los principales enunciados para ser considerados como buenos determinantes de contextura en los adultos mayores.

En cuanto al diámetro de muñeca, se observó que los resultados varían en cuanto a las correlaciones con área muscular, índice de masa corporal, área grasa y sumatoria de pliegues por sexo, edad y estilo de vida, que en algunos casos las correlaciones con peso y área muscular son bajas y no significativas y con las variables de grasa corporal en todos los casos están asociadas significativamente ($p \leq 0.01$ y 0.05), lo que limita su uso como un predictor adecuado de contextura en los adultos mayores. (Tablas 2,3).

El diámetro de humero y el índice (diámetro de humero/talla*100), en líneas generales mostraron altas correlaciones significativas al 99% y 95 % con peso, talla, área muscular, índice de masa corporal y bajas correlaciones no significativas con área grasa y sumatoria de pliegues, por sexo, edad y estilo de vida en el grupo de estudio como se observa en las Tablas 2 y 3. Estos resultados sugieren que tanto el diámetro del humero como el índice (diámetro del humero/talla*100) cumplen con las condiciones necesarias para ser considerados como buenos determinantes de contextura en este grupo de estudio, por tener una asociación con variables e indicadores de masa corporal total y mínima asociación con la grasa corporal total, como lo señala Himes (10).

Es importante destacar el hecho que el diámetro de humero cumplió con todos los requisitos para ser considerado como un método adecuado para estimar la contextura en

adultos mayores, con la ventaja sobre el índice diámetro de humero/talla*100, de no requerir la medición de la talla, especialmente en este grupo etario que esta expuesto a trastornos posturales, xifosis, escoliosis, mantenimiento del equilibrio postural con bipedestación, entre otros.

Resultados similares a los del grupo de estudio, en relación con el diámetro de humero en los que se muestra una baja correlación con la sumatoria de pliegues fueron reportados

por Frisancho y Flegel (7) y Hernández (11), lo que sugiere que este ancho esquelético es adecuado para estimar la contextura en los adultos jóvenes, y puede ser utilizado en los ancianos, pero se necesitan estudios más amplios que permitan obtener valores de referencia para hacer la clasificación en categorías de contextura por sexo y edad para adultos mayores.

TABLA 1
Promedio y desviación estándar de las variables e índices de contextura por sexo, edad y estilo de vida

	Humero dr (mm)		Humero iz (mm)		Fémur dr (mm)		Fémur iz (mm)		Muñeca dr (mm)		Muñeca iz (mm)		Biacromial (mm)	
	Media	DS	Media	DS	Media	DS	Media	DS	Media	DS	Media	DS	Media	DS
Institucionalizados														
Femenino														
60-79 años	61.62	4.77	61.65	4.66	92.55	9.02	92.67	8.90	50.00	4.53	49.55	5.00	334.7	52.77
80 y + años	59.93	5.78	59.92	6.13	90.11	90.5	89.84	8.46	49.75	2.98	48.71	3.42	331.2	26.21
Masculino														
60-79 años	68.26	4.13	67.68	3.88	97.80	6.21	98.46	7.05	56.10	3.40	55.40	3.50	369.4	25.17
80 y + años	67.64	4.84	67.47	4.69	95.76	5.58	95.61	5.77	55.00	3.50	55.00	3.60	363.8	25.27
Ambulatorios														
Femenina														
60-79 años	64.52	5.11	64.34	5.13	94.80	7.55	94.60	7.33	51.92	3.09	51.33	3.23	335.9	26.66
80 y + años	61.50	4.30	60.90	4.01	91.70	9.00	91.30	8.27	50.44	3.28	50.22	3.27	325.2*	26.76
Masculino														
60-79 años	67.84	4.27	67.62	4.09	96.92	7.13	96.80	7.15	56.00	2.70	55.90	2.90	361.2	27.41
80 y + años	68.60	4.22	68.50	4.35	99.40	4.85	99.70	5.61	57.10	2.60	57.40	2.50	384.3*	30.56
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>Índice humero/talla *100</p> <p>Lado derecho Lado izquierdo</p> <p>Media DS Media DS</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Índice fémur/talla *100</p> <p>Lado derecho Lado izquierdo</p> <p>Media DS Media DS</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Índice muñeca/talla *100</p> <p>Lado derecho Lado izquierdo</p> <p>Media DS Media DS</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Índice biacromial/talla*100</p> <p>Media DS</p> </div> </div>														
Institucionalizados														
Femenino														
60-79 años	40.94	3.46	40.95	3.31	61.42	5.86	61.51	5.80	39.93	2.87	32.63	3.18	222.1	35.37
80 y + años	40.47	3.52	40.47	3.80	60.92	6.47	60.74	6.15	33.59	20.02	32.88	2.17	223.8	13.44
Masculino														
60-79 años	41.37	2.46	41.02	2.34	59.25	3.47	59.64	3.86	34.20	1.90	33.80	1.90	223.8	14.13
80 y + años	42.23	2.83	42.11	2.68	59.79	3.34	59.70	3.44	34.30	2.10	34.30	2.30	227.1	14.94
Ambulatorios														
Femenina														
60-79 años	42.14	3.29	42.02	3.28	61.96	5.38	61.81	5.09	53.96	1.95	33.58	2.06	219.4	17.64
80 y + años	40.63	2.70	40.26	2.22	60.66	6.68	60.42	6.4	33.08	1.31	32.93	1.39	214.6	13.52
Masculino														
60-79 años	41.23	2.48	41.10	2.39	58.95	4.64	58.88	4.68	34.10	1.80	34.00	1.90	219.5	15.97
80 y + años	41.40	2.62	41.34	2.67	59.98	2.83	60.16	3.39	34.50	1.90	34.70	1.90	231.9	19.32

Lado derecho = dr
Lado izquierdo = iz
DS= desviación estándar

TABLA 2
Correlaciones de variables de contextura con masa y composición corporal por sexo, grupo de edad de 60-79 años y estilo de vida

Diámetros corporales	Peso	Talla	IMC	Pliegue tríceps	Pliegues subescapular	Area muscular de brazo	Area grasa de brazo	Sumatoria de 7 pliegues	Porcentaje de grasa
Sexo femenino 60 a 79 años									
Hospitalizadas									
Humero	0.33*	0.15	0.28	0.15	0.05	0.36*	0.22	0.20	0.13
Muñeca	0.41	0.34	0.32	-	-	-0.12	0.09	0.23	-
Fémur	0.67**	0.30	0.55**	0.31*	.032	0.55**	0.38*	0.41**	0.32*
Biacromial	0.06	0.23	-0.18	0.16	-0.03	-0.06	0.14	0.02	-0.03
Humero/talla*100	0.17	-0.45**	0.37*	0.02	0.09	0.30	0.08	0.16	0.10
Muñeca/talla*100	0.25	-0.21	0.36	-	-	-0.23	-0.05	0.21	-
Fémur/talla*100	0.57**	-0.18	0.66**	0.22	0.27	0.54**	0.29	0.40**	0.32*
Biacromial/talla*100	-0.14	-0.08	-0.12	0.08	-0.01	-0.08	0.07	0.00	-0.04
Ambulatorias									
Humero	0.75**	0.29*	0.66**	0.63**	0.51**	0.66**	0.71**	0.58**	0.56**
Muñeca	0.35*	0.39**	0.15	-	-	0.32*	0.37**	0.30*	-
Fémur	0.71**	0.84	0.72**	0.60**	0.62**	0.56**	0.66**	0.63**	0.59**
Biacromial	0.41**	0.25	0.31*	0.27	0.30*	0.33*	0.32*	0.30*	0.32*
Humero/talla*100	0.57**	-0.25	0.73**	0.62**	0.55**	0.56**	0.67**	0.62**	0.58**
Muñeca/talla*100	0.14	-0.34*	0.31*	-	-	0.21	0.29*	0.32*	-
Fémur/talla*100	0.48**	-0.41**	0.72**	0.53**	0.60**	0.41**	0.56**	0.63**	0.55**
Biacromial/talla*100	0.21	-0.28*	0.36**	0.24	0.33*	0.21	0.26	0.32*	0.32*
Sexo masculino 60 a 79 años									
Hospitalizados									
Humero	0.53**	0.38**	0.44**	0.10	0.03	0.52**	0.20	0.19	0.15
Muñeca	0.43*	0.42*	0.30	-	-	0.48*	0.03	-0.02	-
Fémur	0.60**	0.44**	0.50**	0.25	0.24	0.29*	0.29*	0.35**	0.31**
Biacromial	0.41**	0.42**	0.27	0.24	0.12	0.15	0.26	0.25	0.21
Humero/talla*100	0.15	-0.32*	0.40**	-0.13	-0.43	0.52**	-0.02	0.03	-0.01
Muñeca/talla*100	0.10	-0.27	0.30	-	-	0.50**	-0.17	0.17	-
Fémur/talla*100	0.28*	-0.22	0.51**	0.42	0.18	0.31*	0.1	0.23	0.18
Biacromial/talla*100	0.89	-0.21	0.25	0.04	0.06	0.16	0.08	0.12	0.08
Ambulatorios									
Humero	0.62**	0.37**	0.53**	0.41**	0.36**	0.54**	0.51**	0.48**	0.39**
Muñeca	0.60**	0.26	0.57**	-	-	0.58**	0.54**	0.53**	-
Fémur	0.70**	0.11	0.75**	0.58**	0.70**	0.55**	0.67**	0.75**	0.71**
Biacromial	0.56**	0.33*	0.48**	0.36**	0.16	0.47**	0.46**	0.26	0.18
Humero/talla*100	0.30*	-0.25	0.46**	0.25	0.26	0.34*	0.32*	0.37**	0.26
Muñeca/talla*100	0.16	-0.50**	0.41**	-	-	0.26	0.30*	0.30*	-
Fémur/talla*100	0.39**	-0.39**	0.64**	0.41**	0.57**	0.33*	0.47**	0.60**	0.56**
Biacromial/talla*100	0.30*	-0.18	0.42*	0.08	0.15	0.30*	0.31*	0.17	0.87

Las mediciones corresponden al lado derecho

Altamente significativo (P< 0.01) = **

Significativo (P< 0.05) = *

IMC= Índice de masa corporal

TABLE 3
Correlaciones de variables de contextura con masa y composición corporal por sexo, grupo de edad de 80 años y más y estilo de vida

Diámetros corporales	Peso	Talla	IMC	Pliegue tríceps	Pliegues Subescapular	Area muscular de brazo	Area grasa de brazo	Sumatoria de 7 pliegues	Porcentaje de grasa
Sexo femenino > 80 años									
Hospitalizadas									
Humero	0.36**	0.37**	0.18	0.13	0.04	0.33**	0.20	0.09	0.05
Muñeca	0.42	0.39	0.26	-	-	0.22	0.17	0.24	-
Fémur	0.57**	0.09	0.54**	0.36**	0.21	0.41**	0.42**	0.41**	0.29*
Biacromial	0.40**	0.40**	0.20	0.19	0.15	0.24	0.23	0.16	0.14
Humero/talla*100	0.27*	-0.12	0.32*	0.06	0.05	0.30*	0.20	0.11	0.10
Muñeca/talla*100	0.11	-0.39*	0.30	-	-	-0.03	0.07	0.19	-
Fémur/talla*100	0.43**	-0.034**	0.61**	0.19	0.17	0.32*	0.37**	0.39**	0.30*
Biacromial/talla*100	0.22	-0.36**	0.38**	0.17	0.12	0.12	0.20	0.17	0.20
Ambulatorias									
Humero	0.33	0.51	0.42	0.55	1.0	0.09	0.39	0.32	0.24
Muñeca	0.17	0.80**	-0.023	-	-	0.09	0.30	0.27	-
Fémur	0.80**	0.13	0.69*	0.45	0.75*	0.70*	0.69*	0.61	0.61
Biacromial	0.17	0.66*	-0.19	0.21	-0.005	-0.026	0.13	0.23	0.16
Humero/talla*100	0.26	-0.033	0.40	0.96	0.20	0.30	0.22	0.01	0.02
Muñeca/talla*100	0.30	-0.13	0.32	-	-	0.42	0.22	0.05	-
Fémur/talla*100	0.69*	-0.41	0.86**	0.31	0.76*	0.76**	0.52	0.36	0.44
Biacromial/talla*100	0.11	-0.06	0.10	-0.09	0.43	-0.17	-0.06	-0.09	-0.05
Sexo masculino > 80 años									
Hospitalizados									
Humero	0.57**	0.37**	0.52**	0.34*	0.30	0.32	0.40*	0.31	0.32
Muñeca	0.30	0.37	0.23	-	-	0.25	0.25	0.16	-
Fémur	0.55**	0.33	0.51**	0.58**	0.50**	0.23	0.57**	0.56**	0.56**
Biacromial	0.54**	0.33	0.50**	0.43*	0.40*	0.24	0.45**	0.43**	0.38*
Humero/talla*100	0.39	-0.08	0.47**	0.20	0.19	0.21	0.25	0.19	0.21
Muñeca/talla*100	0.04	-0.22	0.14	-	-	0.12	0.10	-0.03	-
Fémur/talla*100	0.31	-0.23	0.43*	0.40*	0.36*	0.07	0.38*	0.41	0.42*
Biacromial/talla*100	0.35*	-0.13	0.44**	0.30	0.29	0.11	0.31	0.31	0.27
Ambulatorios									
Humero	0.76**	0.11	0.72*	0.44	0.60	0.58	0.53	0.65*	0.63
Muñeca	0.37	-0.19	0.43	-	-	0.42	0.10	0.15	-
Fémur	0.48	0.33	0.38	0.36	0.67*	0.42	0.41	0.53	0.51
Biacromial	0.32	0.03	0.31	0.11	-0.80	-0.17	0.10	0.09	0.15
Humero/talla*100	0.70*	-0.27	0.78**	0.37	0.40	0.60	0.45	0.55	0.48
Muñeca/talla*100	0.25	-0.59	0.44	-	-	0.39	-0.01	0.03	-
Fémur/talla*100	0.44	-0.18	0.50	0.20	0.45	0.49	0.33	0.43	0.35
Biacromial/talla*100	0.27	-0.26	0.35	0.04	-0.2	-0.15	0.05	0.03	0.05

Las mediciones corresponden al lado derecho

Altamente significativo (P< 0.01) = **

Significativo (P< 0.05) = *

IMC= Índice de masa corporal

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al FONACIT el soporte financiero necesario para realizar la investigación a través del Proyecto de Investigación S1-98003275, así como a las unidades Geriátricas en donde se recolectaron los datos.

REFERENCIAS

1. Himes JH, Bouchard C. Do the new Metropolitan Life Insurance Weight Height tables correctly assess body frame and body fat relationships. *Am J Public Health*.1985;75: 1076
2. Mitchell M. Comparison of determinants of frame size in older adults. *J Am Diet Assoc*.1993;93:(1) 53-57.
3. Wilmore JH, Behnke AR. An anthropometric estimation of body density and lean body weight in young women. *Am J Clin Nutr*.1970;23:267-274.
4. Bornhardt A. Die Korpewagunen der Einberufenen als Mittell zur Bestmmung der Tauglichkeit zum Militardienst. *St. Petersburger, Medicinische Wochenschrift* 1886;3(N.S):108-109,196-197. EN: HIMES, J. H.:Considering frame size in nutritional assessment. *Anthropometric Assessment of Nutritional Status*. Wiley-Liss.Inc. New York.1991;141-150.
5. White R. Body build and body weighth in 25 year old Army men. *Hum Biol*. 1956;28: 141-145.
6. Frisancho R. New standars of weighth body composition by frame size and height for assessment of nutritional sstatus and the elderly. *Am J Clin Nutr*.1984;40:808-819.
7. Frisancho R, Flegel Elbow breath as a measure of frame size for U.S.A. male and female. *Am J Clin Nutr*.1983;37:311-314.
8. Lohman TG, Roche F, Martorell R. *Anthropometric Standardization Manual Kinecties Books*. Champagne, Illinois,1988
9. Durnin JV and Womersley J. Body fat assessed from total body density and estimation from skinfold thickness: *Measure on 481 men and women aged from 16 to 72 years*. *Br J Nutr*. 1974;32:77-97
10. Himes JH. Considering frame size in nutritional assessment. *Anthropometric Assessment of Nutritional Status*. Wiley-Liss.Inc. New York.1991;141-150.
11. Hernández R, Hernández de Valera Y. Comparación de dos Métodos Antropométricos para estimar la contextura en un grupo de adultos venezolanos. *Arch Latinoamer Nutr*.1999; 49:(4)344-350.

Recibido: 07-05-2002

Aceptado:11-03-2003

Recuperación nutricional de niños con desnutrición leve y moderada según dos modalidades de atención: seminternado y ambulatoria

Mariana Mariño E., José Martínez L., Arelis Azuaje

Centro de Atención Nutricional Infantil Antfmano (CANIA). Caracas – Venezuela

RESUMEN. Con el fin de analizar la efectividad de la atención de niños desnutridos en régimen de seminternado en relación a la atención en régimen ambulatorio, se realizó un estudio retrospectivo de los casos atendidos en el Centro de Atención Nutricional Infantil Antfmano entre Mayo de 1997 y Mayo de 2000. Los criterios de inclusión fueron: pacientes con desnutrición leve o moderada, menores de 10 años y asistencia mínima a tres controles en un lapso de doce meses. Se estudiaron 114 niños: 57 en modalidad ambulatorio y 57 en modalidad seminternado, pareados por diagnóstico nutricional de ingreso, edad y sexo (39 pacientes desnutridos leves y 18 desnutridos moderados). El criterio de recuperación nutricional utilizado fue el indicador Peso/Talla por encima del percentil diez. No hubo relación entre la modalidad de atención y la recuperación nutricional. En el grupo de desnutridos leves el porcentaje de pacientes recuperados a los 3 meses que mantenía esta condición a los 6 meses fue 83% (15/18) en la modalidad ambulatorio y 82% (18/22) en la modalidad seminternado. La edad del niño, patologías asociadas, riesgo dietético de desnutrición, número de intercurencias, nivel educativo y edad de la madre no mostraron asociación significativa con la recuperación nutricional a los 6 meses de intervención ($P > 0.05$). La modalidad seminternado resultó igual de efectiva que la ambulatorio en el tratamiento de la desnutrición leve mientras que en la desnutrición moderada, se considera pertinente realizar nuevos estudios, ampliando el tamaño de la muestra.

Palabras clave: Trastornos nutricionales, recuperación nutricional, niño.

SUMMARY. Nutritional recovery of mild and moderately malnourished children under two different treatment approaches (ambulatory versus day-care). This retrospective analysis was conducted between May 1997 and May 2000 at the Centro de Atención Nutricional Infantil de Antfmano, CANIA, in Caracas, Venezuela to assess the efficacy of two treatments (ambulatory versus day-care) of mild and moderate malnourished children. Inclusion criteria were: children under 10 years old with mild and moderate malnourishment, who attended a minimum of 3 control visits during a period of 12 months. One hundred fourteen malnourished children were included: fifty seven in ambulatory treatment and fifty seven in day-care treatment paired per nutritional diagnosis, gender and age (thirty nine mild and eighteen moderate malnourished children). The nutritional recovery criterion was weight for height above tenth percentile. No relation was found between treatment approaches and nutritional recovery at 3 and 6 months of treatment. In the group of mild malnourished children, the percentage of recovered patients at 3 months of treatment, that kept their recovered condition at 6 months was 83% (15/18) in the ambulatory treatment and 82% (18/22) in the day-care treatment. Age of children, associated disease, acute morbidity, dietetic risk and mother's education and age were not associated with nutritional recovery at 6 months of treatment ($p > 0.05$). The day-care approach resulted as effective as ambulatory in mild malnourished children. In moderate malnourished new studies will need to be conducted with greater number of patients.

Key words: Nutrition disorders, nutritional rehabilitation, child.

INTRODUCCION

Para afrontar de manera efectiva la desnutrición, se han implementado distintas estrategias tales como: programas de suplementación de nutrientes de manera ambulatoria ejecutados en grupos de riesgo o a población general, programas de educación para las madres o cuidadores, centros cerrados de recuperación nutricional, centros abiertos, programas de colocación familiar en hogares sustitutos calificados y centros de referencia ambulatorios (1,2)

El concepto de centro de recuperación nutricional fue introducido por Bengoa (3) definiéndolo como «centros

organizados en instalaciones que permiten mantener a los niños internos, o centros similares a guarderías donde los niños malnutridos son atendidos varias horas del día y cuyo objetivo es educar a las madres a través de la recuperación nutricional de los niños», estableciéndose así tres tipos de atención nutricional: la hospitalaria, la ambulatoria y los centros abiertos de recuperación nutricional o regímenes de seminternado.

Independientemente del tipo de intervención que se realice, la meta final es la recuperación integral del niño para lo cual se trazan objetivos a corto, mediano y largo plazo. A corto plazo: iniciar la recuperación nutricional, educar a las

madres en lo referente a preparación de los alimentos que permitan mantener un estado nutricional satisfactorio, crear conciencia de enfermedad en los familiares y aportar herramientas para mejorar los aspectos psicológicos que estén incidiendo en la evolución del paciente. A mediano plazo continuar el proceso de recuperación y prevenir la desnutrición de otros niños del entorno a través de la educación nutricional impartida a la madre y a largo plazo el objetivo más preponderante es mejorar el estado nutricional y de salud en la comunidad intervenida (4).

La gran variabilidad en las cifras de recuperación nutricional reportadas en los distintos trabajos publicados está posiblemente relacionada con el empleo de criterios de recuperación diferentes, modalidades de atención diferentes y grupos de población no comparables desde el punto de vista estadístico.

La mayoría de los estudios sobre recuperación nutricional y modalidades de atención han sido realizados en desnutridos graves (5-13).

Un estudio comparativo entre modalidad hospitalaria y modalidad ambulatoria en niños desnutridos moderados y graves, no encontró diferencias entre la tasa de mortalidad y ganancia de peso entre los dos grupos concluyendo además que la modalidad ambulatoria tiene una mejor relación costo-beneficio (5).

Estudios comparativos que involucren a centros abiertos de recuperación nutricional también se han publicado, como el realizado por Khanum y col. (6) quienes encontraron una tasa de ganancia de peso diaria significativamente mayor y menor número de días necesarios para alcanzar 80% del peso ideal para la talla, en el grupo de niños hospitalizados, sin embargo, la mortalidad y las recaídas fueron similares a los atendidos en centros abiertos de recuperación nutricional y en el hogar.

La evolución a largo plazo de los desnutridos atendidos en las distintas modalidades ha sido motivo de estudios. En desnutridos graves tratados hospitalariamente se reporta que no se presenta catch-up significativo en talla ni en peso luego del egreso (8). En desnutridos graves atendidos en centros cerrados de recuperación nutricional se ha reportado: ausencia de recaídas en los egresados recuperados(9) y catch-up en peso adecuado y buen estado de salud en 36% de los egresados (11).

Estudios de seguimiento de pacientes atendidos en centros abiertos de recuperación nutricional también han sido realizados; Massa y col (12) presentan los resultados de 74 niños en su mayoría desnutridos graves, de los cuales 37 se recuperaron y durante el seguimiento entre 2 y 22 meses, 86% continuaba recuperado con un porcentaje de recaídas del 5%.

La evaluación basada en los reportes de centros abiertos de recuperación nutricional de Guatemala y Haití, concluye que existe un efecto favorable sobre el crecimiento en la mayoría de los niños mientras reciben la alimentación en el centro, pero dicho efecto disminuye cuando los niños retornan

a sus hogares (4).

Khanum y col (13) en un estudio prospectivo de 12 meses en 437 niños desnutridos graves entre 12 y 59 meses de edad que habían alcanzado 80% del peso para la talla, atendidos en centros hospitalarios, centros de cuidado diario o en el hogar, encontraron que el aumento promedio de peso y talla durante el seguimiento no difería significativamente entre los tres grupos, así como tampoco el número de recaídas, que fue del 0.6%.

En desnutridos graves y moderados menores de 2 años de edad atendidos en modalidad ambulatorio se han reportado cifras globales de recuperación de 35.5% y en un grupo de 50 niños con desnutrición grave evaluados un año después del egreso se encontró que en general los niños estaban mejor que al egreso y sólo en 3 niños observaron descompensación leve (2).

De lo anteriormente expuesto se desprende que gran parte de las investigaciones y publicaciones han sido dirigidas al tratamiento y recuperación del desnutrido grave, es por todo esto que se plantea una investigación para analizar la efectividad de la atención de niños desnutridos leves o moderados en régimen de seminternado en relación con la atención en régimen ambulatorio a través del análisis de la recuperación nutricional y asimismo analizar la influencia de la edad del niño, nivel educativo y edad de la madre, riesgo dietético de desnutrición, patologías asociadas y número de interurrencias en el proceso de recuperación nutricional.

MÉTODOS

Estudio retrospectivo de 114 niños menores de 10 años (62 niñas y 52 niños) pareados por edad, sexo y diagnóstico nutricional integral de ingreso, atendidos durante el período Mayo de 1997 a Mayo de 2000, en el Centro de Atención Nutricional Infantil de Antímamo.

El Centro de Atención Nutricional Infantil de Antímamo (CANIA) es una Asociación Civil sin fines de lucro, cuya misión fundamental es brindar atención integral a los niños con malnutrición en sus distintas formas en la parroquia Antímamo, con un modelo de atención intensivo y de carácter inter y multidisciplinario, a fin de recuperar al niño de manera integral, mediante acciones de tipo preventivo y curativo, en un espectro amplio que abarca la atención médica, nutricional, psicológica, educativa y social, dirigida al niño, a su entorno familiar y a la comunidad en general (14).

En parroquia Antímamo el déficit nutricional agudo en menores de 15 años según el indicador peso para la talla, en 1997 fue 4,06% (15) sin embargo la proporción de desnutrición clínica en la población atendida en la consulta de triaje del Centro entre los años 1996 y 1998 fue de 28% , discriminada de la siguiente manera: desnutrición grave 0,18%, desnutrición moderada 6% y desnutrición leve 22%. (16)

En CANIA, la atención se realiza bajo dos modalidades: ambulatorio y seminternado. En ambas modalidades el paciente es atendido por un equipo multidisciplinario integrado por: pediatra nutrólogo, nutricionista, trabajador social y psicólogo, quienes decidirán la modalidad de atención que se seguirá con cada niño en particular. El tipo de atención ofrecido depende del tipo de desnutrición y de muchos otros aspectos entre los que se cuentan: edad del paciente, condiciones clínicas, patologías asociadas, nivel educativo de la madre, cercanía al centro de atención y condición socioeconómica.

En la modalidad seminternado se atienden a niños menores de 10 años con desnutrición moderada o grave sin complicaciones clínicas, que habiten en la zona de influencia del Centro, o niños con desnutrición leve cuando el número de ingresos de desnutridos moderados no cubre la capacidad instalada de ingresos semanales. La capacidad instalada de atención en la modalidad seminternado es de 25 niños por mes.

En la modalidad ambulatorio se atienden niños con desnutrición leve, talla baja y obesidad, así como también con desnutrición moderada o grave que por la edad u otros factores no puedan ser atendidos en el seminternado.

En la modalidad seminternado los pacientes asisten diariamente al Centro por un lapso de tres meses, donde igualmente son atendidos por un equipo interdisciplinario que incluye además apoyo psicopedagógico y atención por puercultoras.

Durante el tratamiento, a los pacientes del régimen de seminternado se les ofrece en el Centro el 85% de sus requerimientos calóricos de macro y micronutrientes durante 5 días continuos a la semana en 8 horas de atención, se les administran suplementos de vitaminas, minerales y medicamentos que requieran por causa de alguna patología asociada o interurrencias; en cambio, toda esta atención debe realizarse en el hogar cuando se encuentran bajo la modalidad ambulatoria.

En la modalidad ambulatorio los pacientes son atendidos en consultas ambulatorias cuya periodicidad varía según el diagnóstico nutricional y la edad del paciente.

Una vez culminado el período de asistencia al seminternado los pacientes son atendidos en consultas ambulatorias similares a las de la modalidad ambulatorio. Por lo que se puede considerar que después de los tres meses todos los pacientes son atendidos bajo la misma modalidad.

Ambos modelos de atención tienen un alto componente socioeducativo y psicológico, que incluye estrategias educativas, estrategias de capacitación, modificación de actitudes y conductas e igualmente se brinda orientación y apoyo a la madre y al grupo familiar.

Las actividades de educación consisten en charlas formativas en la sala de espera, programas de formación a los padres sobre temas de educación nutricional y ciclos de

micro talleres con prácticas en la cocina de demostración únicamente para los pacientes atendidos bajo el régimen de seminternado.

La selección de los pacientes se realizó mediante la revisión de un total de 1146 historias de la consulta ambulatoria y 578 del seminternado, correspondientes a todos los pacientes atendidos durante el lapso de estudio, seleccionándose aquellos menores de diez años con diagnóstico nutricional al ingreso (15,16) de desnutrición leve o moderada que asistieron al menos a 3 de cuatro controles del esquema regular de atención, que consiste en un primer control a los treinta días, segundo control a los tres meses, tercer control a los seis meses y cuarto control al año de su ingreso. En la modalidad de seminternado el primer y segundo control se realizó durante su permanencia en el Centro.

De los 114 niños, cincuenta y siete fueron atendidos bajo la modalidad de seminternado y la otra mitad bajo la modalidad ambulatorio, de los cuales 18 eran desnutridos moderados y 39 desnutridos leves en ambos grupos.

Para las variables antropométricas: circunferencia del brazo izquierdo, pliegue tricípital, pliegue subescapular, área muscular y área grasa, se utilizó como población de referencia el Estudio Transversal Caracas (19) para menores de un año de edad y Roberto Frisancho (20) para los mayores de un año.

Para los indicadores: Peso-Edad, Peso-Talla y Talla-Edad se utilizó como población de referencia los datos de OMS, cuyos puntos de corte son percentil 10 y 90 (21). La antropometría fue realizada por personal de la institución entrenado y estandarizado en mediciones antropométricas dos veces al año.

El diagnóstico de desnutrición se realizó sobre la base de la combinación de indicadores de dimensiones globales e indicadores de composición corporal. Se consideró desnutrición leve cuando el indicador Peso-Talla fue igual o menor al percentil 10 y mayor al percentil 3 y desnutrición moderada cuando el indicador Peso-Talla fue igual o menor al percentil 3 y mayor a -3DS.

Se consideraron como variables que podían intervenir en la recuperación nutricional: la edad de los pacientes, nivel educativo y edad de la madre, patologías asociadas, interurrencias y riesgo dietético de desnutrición (22). Para analizar esta relación se consideró la recuperación nutricional al tercer control (6 meses); en los casos donde no hubo un tercer control, se tomó la recuperación correspondiente al segundo control.

El riesgo dietético es un método de puntuación diseñado para categorizar riesgo dietético de desnutrición calculado al momento del ingreso del paciente y reportado como: sin riesgo, riesgo leve, riesgo moderado y riesgo alto que considera las siguientes variables: alimentación durante el primer año de vida, duración de la lactancia materna, edad de introducción de alimentos complementarios en los

menores de dos años, apetito, presencia de vómitos o diarrea en los últimos tres meses, evolución del peso, actividad física, frecuencia de consumo de alimentos y adecuación de calorías y macronutrientes.

Las patologías asociadas se definieron como diagnósticos conocidos o establecidos en el momento del ingreso del paciente al Centro o en el curso de su evolución; esta variable se operacionalizó estableciendo categorías de patologías por sistemas: respiratorio, neurológico, gastrointestinal, renal, etc., y dentro de cada categoría se ubicó la patología específica. Para el análisis de asociación de esta variable con la recuperación nutricional, sólo se consideraron aquellas patologías con repercusión nutricional.

Las intercurencias se registraron para cada uno de los controles especificando el número de episodios y el tipo; para esto se establecieron categorías por sistemas: respiratorio, gastrointestinal, neurológico, renal y misceláneos donde se incluyeron síndromes febriles inespecíficos y eruptivos.

El criterio de recuperación nutricional utilizado fue el indicador Peso-Talla por encima del percentil diez. Se registraron como recaída aquellos pacientes que después de alcanzar la recuperación del estado nutricional presentaban nuevamente un deterioro del mismo y estos pacientes se consideraron y se incluyeron en el grupo de pacientes no recuperados.

Se realizó análisis de frecuencia, test de chi cuadrado, así como la prueba no paramétrica de Mc Nemar para datos apareados. Todos los datos fueron analizados con el programa SPSS versión 9.0.

RESULTADOS

La distribución de la muestra por edad y sexo de acuerdo a la modalidad de atención en desnutridos leves y moderados se presenta en la Tabla 1.

TABLA 1
Distribución por edad y sexo de niños desnutridos leves y moderados atendidos bajo la modalidad ambulatorio y seminternado

	Desnutridos leves (n =78)				Desnutridos moderados (n =36)			
	Seminternado		Ambulatorio		Seminternado		Ambulatorio	
	F	M	F	M	F	M	F	M
< 2 años	12	4	12	4	1	3	1	3
2 años < 4 años	6	4	6	4	2	3	2	3
4 años < 6 años	4	1	4	1	0	1	0	1
6 años - 10años	4	4	4	4	2	6	2	6

En la Tabla 2 se presenta la frecuencia de las variables consideradas: nivel socioeconómico por método de Graffar (23) nivel educativo de la madre, edad de la madre y riesgo dietético de desnutrición, según la modalidad de atención en desnutridos leves y moderados. Así como también el p valor asociado al chi cuadrado en aquellas variables donde fue posible calcularlo.

Cuarenta y un pacientes abandonaron el tratamiento después de los 6 meses, 46% (18/39) del grupo de desnutridos leves atendidos en ambulatorio y 59% (23/39) de los atendidos en seminternado. En el grupo de desnutridos moderados, 56% (10/18) del grupo ambulatorio y 67% (12/18) del grupo seminternado abandonó el tratamiento después de los 6 meses. La cifra general de abandono de tratamiento fue 55% (63/114) después del tercer control (Tabla 3).

Al aplicar el estadístico chí cuadrado y la prueba de Mc Nemar, no se encontró asociación significativa ($p > 0.05$) entre la recuperación nutricional y la modalidad de tratamiento en los desnutridos leves ni en los moderados a los tres meses de tratamiento (Tabla 4).

En el grupo de desnutridos leves, el porcentaje de pacientes recuperados a los 3 meses que mantenía esta

condición a los 6 meses fue 83% (15/18) en la modalidad ambulatorio y 82% (18/22) en la modalidad seminternado, esto representa tres recaídas en la modalidad ambulatorio y una en la modalidad seminternado con tres pacientes que no asistieron al tercer control. Los pacientes que presentaron recaídas se incluyen en el grupo no recuperado en la Tabla 4.

El diagnóstico nutricional asociado más frecuente en la modalidad seminternado fue anemia ferropénica (32%) y en la modalidad ambulatorio, anemia microcítica hipocrómica (13%) y anemia ferropénica (17%). Caries (15%) y asma bronquial (13%) fueron las patologías asociadas más frecuentes en la modalidad seminternado y parasitosis intestinal (*Blastocystis h.*) (9%) predominó en la modalidad ambulatorio.

Las intercurencias más frecuentes fueron las respiratorias seguidas de las gastrointestinales, tanto en los desnutridos leves como en los moderados en ambas modalidades.

La edad del niño, nivel educativo y edad de la madre, riesgo dietético de desnutrición, patologías asociadas y número de intercurencias, no mostraron relación con la recuperación nutricional cuando fueron analizadas a los 6 meses de intervención (Tabla 5. $p > 0.05$).

TABLA 2
Distribución de frecuencia de las variables estudiadas según la modalidad de atención en los niños desnutridos leves y moderados

Nivel socioeconómico	Desnutridos leves (n =78)				Desnutridos moderados (n =36)			
	Seminternado		Ambulatorio		Seminternado		Ambulatorio	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Clase media alta	1	2.5	2	5%	1	5.5	1	5.5
Clase media	3	8	3	7	2	11	3	17
Pobreza relativa	23	59	15	38	10	56	7	39
Pobreza extrema	11	28	18	46	4	22	7	39
Sin información	1	2.5	1	2.5	1	6	0	0
P valor				0.29				0.67
Nivel educativo de la madre	n	%	n	%	n	%	n	%
Analfabeta	3	8	1	3	0	0	1	6
Primaria completa e incompleta	15	38	20	51	6	33	6	33
Media completa e incompleta	18	46	11	28	11	61	7	39
Superior completa e incompleta	3	8	7	18	1	6	4	22
P valor				0.22				*No aplica
Edad de la madre	n	%	n	%	n	%	n	%
< 18 años	1	2.5	1	2.5	0	0	0	0
18 a < 25 años	6	15	10	26	3	17%	4	22%
25 a < 35 años	22	56	18	46	11	61%	4	22%
> 35 años	9	23	10	26	4	22%	10	56%
Sin información	1	2.5	0	0	0	0	0	0
P valor				0.69				No aplica
Riesgo dietético	n	%	n	%	n	%	n	%
Sin riesgo	0	0	3	8	1	5.5	0	0
Riesgo bajo	7	18	21	54	5	28	4	22
Riesgo mediano	19	49	10	25	8	44	5	28
Riesgo alto	2	5	0	0	0	0	2	11
Sin información	11	28	5	12	4	22	7	39
P valor				No aplica				No aplica

*Por la presencia de celdas vacías no aplica el cálculo del chi cuadrado

TABLA 3
Asistencia a los controles de niños desnutridos leves y moderados atendidos bajo la modalidad ambulatorio y seminternado

	Desnutridos leves (78)		Desnutridos moderados (36)	
	Seminternado (39)	Ambulatorio (39)	Seminternado (18)	Ambulatorio (18)
Primer control (1 mes)	39	39	18	18
Segundo control (3 meses)	39	39	18	18
Tercer control (6 meses)	33	39	18	18
Cuarto control (12 meses)	16	21	6	8
Quinto control (> 12 meses)	8	2	6	5

TABLA 4

Evolución de los niños desnutridos leves y moderados atendidos bajo la modalidad ambulatorio y seminternado*

		Desnutrición leve				Desnutrición moderada				
		Recuperados	No recuperados	Recaídas †	P valor	Recuperados	No recuperados	Recaídas	P valor	
		n (%)	n (%)	n		n (%)	n (%)	n		
1er control (30 días)	Ambulatorio (39)	18 (46.1%)	21 (53.8%)		0.11	Ambulatorio (18)	2 (11%)	16 (89%)		0.40
	Seminternado (39)	9 (23%)	30 (77%)			Seminternado (18)	0	18 (100%)		
2do control (3 meses)	Ambulatorio (39)	18 (46.1%)	21 (53.8%)	4	0.24	Ambulatorio (18)	3 (17%)	15 (83%)	1	0.30
	Seminternado (39)	22(56.4%)	17 (43.5%)	1		Seminternado (18)	1 (6%)	17 (94%)	0	
3er control (6 meses)	Ambulatorio (39)	21 (53.8%)	18 (46.1%)	3	0.36	Ambulatorio (18)	3(17%)	15 (83%)	2	0.18
	Seminternado (33)	20 (60.6%)	13 (39.3%)	1		Seminternado (18)	3(17%)	15 (83%)	0	

*Se compara la recuperación de cada control respecto al diagnóstico de ingreso.

† Los pacientes con recaídas están incluidos en los no recuperados

TABLA 5

Distribución de frecuencia de las variables estudiadas en los niños desnutridos leves y moderados según su recuperación a los 6 meses de intervención

Grupo de edad de los pacientes	Desnutridos leves				Desnutridos moderados				
	Recuperados n	%	No recuperados n	%	Recuperados n	%	No recuperados n	%	
<2 años	15		34	17	50	3	50	5	16.6
2 a 4 años	14		32	6	17.6	1	17	9	30
4 a 6 años	5		11	5	14.7	0	0	2	6.6
6 a 10 años	10		23	6	17.6	2	33	14	46.6
P valor				0.37				0.33	
Edad de la madre	n	%	n	%	n	%	n	%	
< 18 años	1	2.2	1	3	0	0	0	0	
18 a < 25 años	9	20.4	7	21	1	16.6	6	20	
25 a < 35 años	24	55	16	47	4	66.6	11	36.6	
> 35 años	9	20	10	29	1	16.6	13	43.3	
Sin información	1	2.2	0	0	0	0	0	0	
P valor				0.83				0.36	
Nivel educativo de la madre	n	%	n	%	n	%	n	%	
Analfabeta	2	4.5	2	5.8	0	0	1	3.3	
Primaria completa e incompleta	18	41	17	50	1	16.6	11	36.6	
Media completa e incompleta	16	36.3	13	38.2	4	66.6	14	47	
Superior completa e incompleta	8	18	2	5.8	1	16.6	4	13	
P valor				0.35				0.74	
Riesgo dietético	n	%	n	%	n	%	n	%	
Sin riesgo	2	4.5	1	3	0	0	1	3.3	
Riesgo bajo	16	36.3	12	35.2	2	33.3	7	23.3	
Riesgo mediano	14	31.8	15	44	3	50	10	33.3	
Riesgo alto	2	4.5	0	0	0	0	2	6.6	
Sin información	10	22.7	6	17.6	1	16.6	10	33.3	
P valor				0.49				0.83	
Patologías asociadas	n	%	n	%	n	%	n	%	
	15	53.6	13	46.4	2	13.3	13	86.6	
P valor				0.43				0.50	
Pacientes con intercorrencias	n	%	n	%	n	%	n	%	
	23	53.5	20	46.5	3	14	18	86	
P valor				0.49				0.45	

En los casos donde el paciente no asistió al tercer control se tomó los datos correspondientes al segundo control.

DISCUSION

Las causas de la desnutrición revisten un carácter multifactorial que ha llevado a diseñar diferentes estrategias para enfrentarlas, buscando obtener la mejor relación costo-beneficio.

Se afirma categóricamente que el costo del tratamiento ambulatorio por paciente resulta mucho menor que el tratamiento realizado en un centro de recuperación nutricional u hospital (6,24), sin embargo, en relación a la tasa de recuperación y mantenimiento de la misma existen resultados contradictorios.

En el presente estudio se compararon niños desnutridos bajo dos modalidades de atención, ambulatorio y seminternado, a la vez que se consideraron diversos factores que pudieron condicionar su evolución y recuperación.

La modalidad seminternado resultó igual de efectiva que la ambulatorio en el tratamiento de la desnutrición leve. La edad del niño, patologías asociadas, riesgo dietético de desnutrición, número de interurrencias, nivel educativo y edad de la madre no mostraron asociación significativa con la recuperación nutricional a los 6 meses de intervención.

Las madres con mayor nivel educativo estarían mejor preparadas para seguir las indicaciones impartidas y aprovechar los conocimientos producto de las actividades formativas que se realizan en el Centro, lo cual conllevaría a una más pronta y sostenida recuperación nutricional de sus hijos. Este efecto no pudo ser demostrado en esta investigación, no obstante, la relación entre el nivel educativo de la madre y la desnutrición ha sido ampliamente evaluado por otros autores con resultados no coincidentes, de allí que hay quienes sostienen que el mejor nivel educativo de la madre y por ende mejor colocación en el mercado laboral, en vez de producir efectos positivos, por el aumento del presupuesto familiar y mejoría de su auto estima, puede tener un efecto adverso, porque se reduce el tiempo disponible de la madre para la atención del niño (25,26). Otros autores consideran que un buen nivel educativo de la madre, actúa con un efecto protector, pues habría un mayor acceso a bienes y servicios que determinan un buen mantenimiento del estado nutricional (27). Un estudio sobre recuperación nutricional en el hogar utilizando suplementación y educación nutricional a las madres realizado en Kenya en niños menores de 5 años con desnutrición grave demostró que un adecuado catch-up se relacionaba con el nivel educativo y conocimientos nutricionales de la madre, sin embargo no hubo diferencias significativas en el estado nutricional entre este grupo y el grupo control (28).

La edad de la madre es considerada como un factor contributorio en el proceso de la desnutrición; madres mayores de 35 años y adolescentes, estas últimas debido a su inestabilidad socioeconómica y a la inmadurez psicológica

para atender a sus niños, tienen mayor probabilidad de tener hijos desnutridos(29,30). El presente estudio no permitió evaluar la influencia de estas dos categorías de edades en la recuperación nutricional, ya que sólo una de las madres era adolescente y el 70% tenía entre 18 y 35 años de edad.

Al igual que este estudio, en un grupo de desnutridos graves y moderados, la edad de la madre no se relacionó con la ganancia de peso a los 12 meses de iniciado el tratamiento hospitalario o ambulatorio con o sin suplemento nutricional (31).

En los países en vías de desarrollo, mueren más de doce millones de niños al año y más del 50% de ellos son desnutridos; se calcula que cuatro millones de esas muertes son debidas a infecciones respiratorias agudas. Muchos estudios han sido realizados para establecer la asociación entre la prevalencia de estos procesos infecciosos y la prevalencia de la desnutrición, la cual puede ser una consecuencia de infecciones virales a repetición en estos niños(32). A la par de estas entidades nosológicas, encontramos las anemias y las diarreas que también contribuyen al deterioro nutricional, como se reporta en la literatura mundial (24).

La frecuencia de las interurrencias podría afectar negativamente la recuperación nutricional por el aumento del catabolismo y la disminución del apetito que supone; esta relación no se pudo demostrar en este estudio así como tampoco la demostraron otras investigaciones realizadas en Haití y Guatemala referentes a episodios de diarrea y la ganancia de peso para la edad aún después de controlar otras variables, a través de análisis de regresiones múltiples. Resultados opuestos son los reportados en un estudio prospectivo de niños recuperados nutricionalmente que demostró que la ganancia de peso tendía a ser menor en aquellos que presentaban más episodios de diarrea (13), y los reportados por el grupo de Haití quienes encontraron que la presencia de fiebre, como indicador de procesos infecciosos, fue la variable que se relacionó con el progreso en el peso para la edad (4).

Estos resultados dejan claro que quedan aún por dilucidar muchas interrogantes en relación a las variables asociadas significativamente con la recuperación nutricional, es probable que existan otras variables que deban ser incorporadas al análisis como las referidas en un estudio chileno (2) que señala que "cuando el control del niño fue periódico y cuando la tasa de actividades profesionales por sujeto fue suficiente el grado de recuperación fue significativamente más alto"; o la relación encontrada por el grupo de Guatemala entre el número de días de asistencia al centro abierto de recuperación y mayor progreso en el indicador peso para la edad (4).

Evaluar el mantenimiento de los logros alcanzados en términos de recuperación nutricional en grupos de atención

donde las tasas de abandono de tratamiento son tan elevadas es muy difícil. Analizando el grupo que abandonó el tratamiento después del sexto mes, encontramos en los desnutridos leves que más de la mitad (66%) eran niños que en su tercer control estaban recuperados y en los desnutridos moderados, la mitad (50%) eran niños que se habían recuperado parcialmente, es decir que habían pasado de desnutridos moderados a leves; de esto se podría inferir que una vez que la familia ve al niño recuperado, no considera necesario continuar el control médico, situación ésta muy comprensible en comunidades donde no existe una verdadera cultura en prevención de salud. Similares observaciones han sido realizadas por otros autores (7).

Establecer el modelo de atención más adecuado para tratar la desnutrición leve y moderada que son las formas más frecuentes en nuestro medio, constituye una labor difícil y este estudio puede considerarse una aproximación en esta línea de investigación, sus conclusiones pueden ser de utilidad en el desarrollo de planes de intervención de la desnutrición leve, mientras que en la desnutrición moderada, se considera pertinente diseñar nuevos estudios de tipo prospectivo donde se amplíe el tamaño de la muestra y se controle un mayor número de variables. La mayoría de los desnutridos moderados que llegan al Centro son atendidos en la modalidad de seminternado y son muy pocos los que quedan en tratamiento ambulatorio; ésta fue la limitación para tener un mayor número de pacientes en el grupo de desnutridos moderados en la modalidad ambulatorio.

REFERENCIAS

- Castillo C. Recuperación nutricional en lactantes desnutridos marásmicos. Experiencia chilena. En I Jornadas Científicas V Aniversario del Centro de Atención Nutricional Infantil de Antímano: 2000 15 Junio Caracas. Venezuela.
- Puentes R, Ibañez S, Salvatierra V, Mejias C, Jiménez A. Tratamiento ambulatorio de la desnutrición calórico-proteica del lactante. Consultorio de nutrición infantil. Rev. Chil. Pediatr 1986; 57(1): 91-96.
- Bengoia JM (1955). Nutrition et alimentation tropicales. Recueil de conférences du cours de formation de nutritionnistes en Afrique au sud du Sahara organisé par le FAO, l'OMS et le gouvernement français de Marseille.
- Beaudry-Darismi M, Latham M. Nutrition rehabilitation centers - an evaluation of their performance. J. Trop. Pediatr. Environ. Child Health 1973:299-332.
- Chapko M., Prual A., Gamatié Y, Maazou A. Randomized Clinical Trial Comparing Hospital to Ambulatory Rehabilitation of Malnourished Children in Niger. J Trop Pediatr 1994; 40: 225-30.
- Khanum S, Ashworth A, Huttly S. Controlled trial of three approaches to the treatment of severe malnutrition. Lancet 1994; 344:1728-32.
- Perra A, Costello L. Efficacy of outreach nutrition rehabilitation centers in reducing mortality and improving nutritional outcome of severely malnourished children in Guinea Bissau. Eur. J. Clin. Nutr. 1995; 49:353-59.
- Hennart P, Beghin D, Bossuyt M. Long-term follow-up of severe protein-energy malnutrition in Eastern Zaire. J Trop Pediatr 1987;33:10-12.
- Pécoul B, Soutif C, Hounkpevi M, Docos M. Efficacy of a therapeutic feeding center evaluated during hospitalization and follow-up period, Tahoua, Niger, 1987-1988. Ann Trop Paediatr. 1992;12:47-54.
- Heikens GT, Schofield WN, Dawson SM, Waterlow JC. Long-stay versus short-stay hospital treatment of children suffering from severe protein-energy malnutrition. Eur. J. Clin. Nutr. 1994;48:873-882.
- Reneman L, Derwing J. Long-term prospects of malnourished children after rehabilitation at the nutrition rehabilitation center of St Mary's Hospital, Mumias, Kenya. J Trop Pediatr 1997;43: 293-296 .
- Massa E, López G, Kanashiro H, McLean W, Rosenthal R, Graham G. Una unidad de rehabilitación nutricional para el tratamiento de desnutrición infantil severa. Arch. Latinoamer. Nutr. 1980; 30: 417-431.
- Khanum S, Ashworth A, Huttly S. Growth, morbidity, and mortality of children in Dhaka after treatment for severe malnutrition: a prospective study. Am J Clin Nutr 1998;67:940-945.
- Boletín de Nutrición Infantil. Centro de Atención Nutricional Infantil Antímano. Caracas 1998. N°1 pp 6
- Instituto Nacional de Nutrición. Oficina del Sistema de Vigilancia Nutricional (SISVAN). Evolución de los indicadores más resaltantes del componente menores de 15 años. Caracas, Venezuela 1998
- Boletín de Nutrición Infantil. Centro de Atención Nutricional Infantil Antímano. Caracas 1999. N°3 pp 31
- Henríquez PG. Desnutrición y privación psicosocial. Manual de Crecimiento y Desarrollo, Serono Andina CA. Caracas, 1992:165-168.
- Henríquez PG. Evaluación del estado nutricional. En Nutrición en Pediatría. Centro de Atención Nutricional Infantil de Antímano. (CANIA). Caracas 1999; Cap 1:17-62.
- Méndez Castellano H, López Contreras Blanco M, Landaeta Jiménez M, González Tineo A, Pereira Y. Estudio transversal de Caracas. Arch Venez Puer Ped 1986; 49: 11-155.
- Frisancho AR. Anthropometric standards for the assessment of growth and nutritional status. Ann Arbor The University of Michigan Press 1993; 1-189.
- World Health Organization. Use and interpretation of anthropometric indicator of nutritional status. Bull WHO 1986;64:929-41.
- Bustamante C., Alvarez M., Zarzalejo Z., García M., Arenas O. Diseño de un instrumento de riesgo dietético de desnutrición en niños de una comunidad urbano marginal de Caracas. An Venez Nutr 1998; 11: 181-187.
- Méndez H. Méndez M. Estratificación social y biológica humana. Arch Venez Puer Ped 1986;49:93-104.
- Fernández-Concha F, Gilman R, Gilman J. A home nutritional rehabilitation programme in a Peruvian peri-urban shanty town (pueblo joven). Transactions of the Royal Society of Tropical

- Medicine and Hygiene 1991;(85):809-813.
25. Reed B, Habicht JP, Niameogo C. The effects of maternal education on child nutritional status depend on socio-environmental conditions. *International Journal of Epidemiology* 1996; (25):585-92.
 26. Tharakan C, Suchindran C. *Determinants of child malnutrition, an intervention model for Botswana*. *Nutrition Research* 1999;(19):843-860.
 27. Olinto M, Victora C, Barros F. Determinantes da desnutrição infantil em uma população de baixa renda: um modelo de análise hierarquizado. *Cad. Saúde Públ* 1993;(9):14-27.
 28. Jansen A., Verkley M.T. Ambulatory home nutritional rehabilitation in rural Kenya. *J Trop Pediat* 1986; 32:258-262.
 29. Rikimaru T, Juliana E, Taniguchi K y col. Risk factors for the prevalence of malnutrition among urban children in Ghana. *J Nutr Sci Vitaminol* 1998;44:391-407
 30. Tuncbilek E, Ünala T, Coskun T. Indicators of nutritional status in turkish preschool children: results of turkish demographic and health survey. *Journal of Tropical Pediatrics* 1996;(42):78-84.
 31. Cooper E, Headden G, Lawrance Ch. Caribbean children, Thriving and failing, in and out of hospital. *J Trop Pediat* 1980;26:323-238.
 32. Cunha AL. Relationship between acute respiratory infection and malnutrition in children under 5 years of age. *Acta Paediatr* 2000; 89: 608-9.

Recibido:16-09-2002

Aceptado:03-02-2003

Deficiencia de vitamina A en niños preescolares: ¿Un problema reemergente en Costa Rica?

Damaris Carvajal Fernández, Thelma Alfaro Calvo, Rafael Monge-Rojas

Instituto Costarricense de Investigación y Enseñanza en Nutrición y Salud, (Inciensa)

RESUMEN. Basado en la Encuesta Nacional de Nutrición de 1996, este estudio muestra los hallazgos sobre la prevalencia de la Deficiencia de Vitamina A (DVA) en 567 niños urbanos y rurales de 12-83 meses. En general se evidenció una prevalencia de DVA (retinol plasmático ≤ 20 $\mu\text{g/dl}$) del 8.8%. No se observaron diferencias importantes en dicha prevalencia al analizar los datos por sexo o área. La prevalencia de niveles de retinol a riesgo de deficiencia (retinol plasmático entre 20.1- 30 $\mu\text{g/dl}$) fue cercana al 30%. La proporción de niños a riesgo de deficiencia de retinol fue significativamente mayor en el área rural comparada con la urbana (38.9% y 28.0% respectivamente, $p < 0.05$). Los modelos de regresión lineal muestran una relación negativa entre el número de miembros del hogar y los niveles plasmáticos de retinol, así como una relación positiva entre estos y la escolaridad de la madre. Nuestros resultados sugieren un posible deterioro en el status de vitamina A en los niños preescolares.

Palabras clave: Retinol plasmático, niños preescolares, vitamina A, Costa Rica.

SUMMARY. Vitamin A deficiency among preschool children: ¿A re-emerging Problem in Costa Rica?. Based on the 1996 National Nutrition Survey, this study shows the prevalence of Vitamin A deficiency (VAD) among 567 Costa Rican urban and rural 12-83 months old-children. In overall, the prevalence of VAD (plasma retinol ≤ 20 $\mu\text{g/dl}$) was 8.8%. No difference was found even when data were analyzed by area and gender. Around 30% of preschool children were at risk of VAD (plasma retinol between 20.1- 30 $\mu\text{g/dl}$). The proportion of children at risk for retinol deficiency was significantly higher in rural area in comparison with urban area (38.9% and 28.0% respectively, $p < 0.05$). Lineal regression analysis showed that plasma retinol levels were negatively related to the number of family members and positively related to mother's schooling. Our results suggest a possible impairment in vitamin A status of preschool children.

Key words: Plasma retinol, preschool children, vitamin A, Costa Rica.

INTRODUCCION

La deficiencia subclínica de vitamina A esta asociada a un incremento en el riesgo de diarrea severa y de mortalidad infantil (1). Además la deficiencia de esta vitamina esta asociada a cambios funcionales en la respuesta inmune y a importantes alteraciones en el crecimiento celular (2,3). La deficiencia severa del nutriente es responsable de un amplio rango de signos clínicos a nivel ocular como ceguera nocturna o en los casos más severos xerosis corneal, ulceraciones y licuefacción (3). La deficiencia de vitamina A es considerada un factor crítico en la salud y supervivencia infantil (1).

En Costa Rica, la deficiencia de vitamina A fue reconocida en 1966 como problema de salud pública (4). La encuesta nacional de nutrición de ese año evidenció que un 32.5% de los niños de edad preescolar presentaban niveles deficientes de retinol. Ante esta situación en 1974, el gobierno optó como medida preventiva, fortificar el azúcar con vitamina A (5). Para 1979 la deficiencia de vitamina A se había reducido un 93% (6) y para 1981 dejó de ser considerada definitivamente como un problema de salud pública, pues la prevalencia disminuyó a 1.65% (7). Adicionalmente, los estudios

dietéticos de 1978 y 1982 reflejaron un incremento significativo en el consumo de vitamina A. La adecuación nutricional de esta vitamina en la población preescolar fue superior al 150% (8).

Con base en la evidencia epidemiológica y ante el nivel de vida alcanzado en la década de los 70 se consideró pertinente suspender la fortificación del azúcar a partir de 1982 (5). A partir de esta fecha, la deficiencia de vitamina A dejó de ser objeto de estudio en Costa Rica. Hasta 1996 como parte de la encuesta nacional de micronutrientes se analizó el status de vitamina A en niños preescolares. Los resultados obtenidos sobre la concentración plasmática de este nutriente en niños de 12-83 meses, se presentan en este reporte.

MATERIALES Y METODOS

La muestra consistió en 790 niños de 12-83 meses. La determinación del tamaño muestral se realizó por el método de muestreo simple aleatorio de acuerdo al procedimiento de Fleiss (9). La selección de la muestra se efectuó por conglomerado bietápico utilizando como base el marco muestral de la Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples

del Instituto Nacional de Estadística y Censos. En la primera etapa se seleccionaron, por muestreo aleatorio sistemático, 72 segmentos del área rural y urbana del país. En la segunda etapa utilizando la misma metodología, se eligieron por cada segmento, 11 hogares con niños de 12-83 meses. En cada hogar se seleccionó un único sujeto para estudio.

Para determinar los niveles de retinol sérico, se tomó una muestra de sangre en tubos con heparina de sal de amonio. Cada tubo fue cubierto con papel metálico para evitar el efecto negativo de la luz sobre el retinol tal y como sugieren Dary y Arroyave (10). Las muestras se mantuvieron en frío ($6 \pm 2^\circ\text{C}$) durante su traslado al Centro de Referencia de Micronutrientes del Instituto Costarricense de Investigación y Enseñanza en Nutrición y Salud para su posterior análisis. La separación del plasma se realizó en cuarto oscuro con luz amarilla de acuerdo a lo sugerido por Landers y Olson (11) para evitar la isomerización del retinol.

La concentración de retinol se determinó por cromatografía líquida de alta presión (HPLC). El 15% de las muestras se analizaron por duplicado. Además todas aquellas muestras cuyo valor fue $\leq 20\mu\text{g/dl}$ y $> 50\mu\text{g/dl}$ se procesaron nuevamente. El coeficiente de variación en la determinación de retinol fue $< 10\%$.

La deficiencia subclínica de retinol fue definida como niveles de retinol $\leq 20\mu\text{g/dl}$. Los niveles de retinol entre 20.1- 30 $\mu\text{g/dl}$ fueron considerados como niveles de riesgo de deficiencia. Los valores de retinol plasmático mayores de 30 $\mu\text{g/dl}$ se interpretaron como niveles normales (1).

Para cada caso de estudio se recopiló información sobre algunas variables sociodemográficas como número de miembros del hogar, tenencia de vivienda, escolaridad de la madre (nivel de escolaridad) y ocupación del jefe (a) de familia.

Los datos fueron analizados utilizando las pruebas T student, prueba de diferencia de proporciones y análisis de regresión lineal disponibles en el SPSS para Windows, versión 10.0. Se crearon modelos de regresión lineal utilizando el método stepwise. El retinol plasmático fue utilizado como variable dependiente y las variables sociodemográficas como independientes. El diagnóstico de regresión basado en el análisis de residuos fue realizado para determinar la validez de correr el modelo.

RESULTADOS

Se estudió un total de 567 niños de 12-83 meses, lo cual representó el 71.8% de la muestra estimada. La pérdida del 28.2% de la muestra se debió a hemólisis del plasma, falta de información en la boleta de campo y a la ausencia de localización de los niños.

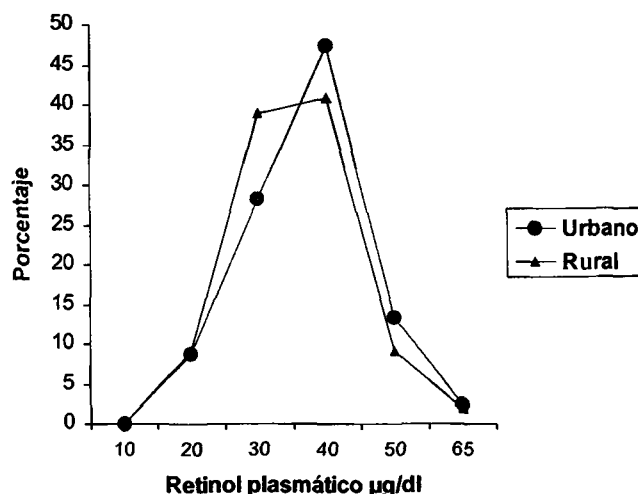
Del total 567 niños, el 65 % de los niños fueron de área

urbana y el 35% restante del área rural. El 47% de la población estudiada fue de sexo masculino.

El nivel promedio de retinol plasmático fue $31.95 \pm 8.2\mu\text{g/dl}$, sin observarse diferencias significativas entre los sexos ($32.31 \pm 8.5\mu\text{g/dl}$ y $31.62 \pm 7.8\mu\text{g/dl}$, respectivamente, $p > 0.05$). Sin embargo, los resultados evidencian un promedio de retinol plasmático significativamente mayor en los niños urbanos comparado con los preescolares del área rural ($32.44 \pm 8.1\mu\text{g/dl}$ y $30.94 \pm 8.0\mu\text{g/dl}$ respectivamente, $p < 0.05$). Esto se evidencia más claramente en la Figura 1; donde la distribución de las concentraciones de retinol plasmático de los niños rurales se encuentra desplazada hacia la izquierda con respecto a la curva de los preescolares urbanos.

FIGURA 1

Distribución de las concentraciones plasmáticas de retinol en los niños del estudio, según zona de residencia. Costa Rica, 1996



Cerca del 9% de los preescolares presentó deficiencia subclínica del nutriente ($\leq 20\mu\text{g/dl}$) (Tabla 1). Al analizar los datos por sexo y área, no se observaron diferencias significativas en la proporción de niños con este diagnóstico. Alrededor del 30% de la población estudiada mostró niveles de retinol a riesgo de deficiencia (20.1- 30 $\mu\text{g/dl}$). Aunque, no se observaron diferencias significativas por sexo; la proporción de niños rurales con niveles de retinol a riesgo fue significativamente mayor comparada con la de aquellos residentes de áreas urbanas (38.9% y 28.0% respectivamente, $p < 0.05$). Ningún preescolar presentó niveles plasmáticos de retinol menores de 10 $\mu\text{g/dl}$.

TABLA 1
Distribución porcentual de la población preescolar estudiada según niveles plasmáticos de retinol

Niveles plasmáticos de retinol	Total (n=567)	Sexo		P*	Area			Edad			p*
		Hombres (n=269)	Mujeres (n=298)		Urbanos (n= 368)	Rurales (n=199)	P*	≤36 meses (n=143)	37-59 meses (n=181)	≥ 60 meses (n=243)	
≤ 20.0 µg/dl	8.8	8.9	8.7	0.949	8.7	9.1	0.996	10.9	8.1	8.2	0.488
20.01-30.0 µg/dl	31.7	30.1	33.2	0.771	28.0	38.9	0.010	27.5	31.7	34.2	0.217
> 30 µg/dl	59.4	61.0	58.1	0.819	63.3	52.0	0.012	61.6	60.2	57.6	0.775

* Valores de p según la prueba t de diferencia de proporciones.

La prevalencia de deficiencia de retinol fue ligeramente mayor en los niños menores de 36 meses, en los cuales fue 10.9% (Tabla 1). Esta prevalencia fue 2.8% más alta que la observada en los niños mayores de 36 meses (10.9% y 8.1% respectivamente, $p < 0.05$). La prevalencia de niveles de retinol a riesgo de deficiencia fue cercana al 35% en los preescolares mayores de 60 meses. Esta prevalencia fue 7% más alta que la evidenciada en los niños menores de 36 meses (34.2% y 27.5% respectivamente, $p > 0.05$) (Tabla 1).

El modelo de regresión lineal usando los niveles plasmáticos de retinol como variable dependiente se presenta en la Tabla 2. Después de ajustar por edad y sexo, se evidenció una relación negativa entre el número de miembros del hogar y los niveles de este nutriente. Por cada unidad que incrementa el número de miembros de la familia los niveles de retinol disminuyen 0.0514 µg/dl. Esta relación se mantuvo similar después de ajustar el modelo por área. Un modelo previo, mostró la existencia de una relación positiva entre los niveles de retinol y la educación de la madre. Por cada año de incremento en el nivel de educación de la madre, los niveles de retinol se aumentan 0.5544 µg/dl. Sin embargo esta asociación desapareció al ajustar el modelo por el número de miembros del hogar. De las otras variables sociodemográficas incluidas en los modelos ninguna mostró relación con los niveles plasmáticos de retinol.

TABLA 2
Modelo de regresión lineal usando como variables dependientes los niveles plasmáticos de retinol .

Variable dependiente	Coefficiente estimado	Valor de p
Retinol plasmático		
Nº miembros del hogar	-0.645	0.000
Educación de la madre	0.067	0.062
Zona	-0.043	0.311
Sexo	-0.045	0.279
Edad	-0.054	0.125
constante	3.5447	
R ² : 0.5193		

DISCUSION

Los resultados de este estudio sugieren un deterioro en el status de retinol en los niños preescolares costarricenses. Para 1996, la prevalencia de preescolares con niveles plasmáticos de retinol ≤20 µg/dl fue 7% mayor a la evidenciada en 1981 (7). La deficiencia marginal de retinol en la muestra de preescolares tiene una prevalencia similar a la reportada en Nicaragua en 1996. No obstante en este país tal prevalencia es el resultado de la intervención ejecutada desde 1993 cuando esta era superior al 30% (12).

Es posible que en Costa Rica, esta reemergiendo un problema que se creía controlado y como es de esperar, afectará a las familias de bajos ingresos. Diversos estudios en Latinoamérica señalan que la deficiencia de retinol es significativamente mayor en los preescolares rurales (13-15). Aunque este perfil no se identificó en la muestra de estudio, existe una clara tendencia al establecimiento del mismo, pues en las áreas rurales se evidenció una importante proporción de preescolares a riesgo de deficiencia de retinol.

Esta situación es de mayor importancia al considerar que en las áreas rurales costarricenses existe poca disponibilidad de alimentos de origen animal, frutas y vegetales, así como un limitado acceso a esos alimentos (16). El ecosistema nutricional en las áreas rurales costarricenses está caracterizado por una predominancia de fuentes de proteína vegetal (16), tales como arroz y frijoles, los cuales no contienen precursores de vitamina A. Solamente, durante las épocas de cosecha de alimentos como pejívalle (*Bactris gasepaes*) y mango, se incorporan cantidades importantes de carotenos en la dieta de algunas áreas rurales.

Por otro lado, la baja escolaridad de la madre conjuntamente con un alto número de miembros de la familia influyen significativamente la cantidad de vitamina A disponible para el preescolar. Según la Organización Mundial de la Salud, la combinación de estos factores se asocia con una alta vulnerabilidad a la carencia de vitamina A (1), situación que ha sido ampliamente demostrada en diferentes regiones latinoamericanas (13-15,17).

Nuestros resultados sugieren la necesidad de desarrollar programas educativos que permitan identificar los alimentos fuente de vitamina A y carotenos, así como las estrategias para incorporarlos al patrón alimentario de los niños. Conjuntamente, deben analizarse tácticas para asegurar la disponibilidad de vitamina A en los hogares de menores recursos y establecer lineamientos para lograr un mayor acceso a la misma. La pertinencia de re-iniciar la fortificación de alimentos con vitamina A en Costa Rica, deberá ser objeto de discusión solamente cuando se cuente con resultados derivados de una muestra representativa del nivel nacional y de los diferentes sub-grupos poblacionales.

Este estudio presenta varias limitaciones que deben considerarse al interpretar los datos. Primero, la muestra evaluada fue un 28% inferior a la estimada, por lo que el estudio no puede concluir sobre la situación de la vitamina A a nivel nacional. Nuestros resultados reflejan solamente la prevalencia de deficiencia de vitamina A en un grupo de población preescolar. Segundo, el estudio se realizó en la época de cosecha de mango (Mayo-Julio), lo cual podría generar una subestimación de la deficiencia de retinol, principalmente en las áreas rurales donde existe una alta disponibilidad de la fruta. Tercero, no se incluyeron marcadores de infecciones, por lo que la prevalencia de niños con niveles ≤ 20 $\mu\text{g/dl}$ podría estar sobrestimada, pues las concentraciones de retinol disminuyen durante los procesos infecciosos. De ahí que se haya discutido tan frecuentemente la validez de este punto de corte (12). Cuarto, no se evaluó la presencia de parásitos intestinales. La prevalencia de helmintiasis es menor al 2% en la población costarricense; sin embargo se desconoce la prevalencia de otros parásitos en la población infantil, como *Giardia intestinalis*, que podrían causar un síndrome de malabsorción. A pesar de estas limitaciones metodológicas, consideramos que el peso de las mismas en nuestros resultados no es significativo, por lo que estos pueden utilizarse para estimar la situación del status de vitamina en preescolares costarricenses y los factores condicionantes del mismo.

REFERENCIAS

1. Organización Panamericana de la salud. Indicadores para determinar la carencia de vitamina A y su aplicación en el seguimiento y la evaluación de los programas de intervención. OMS/NUT: Washington D.C., 1996.
2. Long K, Santos JJ. Vitamins and the regulation of the immune response. *Pediatr Infect Dis J* 1999; 18: 283-290.
3. National Research Council. Recommended Dietary Allowances. 10th Ed. National Academy Press: Washington DC, 1989.
4. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá/Oficina de Investigaciones Internacionales de los Institutos Nacionales de Salud./Ministerio de salud Pública. Evaluación nutricional de la población de Centro América y Panamá. Costa Rica, INCAP U-28, 1969.
5. Novygrodt RM. Encuesta sérica de vitamina A en población infantil costarricense. *Rev Med Hosp Nal Niños* 1983; 18: 31-39.
6. Ministerio de Salud. Encuesta nacional de vitamina A sérica en preescolares. Costa Rica, 1979.
7. Ministerio de Salud. Encuesta nacional de vitamina A sérica en preescolares. Costa Rica, 1981.
8. Ministerio de Salud. Encuesta nacional de nutrición. Evaluación dietética 1982, Costa Rica, 1986.
9. Fleiss JL. Statistical methods for rates and proportions. 2nd Ed, New York: Willey; 1981.
10. Dary O, Arroyave G. Determinación del retinol sanguíneo por cromatografía líquida de alta presión (HPLC). En: Manual para la fortificación de azúcar con vitamina A. Parte 3. Metodologías analíticas para el control y la evaluación de la fortificación de azúcar con vitamina A. 2ed. Guatemala: INCAP, USAD; 1996:39-47.
11. Landers G, Olson J. Absence of isomerization of retinyl palmitate, retinol, and retinol in chlorinated and nonchlorinated solvents under gold light. *J Assoc Off Anal Chem.* 1986; 69: 50-55.
12. Dary O. A need to specify criteria for interpretation of serum retinol. IVACG Workshop, France: October-November 2000.
13. Rodríguez A, Guzmán G, Nelson D. Estado nutricional de los niños de cinco provincias del Ecuador con respecto a la vitamina A. *Bol Oficina Sanit Panam* 1996; 120:117-123.
14. Nestel P, Melara A, Rosado J, Mora J. Vitamin A deficiency and anemia among children 12-71 months old in Honduras. *Pan Am J Public Health* 1999; 6:34-43.
15. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Encuesta nacional de micronutrientes, Guatemala, 1996.
16. Ministerio de Salud/ Inciensa. Encuesta nacional de nutrición. 3 Fascículo: Consumo Aparente. Costa Rica, 1996.
17. Caballero E, Rivera G, Nelson D. Encuesta nacional sobre vitamina A en Panamá. *Bol Oficina Sanit Panam* 1996; 120: 181-187.

Recibido:22-12-2000

Aceptado:28-05-2003

Efecto de la suplementación con cobre sobre los valores de presión arterial en pacientes con hipertensión moderada estable

Alarcón OM, Guerrero Y, Ramírez de Fernández M, D'Jesús I, Burguera M, Burguera JL y Di Bernardo ML.

IVAIQUIM -Instituto Andino Venezolano para la Investigación Química. Facultad de Ciencias -Laboratorio de Bioquímica y Nutrición. Escuela de Nutrición y Dietética. Facultad de Medicina. Universidad de Los Andes. Venezuela.

RESUMEN. La carencia de cobre (Cu) se asocia con cambios en la presión arterial. El efecto depende de la edad de inicio de la dieta carente de Cu. Si la carencia del elemento traza se inicia en la edad juvenil determina hipotensión. Cuando ella se inicia en animales adultos causa hipertensión. Se realizó un estudio de tipo «caso-control» para investigar el efecto de administrar 5 mg de Cu/día en 60 pacientes con hipertensión moderada estable, sin tratamiento farmacológico (grupo tratado) y se comparó con 60 pacientes hipertensos no sometidos a tratamiento con Cu (grupo testigo), quienes fueron agrupados por género, edad, peso corporal, consumo de cigarrillos, ingesta de calorías, grasas y sal (NaCl) y actividad física. La hipertensión se diagnosticó por la presencia de cifras de tensión >150/95 mm Hg. La edad, el peso corporal y los factores de riesgo fueron similares en promedio en ambos grupos. Los resultados sugieren la existencia de una carencia marginal del elemento traza en el 62% de los sujetos y demuestran que el Cu disminuye las presiones sistólica ($r = -0.963$) y diastólica ($r = -0.981$) en el grupo tratado ($p < 0.05$). Los pacientes del grupo testigo no mostraron cambios significativos en sus tensiones arteriales. Estos hallazgos indican una alteración funcional en la regulación de la presión arterial en el humano durante la carencia moderada de cobre y sugieren que el Cu se puede emplear en el tratamiento de la hipertensión arterial moderada estable. Investigaciones futuras son necesarias para determinar la extensión de esta influencia.

Palabras clave: Hipertensión arterial moderada estable tratada con cobre, carencia de cobre, hipertensión arterial, cobre.

SUMMARY. Effect of copper supplementation on blood pressure values in patients with stable moderate hypertension. Copper (Cu) deficiency is associated with changes in arterial pressure. The effect depends of the age of initiation of the copper-deficient diet. Copper deficiency started at a young age causes hypotension. When initiated in older or adult animals, copper deficiency can cause hypertension. A case-control study was carried out to investigate the effect of administrating 5 mg Cu/d in 60 subjects, both genders, with mild stable hypertension, pharmacologically untreated (treated group) and compared with 60 hypertensives (control group) who were matched by gender, age, body weight, smoking habits, calories, fat and salt intake (NaCl), and physical activity. Hypertension was diagnosed when the blood pressure was >150/95 mm Hg. Mean age, mean corporal weight and risk factors were similar in both groups. The results suggested the existence of a marginal deficiency of the trace element in 62% of subjects and demonstrated that Cu decreases systolic ($r = -0.963$) and diastolic ($r = -0.981$) blood pressures in treated group ($p < 0.05$). Control patients did not show significant changes in their arterial pressures. These findings indicate a functional alteration in human blood pressure regulation during mild copper depletion and suggest that Cu could be used in the treatment of stable moderate arterial hypertension. Further investigation is needed to determine the extent of this influence.

Key words: Stable moderate hypertension treated with copper, copper deficiency, arterial hypertension, copper.

INTRODUCCION

El cobre (Cu) es un elemento traza esencial comprometido en el mantenimiento de la estructura y función de diversas metaloenzimas (1,2) y necesario para el crecimiento corporal, los mecanismos de defensa del huésped, el mantenimiento de la estructura ósea, la maduración de las células sanguíneas de las series blanca y roja, el transporte del hierro, el metabolismo del colesterol, la contractilidad miocárdica, el metabolismo de la glucosa, el desarrollo y la función del cerebro (1,2). El cobre es esencial para la homeostasis cardiovascular (3). Sin embargo, su papel y el de las cuproenzimas en el control normal de la fisiología cardiovascular no está bien aclarado. La mayoría de los

estudios relacionados con el sistema cardiovascular se han enfocado sobre las lesiones anatómicas del corazón y de los grandes vasos inducidos por la carencia de cobre (4). En la actualidad, la atención se ha enfocado en los efectos de la carencia del metal sobre la microcirculación o sobre los pequeños vasos, que controlan el flujo sanguíneo y de nutrientes y el intercambio de productos de desecho a nivel capilar, y sobre la resistencia vascular periférica (3).

En base a estos estudios se conoce que el sistema cardiovascular es muy sensible a la carencia del metal. Uno de los efectos sistémicos de la deficiencia del cobre sobre el sistema cardiovascular es la alteración de la presión arterial. El efecto depende de la edad de inicio de la dieta carente en cobre. La carencia que se inicia en la juventud determina

hipotensión (5). Cuando se inicia en animales adultos o más viejos, causa hipertensión (6,7). Los posibles mecanismos para explicar estos hallazgos incluyen producción alterada de agentes vasoactivos, como las prostaglandinas (8) y alteraciones en la respuesta del músculo liso a estos agentes (5). Por su parte, Lukaski et al. (9) observaron una respuesta hipertensiva al hand-grip test en mujeres deficientes en cobre, lo que es atribuible a alteraciones en la función cardiovascular autónoma.

Trabajos previos también señalan que la carencia dietética de cobre produce diversos efectos vasculares, lo que sugiere una alteración en la función endotelial. Así tenemos que, la carencia de este metal disminuye la relajación del músculo liso dependiente de acetilcolina, histamina y nitroprusiato de sodio en segmentos de aorta de rata (10) y determina, en la rata, respuestas vasoconstrictoras alteradas de los grandes vasos a las catecolaminas (11) y a los agentes dependientes del endotelio (3,12). Saari (13) recientemente ha demostrado que la vasodilatación arteriolar dependiente del óxido nítrico (NO) está comprometida en ratas carentes en cobre. Este trabajo sugiere que el NO desempeña un papel significativo en el mantenimiento de la presión arterial basal en ratas alimentadas con una dieta adecuada en cobre, la cual se altera por la carencia del metal.

Existen pruebas de que una dieta rica en frutas, vegetales y cereales que contenga minerales protege contra las enfermedades cardiovasculares y la hipertensión (14-16). Karanja et al. (17) han demostrado que diversos bioelementos, entre ellos el cobre, protegen de igual manera contra la hiperlipidemia y la hipertensión arterial.

La falta de publicaciones en relación al efecto de la administración de cobre sobre las cifras de presión arterial en humanos normotensos e hipertensos, así como en animales de experimentación, motivó la presente investigación. El estudio pretende demostrar que una dieta suplementada con cobre disminuye los niveles de tensión arterial

en pacientes hipertensos estables con mayor intensidad que una dieta balanceada adecuada. Esto pudiera ser de menor costo para una terapia efectiva contra la enfermedad.

MATERIALES Y METODOS

Selección de los pacientes

El presente estudio experimental descriptivo, de tipo "caso-control" se realizó en la Escuela de Nutrición y Dietética, Facultad de Medicina (Universidad de Los Andes) conjuntamente con el Ambulatorio Belén de la Ciudad de Mérida (Venezuela). Se seleccionaron 180 pacientes, de los dos géneros, con edades comprendidas entre 25-58 años, que acudieron a la Consulta Externa del Ambulatorio Belén debido a una hipertensión moderada estable, no tratados farmacológicamente. Datos electrocardiográficos, clínicos,

radiológicos y de laboratorio se obtuvieron de todos los pacientes para conocer los factores misceláneos y la naturaleza de la hipertensión. Se registraron las tensiones arteriales en el brazo derecho en posición supina, después de descansar cómodamente, durante 10 minutos con un esfigmomanómetro de mercurio, marca Ryster, modelo de sobremesa, calibrado periódicamente. Las tensiones arteriales (sistólica y diastólica fase V de los sonidos de Korotkof) se registraron como la media de tres lecturas consecutivas. Los pacientes con un valor de urea sanguínea mayor de 40 mg/dL o incapaces de participar debido a otras razones fueron excluidos (p. ej. presencia de procesos inflamatorios e infecciosos agudos o crónicos y antecedentes de enfermedades gastrointestinales y hepáticas; n= 20). La hipertensión se diagnosticó por la presencia de tensiones arteriales sobre 150/95 mm Hg; la obesidad por un peso corporal de 10% o más sobre lo que se considera normal para la edad de los pacientes, el género y la talla y el tabaquismo por el consumo de uno o más cigarrillos por día. La ingesta de alcohol se consideró si excedía 20 g/semana como alcohol puro. La inactividad física se definió como menos de 1 Km de caminata durante las actividades diarias sin la realización de ningún ejercicio o deporte (14).

Plan de estudio

Después de firmar el consentimiento por escrito y un período libre de drogas de 2 semanas, se extrajo una muestra de sangre (5 mL) de las venas del antebrazo, para la determinación del Cu sérico y se registraron las tensiones arteriales. Los sujetos se dividieron al azar en dos grupos con características similares. A un grupo se le suministró diariamente una cápsula que contiene 5 mg de Cu ($\text{CuSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, p.a. Merck) y almidón c.s.p. 20 mg (grupo tratado) y al otro grupo se le suministró una cápsula placebo, que contiene almidón, c.s.p. 20 mg (grupo testigo) durante un período de 60 días.

Recolección de los datos

Se registraron las tensiones arteriales antes de ingresar al estudio y en las visitas semanales a todos los pacientes, hasta finalizar el período experimental; en estas visitas uno de los integrantes del equipo (GY) se encargó de suministrar a cada uno de los sujetos la cantidad de cápsulas (cobre o placebo) para el tratamiento semanal. Al finalizar el período experimental, se recolectó una nueva muestra de sangre para la determinación del Cu sérico. La toma de muestra de la sangre venosa siempre se realizó en los pacientes en ayunas, entre las 7:00 y las 9:00 am. La determinación de Cu en el suero sanguíneo se realizó por espectroscopia de absorción atómica, empleando un espectrofotómetro marca Varían modelo 1475, equipado con un nebulizador de impacto, lámparas de cátodo hueco marca Varían para Cu, y un

mechero con ranura 10 cm. para la llama de aire/acetileno, todo esto acoplado a un inyector para flujo continuo diseñado en nuestro laboratorio (18). Los niveles de Cu sérico en los hipertensos se compararon con los de 30 pacientes, de los dos géneros, normotensos sanos, dentro del mismo rango de edad, que acudieron a las instalaciones de la Cruz Roja en la ciudad de Mérida (Venezuela). Los valores de Cu sérico $<0,90 \mu\text{g/mL}$ (19) se escogieron como punto de corte para indicar una nutrición inadecuada (carencia marginal) de este elemento traza esencial. El consumo de calorías, grasas totales y sal (como NaCl) de los pacientes hipertensos de los dos grupos se calculó mediante el método del recordatorio de 48 h, al inicio y al final del período experimental.

Análisis estadístico

Todos los datos se expresan como medias \pm DE. Los datos se analizaron estadísticamente mediante análisis de regresión lineal simple y ANOVA de una vía. El test de Tukey se utilizó para comparar los promedios de los valores de las presiones sistólica y diastólica. Para el análisis de los datos se empleó el paquete estadístico Statgrafic 5.0 Plus. La diferencia significativa entre los valores del Cu sérico al inicio y al final del experimento se calculó mediante la t de Student. El nivel de significación estadística se determinó a $p<0,05$.

RESULTADOS

La edad, el peso corporal y el consumo de calorías, grasas totales y sal (como NaCl) de los pacientes hipertensos de los dos grupos se muestran en la Tabla 1. El análisis estadístico, mediante la t de Student, no demostró diferencias significativas al comparar los pacientes estudiados.

TABLA 1
Edad, peso corporal y consumo de energía, grasas y sal (NaCl) de los pacientes hipertensos.

Variables	Grupo tratado (n= 75)	Grupo testigo (n= 80)	p
Género	M= 60 F= 15	SM= 70 SF= 10	
Edad (años)	49,3 \pm 5,7	51,1 \pm 9,2	ns
Peso (Kg)	71,2 \pm 9,6	72,3 \pm 8,2	ns
Energía (KCal/d)	1983 \pm 168	1895 \pm 143	ns
Grasas totales (g)	28,7 \pm 0,39	27,3 \pm 0,48	ns
Sal (NaCl) (g)	7,32 \pm 1,29	7,03 \pm 1,38	ns

Los valores se expresan como promedio \pm DE.

M= masculino. F= femenino.

ns= no significativo

Cobre

Las modificaciones de los valores séricos de cobre (cupremia) en los pacientes hipertensos se muestran en la Tabla 2. La tabla muestra que la administración de Cu por vía oral determina un incremento significativo en la cupremia en el grupo tratado, al finalizar los 60 días de tratamiento. De acuerdo con el valor del punto de corte del Cu sérico $<0,90 \mu\text{g/mL}$ (19) cerca del 62% de los pacientes hipertensos, tratados o no, presentan un riesgo incrementado a padecer de una carencia marginal de Cu.

TABLA 2
Niveles séricos¹ de Cu en los pacientes hipertensos sometidos al estudio

Hipertensos	Muestra inicial (0 días)	Muestra final (60 días)
Grupo testigo (n= 80)	0,98 \pm 0,12 (0,80-1,12)	0,97 \pm 0,15 (0,82-1,12)
Grupo tratado (n= 75)	0,99 \pm 0,13 (0,82-1,16)	1,17 \pm 0,35 ^a (0,99-1,35)
Normotensos (n= 30)	1,50 \pm 0,16 ^b (1,08-2,09)	

¹ $\mu\text{g/mL}$ (promedios \pm DE).

^a $p<0,05$ estadísticamente significativo, al comparar el grupo hipertenso tratado con el testigo.

^b $p<0,05$ estadísticamente significativo, al comparar con los pacientes hipertensos tratados y testigos.

() valores máximos y mínimos.

Presiones arteriales

Los resultados de comparar los valores de los valores de la presión arterial al inicio (0 días) y al final (60 días) del período experimental se muestran en la Tabla 3. Se observa que en los hipertensos tratados con Cu por vía oral, los valores de las tensiones sistólica (TS) y diastólica (TD) disminuyen significativamente ($p<0,05$) al finalizar los dos meses de tratamiento. Los resultados obtenidos del modelo de regresión simple ($y= a+b*X$, donde X= tiempo en días) para describir la relación entre los valores de las tensiones al final del experimento (60 días) y las dosis suministradas de cobre se indican a continuación. Para TS: $y = 153,20-0,65x$; $r= -0,963$ y $R^2 = 92,72\%$. El valor del estadístico R^2 indica que el modelo como se ajustó explica el 92,72% de la variabilidad de los valores de la TS, al cabo de 2 meses de tratamiento. El coeficiente de correlación (r) igual a $-0,963$ indica que existe una relación relativamente fuerte ($p>0,05$) e inversamente proporcional entre las variables (valores de TS vs tiempo). La ecuación del modelo de regresión lineal para la TD: $y= 105,22-0,46x$; $r= -0,981$ y el valor del estadístico $R^2 = 96,25\%$. El valor del estadístico R^2 indica que el modelo explica el 96,25% de la variabilidad de la TD al cabo de 60

días de tratamiento. El coeficiente de correlación (r) igual a $-0,981$ indica que existe una relación moderadamente fuerte e inversamente proporcional entre las variables ($p < 0,05$). Los pacientes del grupo testigo no mostraron cambios significativos en sus cifras de tensión al finalizar la fase experimental. En este caso, el análisis de regresión mostró los siguientes resultados: Para TS, la ecuación del modelo de regresión lineal fue $y = 153,8 - 0,02x$ ($r = -0,364$; $R^2 = 13,20\%$) y para TD $y = 106,6 - 0,013x$ ($r = -0,707$; $R^2 = 0,500$).

TABLA 3
Valores de presión arterial de los grupos tratado y testigo

Tiempo (días)	Grupo	Tratado	Grupo	Testigo
	TS	N= 75 TD	N= 80 TS	TD
0	158±17	106±14	155±16	107±13
15	140±11	98±9	153±15	106±12
30	131±13 ^{ab}	92±6 ^{ab}	152±14	106±13
45	121±3 ^{ab}	81±3 ^{ab}	152±15	106±15
60	119±3 ^{ab}	80±1 ^{ab}	154±16	106±17

Los resultados se expresan en mm Hg (promedios±DE). TS= Tensión sistólica. TD= Tensión diastólica.

^a $p < 0,05$ estadísticamente significativo al comparar con el grupo testigo.

^b $p < 0,05$ estadísticamente significativo al comparar con el valor inicial (0 días).

DISCUSION

De los resultados obtenidos se puede deducir claramente que los valores promedio de Cu en el suero sanguíneo de los pacientes hipertensos son significativamente ($p < 0,05$) menores que los de los pacientes normotensos sanos. El valor de cobre sérico $< 0,90 \mu\text{g/mL}$ (19) sugiere un riesgo incrementado de carencia marginal de cobre en un gran porcentaje de los pacientes hipertensos. Generalmente se considera que la deficiencia de cobre no es un problema en los humanos porque el metal se encuentra ampliamente distribuido en los alimentos que sirven como base para la mayoría de las dietas en todo el mundo. Es más, los requisitos diarios señalados para este elemento traza son tan bajos que se ha sugerido que la deficiencia de Cu no ocurre, incluso con las dietas de peor calidad (20). Sin embargo, en la actualidad se conoce que la deficiencia de cobre en los seres humanos ocurre (4), aunque la magnitud del problema, así como su naturaleza y su frecuencia en la población en general, deberán ser establecidas. Por consiguiente, es necesario documentar de una manera más adecuada esta condición clínica mediante la determinación de la actividad sérica y tisular de diversas cuproenzimas en estos pacientes. De

acuerdo con Milne (21) la actividad de las cuproenzimas de las células sanguíneas, como la superóxido dismutasa eritrocitaria y la citocromo c oxidasa plaquetaria, pueden ser mejores indicadores del Cu metabólicamente activo y de sus depósitos corporales que las concentraciones plasmáticas del Cu o de la ceruloplasmina.

En relación con la dosis administrada, se ha señalado que un adulto humano promedio ingiere cerca de 1 mg de Cu/día en la dieta, la mitad de lo cual se absorbe (2). Un Comité de Especialistas de la Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda 30 μg de Cu/kg/día para el adulto, que equivale aproximadamente a 2 mg/día (22). El ingreso alimentario para este elemento traza fue establecido entre 1,5-3,0 mg/día para los adultos y el nivel de ingreso tolerable más alto (UL) de Cu es de 10.000 μg /día (10 mg/día) (23). La dosis suministrada a los pacientes hipertensos se encuentra por debajo del UL, que se define como "el nivel más elevado del ingreso diario de un nutriente que es muy posible no tenga riesgo de efectos dañinos para casi todos los individuos en la población en general" (23). Los ingresos por arriba del UL, incrementan el riesgo de efectos dañinos no deseables en el individuo. No obstante, en 5 de los pacientes, se presentaron alteraciones agudas del tracto gastrointestinal (náuseas, vómitos, dolor abdominal) por cuyo motivo se excluyeron del estudio.

Los resultados del presente estudio demuestran que la administración oral de Cu (5 mg/día) disminuye significativamente ($p < 0,05$) los niveles de presión arterial, tanto sistólica como diastólica, en los pacientes hipertensos tratados, al comparar con el correspondiente grupo testigo, y que esta disminución aumenta con el tiempo de administración del elemento traza. Esta observación está de acuerdo con los trabajos previos de Singh et al. (14) quienes evaluaron en hombres hipertensos el efecto de la ingesta diaria de 0.5 a 1 kg./día de guayaba, que contiene altas cantidades de minerales, el Cu entre ellos. Este estudio sugiere que los cambios en los valores de la presión arterial notados en los hipertensos pueden atribuirse al consumo dietético aumentado de cobre. Sin embargo, el papel de otros nutrientes diferentes al cobre, proporcionados por la guayaba, no puede ser completamente excluido como una causa de estos cambios beneficiosos en los niveles de presión arterial. Es posible que el consumo alimentario incrementado de potasio y de cobre a través de la guayaba pueda reducir sustancialmente las presiones sanguíneas en los hipertensos estudiados. Por su parte, Bergomi et al. (24) y Vivoli et al. (25) han señalado que un desbalance en el status corporal del Cu pudiese estar involucrado en la patogenia de la hipertensión arterial humana.

Nuestros resultados están en contradicción con los de Sparrow et al. (26) y Taittonen et al. (27) quienes han

informado que el Cu no presenta ninguna correlación significativa con los valores de presión arterial. Es de hacer notar que estos investigadores realizaron sus estudios en niños y adolescentes sanos, entre 7 y 14 años de edad respectivamente, mientras que nuestra población corresponde a adultos con hipertensión arterial moderada estable. En ratas mantenidas con dietas carentes y/o adecuadas con cobre, Lear *et al.* (28) tampoco pudieron detectar diferencias significativas en cuanto los promedios de presión arterial, frecuencia cardíaca y respuestas a la administración intravenosa de angiotensina II, fenilefedrina y acetilcolina. Como un hallazgo importante se ha informado que ciertos estudios de población realizados demuestran una correlación positiva entre la presión sanguínea sistólica y la excreción urinaria de cobre (29).

CONCLUSION

La administración de cobre (5 mg/d) a los pacientes hipertensos reduce significativamente los valores de las presiones sistólica y diastólica, respectivamente. Este hallazgo indica una alteración funcional en la regulación de la presión arterial durante la carencia moderada de cobre y sugiere que el Cu se puede emplear en el tratamiento de la hipertensión arterial moderada estable. Investigaciones futuras son necesarias para determinar la extensión de esta influencia.

REFERENCIAS

- Schumann K, Classen HG, Dieter HH, König J, Multhaupt G, Rukgauer M, Summer KH, Bernhardt J, Biesalski HK. Hohenheim consensus workshop: copper. *Eur J Clin Nutr* 2002; 56: 469-483.
- Harris ED. Copper. En: *Handbook of Nutritionally Essential Mineral Elements*. O'Dell BL, Sunde R (Eds.). Marcel Dekker. New York. 1997. Pp. 231-273.
- Schuschke, D. Dietary copper in the physiology of the microcirculation. *J Nutr* 1997; 127: 2274-2281.
- Klevay LM. Cardiovascular disease from copper deficiency-A history. *J Nutr* 2000; 130 (2S Suppl): 489S-492S).
- Saari JT, Schuschke DA. Cardiovascular effects of dietary copper deficiency. *BioFactors* 1999; 10: 359-375.
- Klevay LM. Hypertension in rats due to copper deficiency. *Nutr Rep Int* 1987; 35: 999-1005.
- Medeiros DM. Hypertension in the Wistar-Kyoto rat as a result of post-weaning copper restriction. *Nutr Res* 1987; 7: 231-235.
- Nelson SK, Huang CJ, Mathias MM, Allen KGD. Copper-marginal and copper-deficient diets decrease aortic prostacyclin production and copper-dependent superoxide dismutase activity, and increase aortic lipid peroxidation in rats. *J Nutr* 1992; 122: 2101-2108.
- Lukaski HC, Klevay LM, Milne DB. Effect of dietary copper on human autonomic cardiovascular function. *Eur J Appl Physiol* 1988; 58: 74-80.
- Saari JT. Dietary copper deficiency and endothelium-dependent relaxation of rat aorta. *Proc Soc Exp Biol Med* 1992; 200: 19-24.
- Kitano S. Membrane and contractile properties of rat vascular tissue in copper-deficient conditions. *Circ Res* 1980; 46: 681-689.
- Lynch SM, Frei B, Morrow JD, Roberts LJ, Xu A, Jackson T, Reyna R, Klevay LM, Vita JA, Keaney JF Jr. Vascular superoxide dismutase deficiency impairs endothelial vasodilator function through direct inactivation of nitric oxide and increased lipid peroxidation. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 1997; 17: 2975-2981.
- Saari JT. Dietary copper deficiency reduces the elevation of blood pressure caused by nitric oxide synthase inhibition in rats. *Pharmacology* 2002; 65: 141-144.
- Singh RB, Sharma VK, Singh R, Rastogi SS. Does increased consumption of dietary copper decrease blood lipids?. *Trace Elem Med* 1992; 9: 28-33.
- Arntzenius AC, Kromhout D, Barth JD, Reiber JH, Bruschke AV, Buis B, van Gent CM, Kempen-Voogd N, Strikwerda S, van der Velde EA. Diet, lipoproteins, and the progression of coronary atherosclerosis. *The Leiden Intervention Trial*. *N Engl J Med* 1985; 312: 805-811.
- Acheson RM, Williams DR. Does consumption of fruits and vegetables protect against disease?. *Lancet* 1983; 1:1191-1195.
- Karanja N, Morris CD, Illingworth DR, McCarron DA. Plasma lipids and hypertension: response to calcium supplementation. *Am J Clin Nutr* 1987; 45: 60-65.
- Burguera JL (Ed.) *Flow Injection Atomic Spectroscopy*. Marcel Dekker, New York, 1989. p. 298.
- Cordano A. Clinical manifestations of nutritional copper deficiency in infants and children. *Am J Clin Nutr* 1998; 67 (Suppl): 1012S-1016S.
- Williams D. Copper deficiency in humans. *Semin Hematol* 1983; 20: 118-128.
- Milne DB. Copper intake and assessment of copper status. *Am J Clin Nutr* 1998; (suppl) 67: 1041S-1045S.
- WHO (World Health Organization). *Trace Elements in Human Nutrition and Health*. Geneva. World Health Organization. 1996.
- Food and Nutrition Board. *Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc*. Institute of Medicine. National Academy Press. Washington, D.C. 2001. pp.S5-S7.
- Bergomi M, Rovesti S, Vinceti M, Vivoli R, Caselgrandi E, Vivoli G. Zinc and copper status and blood pressure. *J Trace Elem Med Biol* 1997; 11: 166-169.
- Vivoli G, Bergomi M, Rovesti S, Pinotti M, Caselgrandi E. Zinc, copper, and zinc- or copper-dependent enzymes in human hypertension. *Biol Trace Elem Res* 1995; 49: 97-106.
- Sparrow D, Sharrett AR, Garvey AJ, Craun GF, Silbert JE. Trace metals in drinking water: lack of influence on blood pressure. *J Chronic Dis* 1984; 37: 59-65.
- Taittonen L, Nuutinen M, Rasanen L, Mussalo-Rauhamaa H, Turtinen J, Uhari M. Lack of association between copper, zinc, selenium and blood pressure among healthy children. *J Hum Hypertens* 1997; 11: 429-433.

28. Lear PM, Heller LJ, Prohaska JR. Atria and ventricles of copper-deficient rats exhibit similar hypertrophy and similar altered biochemical characteristics. *Proc Soc Exp Biol Med* 1997; 212: 377-385.
29. Staessen J, Sartor F, Roels H, Bulpitt CJ, Claeys F, Ducoffre G, Fagard R, Lauwerijs R, Lijnen P, Rondia D. et al. The association between blood pressure, calcium and other divalent cations: a population study. *J Hum Hypertens*. 1991; 5:485-494.

Recibido:16-08-2002

Aceptado:21-04-2003

Microbiological contamination of enteral feeding solutions used in Costa Rican Hospitals

Maria Laura Arias, Rafael Monge y Carolina Chávez

Facultad de Microbiología, Universidad de Costa Rica. Instituto Costarricense de Investigación y Enseñanza en Nutrición y Salud

SUMMARY. Enteral feeding is the most common and preferred modality for providing nutritional support to hospital patients with a functional gastrointestinal tract that can not satisfy their nutritional requirements. Nevertheless, enteral feeding may be an important cause of bacterial infection. The aim of this study was to evaluate the microbial contamination level of enteral feedings distributed in Costa Rican hospitals. A total of 124 samples of enteral feeding, coming from five different hospitals from San José, Costa Rica, were evaluated during the second semester of 1997 and first of 1998 for the presence and identification of total and fecal coliforms, *Pseudomonas* sp. and *Listeria* sp. A subpopulation of the *Pseudomonas* isolated was analyzed for their antibiotic susceptibility patterns. The concentration of Gram negative rods in the samples of enteral feeding solutions ranged from 10^3 to 10^7 CFU/mL, markedly exceeding the permissible level (10^2 CFU/mL or less). The coliforms most frequently isolated included *Enterobacter cloacae*, *Escherichia coli*, *Serratia* sp. and *Klebsiella pneumoniae*. *Pseudomonas* sp. was isolated in more than 70% of the samples made from commercial based solutions, fruits and vegetables. *P. aeruginosa* and *P. fluorescens* were the species most frequently isolated. *Listeria* sp. was not isolated from enteral solutions samples. The results obtained demonstrate that it is urgent to assure strict hygiene during the preparation and handling of all enteral feed in order to avoid bacterial growth. The implementation of HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points) system will be required in a near future for better quality control of enteral nutrition mixtures.

Key words: Enteral feeding, microbiological contamination, *Pseudomonas*, *Listeria*, coliforms.

RESUMEN. Contaminación microbiana de soluciones de alimentación enteral en hospitales costarricenses. El objetivo de este estudio fue evaluar el nivel de contaminación microbiana presente en fórmulas de alimentación enteral distribuidas en hospitales costarricenses. Durante el segundo semestre de 1997 se evaluó la presencia de coliformos totales y fecales, *Pseudomonas* sp. y *Listeria* sp. en 124 muestras de alimentación enteral provenientes de cinco diferentes hospitales de San José, Costa Rica. También, se determinó el patrón de sensibilidad a los antibióticos a una subpoblación de *Pseudomonas* sp. La concentración de bacilos Gram negativos en las muestras de soluciones enterales osciló entre 10^3 y 10^7 UFC/ml, excediendo de manera importante el límite permisible (10^2 UFC/ml o menos). Los coliformos aislados con mayor frecuencia incluyeron *Enterobacter cloacae*, *Escherichia coli*, *Serratia* sp. y *Klebsiella pneumoniae*. *Pseudomonas* sp. fue aislada en más del 70% de las muestras hechas a partir de soluciones comerciales, frutas y vegetales. *P. aeruginosa* y *P. fluorescens* fueron las especies aisladas con mayor frecuencia. No se aisló *Listeria* sp. a partir de las muestras evaluadas. Los resultados obtenidos demuestran que es urgente el asegurar una higiene estricta durante la preparación y manipulación de la alimentación enteral, de manera que se controle el crecimiento bacteriano. Es necesaria la implementación del sistema ARPCC (Análisis de Riesgos y Puntos Críticos de Control) en un corto tiempo con el fin de asegurar un mejor control de calidad de las mezclas de nutrición enteral. **Palabras clave:** Alimentación enteral, contaminación microbiana, *Pseudomonas*, *Listeria*, coliformos.

INTRODUCTION

Enteral feeding is the most common and preferred modality for providing nutritional support to hospital patients with a functional gastrointestinal tract that can not satisfy their nutritional requirements, due to an inadequate oral intake of energy and nutrients (1).

Complications occurring during enteral nutrition have been considered traditionally to be rare and essentially non-infectious. As a consequence, infection control procedures during preparation and administration of enteral feeding solutions have been less assiduous than for parenteral nutrition (2).

Nevertheless, markedly contaminated enteral feed, containing 10^3 to 10^9 Gram negative bacilli/mL, has been reported to cause, not only diarrhea, but also sepsis, pneumonia and urinary tract infections (3-6). Also, considerable evidence indicates that enteral feeding contaminated with bacteria may be cause of severe nosocomial infection (2).

Several factors contribute to the development of these infections in hospitalary patients, including the fact that the resistance of the digestive tract to bacteria acquired orally is reduced considerably because of different situations, such as stress, severe illness, antibiotic treatment and antacids or histamine type 2 blockers (2,7).

In Costa Rica, the prevalence of nosocomial infections is very high, around 10% (8), however, little attention seems to be paid to the microbiological quality of enteral feeding solutions. The aim of this study was to evaluate the microbial contamination level of enteral feedings used in Costa Rican hospitals, including the identification of Gram negative rods and the antibiotic susceptibility patterns present in the *Pseudomonaceae* isolated.

MATERIALS AND METHODS

From July 1997 to June 1998, 124 samples of enteral feeding, coming from the five major hospitals from San José, Costa Rica, were evaluated for the presence of total and fecal coliforms, *Pseudomonas* sp. and *Listeria* sp. Samples were randomly taken at the nutritional hospitalary services, from the food daily supplied to patients that need this kind of nutritional support.

The methodology used in the sample analysis is the one described by Vanderzant and Splittstoesser for the analysis of microorganisms in food (9). Briefly, for the isolation of *Listeria*, 25 g of each sample were transferred to 225 mL UVM broth (University of Vermont modified *Listeria* enrichment broth) and incubated for 22 +/- 2 h at 30°C. After this, 0.1 mL was transferred to 10 mL Fraser broth and incubated at 37°C for 24 +/- 2 h. After the enrichment, a loop was streaked on the surface of Oxford agar, incubated at 37°C for 48 h and evaluated for the presence of typical *Listeria* colonies. These were confirmed by Henry illumination, morphology and Gram staining, motility, hemolysis properties, CAMP (Christie, Atkins and Munch-Peterson) behavior with *Staphylococcus aureus*, xylose and rhamnose utilization.

For the total and fecal coliforms quantification, ten fold

dilutions were prepared with sterile peptonated water (PW), 0.1%. From each dilution, a 1 mL aliquot was spreaded in bile-red-violet agar (Oxoid), covered with additional layer of agar and incubated at 37°C for 48 h for total coliforms and 44.5°C at 24 h for fecal coliforms. Coliform species identification was done using API® system 20E for Enterobacteriaceae.

The isolation and quantification of *Pseudomonas* sp. was done using F agar (Oxoid) and the biochemical confirmation included the oxidase, catalase, triple-sugar-iron (TSI), and fermentation/utilization of carbohydrates assays.

A subpopulation of the *Pseudomonas* isolated was analyzed for their antibiotic susceptibility patterns. A Biomerieux Vitek was used, and the antibiotics tested included amikacin, aztreonam, ceftazidime, ciprofloxacin, gentamicin, imipenem, mezlocillin, piperacillin, ticarcillin and tobramycin.

Data were analyzed using ANOVA, available in the SPSS package, version 6.0.1.

RESULTS

A total of 124 enteral feeding solutions were evaluated for the presence of different bacteria. 50% of the samples were made out from commercial bases (Ensure®), and the other 50% were solutions prepared at the nutritional hospital services with either fresh fruits (18%), cooked vegetables (27%), meat broth (2%) or milk (3%). The average temperature of the samples at the collection time was of 25-30°C and the average pH was of 5.9 ± 1.

The concentration of Gram negative rods found in the samples of enteral feeding solutions ranged from 10³ to 10⁷ CFU/mL (Table 1), markedly exceeding the permissible level (10² CFU/mL or less) determined by Anderton *et al.* in England (10).

TABLE 1
Levels of Gram negative bacteria found in enteral feeding solutions

Enteral feeding solution	Total Coliforms (CFU/ml)	Fecal Coliforms (CFU/ml)	<i>Pseudomonas</i> sp. (CFU/ml)
Ensure based solutions	2.5X10 ⁶ ± 1.1X10 ⁷	2.3X10 ⁵ ± 1.1X10 ⁷	1.1X10 ⁵ ± 1.2X10 ⁵
Fresh fruits based solutions	4.4X10 ⁵ ± 1.5X10 ⁶	4.3X10 ⁵ ± 1.4X10 ⁶	3.4X10 ⁵ ± 1.4X10 ⁶
Cooked vegetables based solutions	4.9X10 ⁶ ± 1.6X10 ⁷	1.4X10 ⁶ ± 1.0X10 ⁶	6.4X10 ⁶ ± 1.9X10 ⁷
Meat broth based solutions	2.2X10 ⁷ ± 3.7X10 ⁷	2.1X10 ⁶ ± 1.7X10 ⁶	3.6X10 ⁵ ± 2.2X10 ⁴
Milk based solutions	1.6X10 ⁶ ± 3.2X10 ⁶	1.0X10 ⁴ ± 1.0X10 ²	1.6X10 ⁶ ± 1.2X10 ⁶

Just 20% of the samples analyzed satisfied the mentioned recommendation. There were no significant differences between the levels of Gram negative bacilli found in the different samples analyzed nor among the hospitals evaluated.

The coliforms most frequently isolated are listed in Table 2. From the overall isolates obtained (n=108), 27% corresponded to *Enterobacter cloacae*, 11% to *Escherichia coli*, 8% to *Serratia* sp., 5% to *Klebsiella pneumoniae* and 4.6% to *Enterobacter* sp. From the total isolates of *E. cloacae* (n=29), 38% were obtained from commercial based enteral feeding samples, 17% from vegetable based samples and 14% from the other solutions. 71% (n=5) of the *E. agglomerans*, and 31% (n=5) of the *Klebsiella pneumoniae* isolates were done from the commercial based solutions. This last Gram negative bacilli was also identified from 25% (n=4) of the isolates done from enteral feeding solution samples elaborated from fruits and 31% (n=5) from the ones containing cooked vegetables.

TABLE 2
Prevalence of coliforms isolated from enteral formulas

Bacteria	Number of isolations	%
<i>Enterobacter</i> sp.	5	4.6
<i>Enterobacter cloacae</i>	29	27.0
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	16	15.0
<i>Klebsiella oxytoca</i>	4	4.0
<i>Citrobacter freundii</i>	3	3.0
<i>Enterobacter agglomerans</i>	7	6.6
<i>Serratia</i> sp.	9	8.3
<i>E. coli</i>	12	11.3
<i>E. harmanni</i>	2	2.0
CDC Ent Group 41	2	2.0
<i>Kluyvera</i>	2	2.0
Non identified	15	14.2
Total	108	100.0

E. coli was identified in 33% (n=44) of the isolates made from commercial based solutions, in 67% (n=5) of the isolates made from fruit based enteral feeding solution samples and 17% (n=5) of the isolates made from the cooked vegetables based solutions. *Serratia* sp. was identified in 33% (n=3) of the isolates realized from commercial based solutions and in 44% (n=4) of the isolates made out from meat broth or milk prepared solutions.

Pseudomonas sp. was isolated in more than 70% of the samples made from commercial based solutions, fruits and vegetables. *P. aeruginosa* and *P. fluorescens* were the species most frequently isolated. The levels of this bacteria ranged from 10^4 to 10^7 CFU/mL (Table 1). There were no significant differences between the levels of this microorganism in the different formulas ($p > 0.05$). From the total number of

Pseudomonas strains evaluated for antibiotics sensibility (n=30), 100% were resistant to aztreonam and ticarcillin, and 28% to mezlocillin. All strains were sensible to the other antibiotics tested.

Listeria sp. was not isolated from any of the solutions analyzed.

DISCUSSION

Enteral feeding solutions contaminated with numbers of Gram negative bacilli ranging from 10^3 to 10^9 CFU/ml have been reported as cause of various clinical symptoms (3-6). Although the number of bacteria needed for causing clinical signs and symptoms of diarrhea is unknown, patients that receive this kind of nutritional support present a bigger vulnerability to different pathogens. When a patient is immunocompromised or receiving antibiotic treatment, the number of bacteria needed for colonizing the intestine and developing infection may be considerably lower (11,12). Some researchers have reported that 10^4 organisms/mL of feed are enough to result in colonization (13). The average counts of total and fecal coliforms and *Pseudomonas* found in this study are very high, indicating that enteral feeding may be an important infectious focus for hospitalary patients. This is more critical due to the fact that some of the *Pseudomonas* strains isolated present resistance to some of the common antibiotics used in the clinical management of these patients.

The presence of total coliforms in samples receiving heat treatment (including vegetables, meat broth and milk) or commercial based samples (Ensure®) shows up important hygiene deficiencies, since these bacilli are thermolabile, so its presence is unjustified.

The presence and association of *E. cloacae*, *E. agglomerans* and *K. pneumoniae* with bloodstream or gastrointestinal infections has been reported in other studies (2,7). Their presence in this study is relevant, since *Pseudomonas* and these Gram negative bacilli constitute the principal causative agent of intrahospitalary infections in Costa Rica (8).

The presence of fecal coliforms in enteral feeding solutions represents a risk for the health of these patients due to the possible presence and transmission of enteric pathogens (9). From the five different hospitals evaluated, none presented an adequate number of fecal coliforms in their enteral feeding solutions.

Pseudomonas sp. represents a real problem for patients receiving this kind of nutritional support. The numbers of *Pseudomonas* isolated from each kind of solution analyzed were quite big, and the most common species identified were *P. aeruginosa* and *P. fluorescens*. Although this is a widespread bacteria, it is one of the most important causes of invasive infection in compromised patients. Also, of the

pathogenic bacteria, *P. aeruginosa* is the organism most consistently resistant to antimicrobics (14). A possible source of these bacteria may be water used either for the hygiene of equipment or for the reconstitution of commercial bases, since the isolation of *Pseudomonas* sp. from hospitalary water has been reported in Costa Rica (Mora D. Unpublished data).

Listeria sp. was not isolated from the samples analyzed. This may be interpreted as a slight improvement in the Costa Rican nutrition hospitalary services, since an earlier work reports a 17% isolation of this bacteria from enteral feeding (15). The other indicators evaluated did not show any improvement according to earlier work.

Casewell has pointed out that the bacteriological hazard of contaminated feed may not be only for individual patients who suffer gastroenteritis, colonization or other infection (16). It is also possible that feeds contaminated with Gram negative bacilli bearing plasmids that confer multiple antibiotic resistance may provide new fecal reservoirs for dissemination of these organisms among groups of high-risk patients. Levy *et al.* (5) have shown that the plasmid profile of Gram negative enteric pathogens recovered from enteral nutrition remained identical for several months, indicating long lasting contamination with a limited number of strains (6).

It is important to analyze the origin of all this contamination, in order to suggest possible solutions. Muytjens *et al.* strongly suggest that contamination of feed ingredients themselves may provide the source of pathogenic microorganisms (17). Several studies indicate that fruits and vegetables used in hospital food services carry Gram negative bacteria such as *P. aeruginosa*, *Klebsiella* or *Enterobacter* species (2). Nevertheless, these microorganisms are thermolabile and sensible to disinfecting agents of common use in the hospital kitchen, therefore, its presence in enteral solutions suggests inadequate manipulation procedures. In commercial based preparations, the only possible contamination source is due to bad manufacturing practices. Nevertheless, studies by Simmons *et al.* and by Muytjens *et al.* suggest that the contaminating bacteria might be present in the powdered ingredients (17,18).

Previous studies support that the incidence of formula contamination is directly related to the degree of manipulation required for its preparation (10). However, in this study no differences in the levels of contamination of the formulas were observed. Complex preparations such as those prepared with fruits or cooked vegetables showed contamination levels as high as the ones present in the commercial based solutions (Ensure®). This may be reflex of inadequate preparation conditions of the solutions in the hospitalary services, since there is no defined and exclusive area assigned for their elaboration. The equipment is shared for the manufacture of other preparations and the personal does not have adequate training in the field.

In spite of the contamination origin, it is urgent to assure strict hygiene during the preparation and handling of all enteral feed in order to avoid bacterial growth. Anderton has shown that bacteria may survive and multiply even in feeds with low pH and high osmolarity (19). The implementation of HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points) system is required for assuring better quality control of enteral nutrition mixtures.

ACKNOWLEDGEMENTS

We want to thank Laura Villalobos for the technical support and the Nutritional Hospitalary Services for the samples supplied. This research received support from the Office of the Vicepresident for Research, University of Costa Rica, project 430-97-247.

REFERENCES

1. Ontario Dietetic Association. Nutritional Care Manual. 6th. Ed. The Ontario Hospital Association, 1995;1-180.
2. Levy J. Enteral nutrition: an increasingly recognized cause of nosocomial bloodstream infection. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 1984; 9: 395-397.
3. Casewell MW, Cooper JE, Webster M. Enteral feeds contaminated with *Enterobacter cloacae* as a cause of septicaemia. *B.M.J.* 1981;282: 973.
4. Thurn J, Crossley K, Gerdtz A. Enteral hyperalimentation as a source of nosocomial infection. *J Hosp Infect.* 1990;15:203-217.
5. Levy J, Laethem YV, Verhaegen G. Contaminated enteral nutrition solutions as a cause of nosocomial blood stream infection: a study using plasmid fingerprinting. *J Parenter Enteral Nutr.* 1989;13: 228-234.
6. Ole S, Kamiyo A, Hirogana K, Koshiro A. Microbial contamination of enteral feeding solution and its prevention. *Am.J. Infect. Control* 20: 202-205, 1992.
7. Lalueza B, Rodríguez V, Robles A. The contamination of enteral nutrition in critical patients. *Nut Hosp.* 1994;9:18-26.
8. Comisión Gerencial de Prevención y Control de Infecciones Intrahospitalarias. Prevalencia Nacional de infecciones intrahospitalarias. Costa Rica: CCSS, 1997;1-15.
9. Vanderzant C & Splittstoesser D. Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHA, Washington, 317 p, 1992.
10. Anderton A, Howard JP, Scott DW. Microbiological control in enteral feeding. *Hum Appl Nutr.* 1986;40:163-167.
11. Belknap D, Davidson L, Flournoy D, Parker D. Contamination of enteral feedings and diarrhea in patients in intensive care units. *Heart Lung* 1990;19:362-370.
12. Remington JS, Schimpff SC. Occasional notes: please don't eat salads. *N. Engl. J. Med.* 304: 343-345, 1981.
13. Anderton A, Aidoo C. The effect of handling procedures on microbial contamination of enteral feeds. *J Hosp Infect.* 1988;11: 364-372.

14. Sherris J. Medical Microbiology. Elsevier, Washington, 991 p, 1990.
15. Arias ML, Monge R, Rodríguez J. Presencia de coliformes totales, *Escherichia coli* y *Listeria* sp. en fórmulas enterales. Arch Lat Nutric. 1998;48:68-71.
- 16 Casewall MV. Bacteriological hazards of contaminated enteral feeds. J Hosp Infection 1982;2: 329-331.
17. Muytjens HL, Roelofs-Willems H, Jaspar GH. Quality of powdered substitutes for breast milk with regards to members of the family Enterobacteriaceae. J Clin Microb. 1988;26:743-746.
18. Simmons BP, Gelfand MS, Haas M . *Enterobacter sakazakii*: infections in neonates associated with intrinsic contamination of a powdered infant formula. Infect Control Hosp Epidemiol. 1989;10: 398-401.
19. Anderton A. Growth of bacteria in enteral feeding solutions. J Med Microbiol. 1985;20: 63-68.

Recibido:12-06-2001

Aceptado:08-05-2003

Evaluación microbiológica y fisicoquímica de néctares pasteurizados elaborados con pulpa de tomate de árbol (*Cyphomandra betaceae* Sendth)

Mario José Moreno Alvarez, Nathaly Girán, Karla Serrano, David García y Douglas R. Belén Camacho

Laboratorio de Biomoléculas, Ingeniería de Alimentos, Universidad Simón Rodríguez, Canoabo, Estado Carabobo, Venezuela

RESUMEN. El tomate de árbol (*Cyphomandra betaceae* Sendth) es una especie originaria de las regiones tropicales altas. En Venezuela se cultiva en los estados andinos y Aragua, sin embargo su consumo está restringido como fruto fresco a pesar de su potencial agroindustrial y alimentario en especial como fuente de provitamina A. El objetivo de esta investigación es la elaboración de cuatro néctares acondicionados con ácido ascórbico (I: 0%; II: 0,5%; III: 1,0 y IV: 1,5%) con una relación de 1 L de pulpa: 4 L de agua (1:4). Los néctares pasteurizados (60°C durante 30 min) se conservaron bajo refrigeración a $7,0 \pm 1,0^\circ\text{C}$ en envases ámbar de 250 mL. Se evaluaron semanalmente durante 21 días bacterias mesófilas, hongos, levaduras, coliformes totales (NMP/mL), pH, °Brix, acidez titulable, carotenoides totales, vitamina C y azúcares totales. El recuento de bacterias mesófilas para todas las formulaciones en el primer día evaluado fue < 200 UFC/mL. Los recuentos de hongos y levaduras fueron < 10 UFC/mL y para el NMP/mL de coliformes totales fue < 3 hasta la tercera evaluación. No se determinaron diferencias significativas ($P > 0,05$) en los parámetros: pH, °Brix y azúcares totales. Se determinaron diferencias significativas en el contenido de vitamina C y carotenoides totales ($P < 0,05$). Las evaluaciones sensoriales efectuadas con el panel no entrenado, indicaron que no existieron diferencias significativas entre las formulaciones para los atributos olor y sabor. En cambio el atributo color fue discriminado durante las cuatro evaluaciones. La formulación I (sin ácido ascórbico) fue preferida mayoritariamente por su color. Se concluye que los néctares elaborados presentaron una vida útil de 14-21 días bajo las condiciones de almacenamientos antes señaladas debido a la adecuada calidad microbiológica y fisicoquímica del producto.

Palabras clave: Tomate de árbol, *Cyphomandra betaceae*, néctares, pasteurización.

SUMMARY. Microbiological and physicochemical evaluation of pasteurized nectars elaborated with tree tomato (*Cyphomandra betaceae* Sendth) pulp. Tree tomato (*Cyphomandra betaceae* Sendth) is a species from high tropical regions. In Venezuela, it is cultivate at the Andean and Aragua state but its consumption is restricted as fruit-fresh, though it a nutritious and industrial potential due its provitamin A content. In this research four nectars were elaborated in proportion 1 L pulp/4 L of water (1:4) and addition of ascorbic acid (I: 0%; II: 0.5%; III: 1.0 y IV: 1.5%). The nectars were pasteurized (60°C for 30 min), tuned into amber bottle, and stored under refrigeration conditions ($7,0 \pm 1,0^\circ\text{C}$). Weekly during 21 days the mesophilic bacteria, molds, yeasts, total coliforms (MPN/mL), pH, °Brix, acidity, total carotenoids, vitamin C and total sugars were evaluated. The mesophilic bacteria content was < 200 UFC/mL for every formulation on the first day the evaluation, molds and yeasts were < 10 UFC/mL and the total coliforms (NPN/mL) < 3 until the third evaluation. No significant differences ($P > 0,05$) were founded on : pH, °Brix and total sugars. Significant differences ($P < 0,05$) were founded in vitamin C and total carotenoids content. Sensorial analysis did not show significant differences between formulations for the smell and flavor attributes, when the color was discriminate during the evaluations. The formulation I (without acid ascorbic) had more preference due its color. In conclusion, the nectars showed useful life of 14-21 days under refrigeration condition storage due to the adequate physicochemical and microbiological quality of the product.

Key words: Tree tomato, *Cyphomandra betaceae*, nectars, pasteurization.

INTRODUCCION

El tomate de árbol, tamarillo o tomate francés (*Cyphomandra betaceae* Sendth) es una Solanaceae originaria de las regiones andinas del Perú y se encuentra distribuido en los ambientes de las tierras alta tropicales del mundo (1). En Venezuela se cultiva en los estados andinos y

en el estado Aragua de forma ornamental careciéndose de datos sobre producción nacional. Los frutos presentan importantes valores de minerales, especialmente calcio, fósforo y hierro, contiene adecuados niveles de vitaminas A, B6, C, Niacina y es fuente valiosa de pectinas que favorecen la elaboración de jaleas y mermeladas (2); sin embargo en el país su consumo está limitado como fruto fresco y en la

elaboración de productos artesanales, careciendo totalmente de industrialización adecuada, lo cual no ha permitido una salida comercial de estos frutos que logre estimular desarrollos locales sustentables, para garantizar la masificación de una bebida alimenticia con importante fuente de vitamina A y con capacidad antioxidante. Estudios efectuados por el INN (3) señalan al tomate de árbol con valores de Vitamina A en el orden de 93,0 E.R. por 100 g de alimento lo cual le confiere atributos como antioxidante natural.

El objetivo de esta investigación es la formulación de cuatro néctares pasteurizados acondicionados con ácido ascórbico (I: 0%; II: 0,5%; III: 1,0 y IV: 1,5%). Se evaluaron parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que puedan estar asociados a la degradación de carotenoides. Debido a la inexistencia de productos con estas características en el mercado nacional, esta investigación permitió evaluar la factibilidad técnica de la confección de un nuevo producto con valores nutricionales importantes y con nula explotación industrial en el país.

MATERIALES Y METODOS

Etapas preliminares

Se trasladaron $17,800 \pm 0,001$ kg de tomate de árbol (*Cyphomandra betaceae* Sendth) variedad rojo morada, provenientes de La Colonia Tovar, estado Aragua, Venezuela al laboratorio de Biomoléculas, municipio Canoabo. Los criterios de selección fueron: presentar madurez de consumo, color rojo homogéneo, sin rastros de deterioro y pertenecientes a la cosecha Octubre-2002. El transporte se efectuó mediante cajas de cartón acondicionadas para tal fin. Las muestras fueron lavadas con agua corriente y secada posteriormente con papel absorbente. Se cortaron con cuchillos de acero inoxidable en trozos de tamaño variable, para ser procesados en un despulpador (marca Dixie Canner®, modelo 17 con malla 0,60 mm). Se obtuvo $15,800 \pm 0,001$ g de pulpa.

Caracterización fisicoquímica de la pulpa

La acidez titulable, humedad y azúcares totales se determinaron mediante metodología AOAC (4). Los sólidos solubles (SST) se expresaron como °Brix y se evaluaron mediante refractómetro Baush & Lomb modelo ABBE-3L. El pH se determinó mediante potenciómetro HANNA Instruments, modelo pHep® 1. El índice de madurez se calculó mediante relación SST/acidez. El contenido de carotenoides se evaluó mediante curva de calibración $Y: 0,029 + 38,138 X$ a 440 nm con un espectrofotómetro marca Baush & Lomb, modelo Spectronic 20 y la determinación de vitamina C mediante el método de titulación con 2,6 dicloro indofenol (5) Todos los parámetros evaluados se analizaron por triplicado.

Formulaciones de los néctares

En esta investigación se formulan cuatro néctares manteniendo una relación de 1 L de pulpa: 4 L agua (1:4), acondicionados con 0%(I); 0,5%(II); 1,0%(III) y 1,5% (IV) de ácido ascórbico respectivamente. La cantidad de sacarosa comercial añadida fue de 1,280 kg para un volumen final de 8 L y un valor de 14 °Brix por tratamiento.

Proceso de pasteurización

Las diferentes formulaciones se pasteurizaron mediante equipo piloto Marca DOVER, Modelo TDB/7-20 de 18 L de capacidad, a una temperatura de $60,0 \pm 0,1$ °C durante 30 min. Las muestras se envasaron en recipientes de vidrio con capacidad de 250 mL previamente esterilizados y tapados herméticamente. Se codificaron y mantuvieron en refrigeración durante 21 días a una temperatura de $7,0 \pm 0,1$ °C.

Evaluaciones fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales a los néctares.

Las muestras se evaluaron después del proceso de pasteurización y consecutivamente a los 7, 14 y 21 días. La acidez titulable se determinó mediante metodología AOAC (4). Los sólidos solubles se expresaron como °Brix y se evaluaron en un refractómetro Baush & Lomb modelo ABBE-3L. El pH se determinó en un potenciómetro HANNA instruments, modelo pHep® 1. El contenido de carotenoides totales y vitamina C se determinó por los métodos señalados para la caracterización de la pulpa. Se realizaron recuentos de hongos, levaduras, organismos aeróbicos mesófilos y coliformes totales (NMP/mL) según procedimiento descritos por COVENIN (6-8). La evaluación sensorial se efectuó siguiendo la escala hedónica propuesta por el CIEPE (9). El número de panelistas no entrenado fue de cuarenta. Los atributos evaluados fueron: color, sabor y olor.

Análisis estadísticos

Los resultados de cada uno de los tratamientos se evaluaron mediante análisis de varianza ($P < 0,05$), el análisis sensorial se evaluó mediante la prueba no paramétrica de Friedman al 95% de confianza y un valor de alfa de 0,05, utilizando el paquete estadístico SAS (10).

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados de la evaluación de la materia prima se presentan en la Tabla 1, siendo similares los parámetros: humedad, pH, acidez, sólidos solubles e índice de madurez a los señalados por Hernández y Moreno-Alvarez (11) y Durán y Moreno-Alvarez (12), para frutos cosechados en la misma localidad geográfica. En relación al resto de los atributos evaluados presentaron diferencias con respecto a los reportados por INN (3). Estas diferencias pudieran estar

asociadas a grados de maduración de los frutos, efectos geográficos o condiciones culturales propias de la especie.

TABLA 1
Caracterización fisicoquímica de la pulpa de tomate de árbol

Parámetro	Valor
Humedad (%)	87,17
Acidez (%)*	1,15
pH	3,9
Azúcares totales (%)	5
Sólidos solubles (SST)	10
Índice de madurez (SST/acidez)	8,70
Carotenoides totales+	60,00
Vitamina C**	15,84

* g de ácido cítrico/100 g de pulpa

+ mg / 100 g de pulpa

**mg de ácido ascórbico / en 100 g de pulpa

En la Tabla 2 se presentan los valores obtenidos de pulpa y residuos del fruto de tomate de árbol. En dicho proceso se pudo evidenciar que la pulpa representa el 88,76% del total del peso fresco (para las condiciones de madurez señaladas en el apartado anterior), siendo superior a los valores determinados por Hernández (2).

TABLA 2

Rendimiento aprovechable del fruto de tomate de árbol

Materia prima	Peso (kg)	% de Rendimiento
Frutos	17,800	100
Pulpa	15,800	88,76
Residuos	1,895	10,65

En la Tabla 3 se representan los valores de las evaluaciones fisicoquímicas de los néctares acondicionados con ácido ascórbico. Los parámetros acidez titulable (A), pH, azúcares totales (AT) y sólidos solubles (SST) no cambiaron significativamente ($P>0,05$) para las cuatro formulaciones durante los 21 días de estudio. Los valores de acidez titulable fueron estables significativamente ($P>0,05$) para todas las evaluaciones hasta el día 14 a excepción de la formulación I. En relación al contenido de carotenoides totales y vitamina C se detectaron cambios significativos independientes de la concentración de ácido ascórbico utilizado ($P<0,05$). Las degradaciones observadas están relacionadas con la presencia de oxígeno en los espacios libres de los envases, presencia de radicales libres y trazas de minerales que aceleran la degradación de estos metabolitos (13). Se pudo determinar que el contenido de carotenoides totales fue mayor en relación a los valores de ácido ascórbico añadido a las formulaciones, lo cual permite evidenciar un efecto protector. Estudios recientes evidencian que el ácido ascórbico permite la quelación de iones, es considerado como buen estabilizante y un adecuado antioxidante (14).

TABLA 3
Evaluación fisicoquímica de néctares de tomate de árbol acondicionados con ácido ascórbico

P	Formulación I				Formulación II				Formulación III				Formulación IV			
	T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3
A	0,27 ^a	0,27 ^a	0,27 ^a	0,29 ^b	0,39 ^a	0,41 ^b	0,46 ^c	0,48 ^d	0,62 ^a	0,61 ^a	0,62 ^a	0,63 ^b	0,72 ^a	0,73 ^a	0,73 ^a	0,77 ^b
pH	3,9 ^a	3,9 ^a	3,9 ^a	3,7 ^a	3,6 ^a	3,6 ^a	3,6 ^a	3,5 ^a	3,4 ^a	3,4 ^a	3,4 ^a	3,3 ^a	3,4 ^a	3,4 ^a	3,4 ^a	3,3 ^a
VC	1,92 ^a	1,92 ^a	0,96 ^b	0,48 ^c	21,92 ^a	21,44 ^a	20,80 ^b	18,24 ^c	43,84 ^a	41,76 ^b	40,48 ^c	36,96 ^d	52,64 ^a	51,84 ^b	43,68 ^c	42,24 ^d
CCT	6,49 ^a	6,49 ^a	5,79 ^b	4,05 ^c	6,67 ^a	6,58 ^a	6,06 ^a	4,84 ^b	7,98 ^a	7,89 ^a	7,63 ^b	6,49 ^c	9,47 ^a	8,68 ^b	7,36 ^c	6,93 ^d
AT	14,52 ^a	14,48 ^a	14,43 ^a	12,98 ^a	12,18 ^a	12,14 ^a	12,08 ^a	11,88 ^a	12,48 ^a	12,15 ^a	12,11 ^a	11,54 ^a	13,54 ^a	13,51 ^a	12,89 ^a	11,40 ^a
SST	14 ^a	14 ^a	14 ^a	14 ^a	14 ^a	14 ^a	14 ^a	13 ^a	14 ^a	14 ^a	14 ^a	14 ^a	14 ^a	14 ^a	14 ^a	14 ^a

P: Parámetro

A: Acidez titulable g de ácido cítrico/100 mL de néctar

VC: Vitamina C: mg ácido ascórbico/100 mL de néctar

CCT: Contenido carotenoides totales expresados mg/mL x 10⁻³

AT: Azúcares totales (%)

SST: Sólidos solubles expresados como °Brix

Valores promedios de tres determinaciones

Letras diferentes en el superíndice indican diferencias significativas (Tukey, $P<0,05$)

Las evaluaciones microbiológicas de los productos pasteurizados se representan en las Tablas 4, 5, 6 y 7. Los parámetros evaluados cumplieron con las Normas COVENIN 1699 (15) y COVENIN 1337 (7). La cual establece valores máximos de 200 UFC/mL para organismos mesófilos en el primer día de pasteurización y 50 UFC/mL de hongos y 100 UFC/mL de levaduras. En todos los casos los valores estuvieron en los estándares adecuados lo cual indica que el proceso de pasteurización fue eficiente. Se establece para las formulaciones I y II 14 días de vida útil, debido a la importante carga microbiana detectada en el día 21; no así para las formulaciones III y IV que presentaron buena calidad microbiana durante todo el estudio.

TABLA 4
Evaluación microbiológica de la formulación I

Microorganismo	Tiempo 0	Tiempo 1	Tiempo 2	Tiempo 3
Aerobios mesófilos				
UFC/mL	<10	<10	108	400
Hongos UFC/mL	<10	<10	<10	>200
Levaduras UFC/mL	<10	<10	<10	>200
NMP/mL coliformes	<3	<3	<3	<3

TABLA 5
Evaluación microbiológica de la formulación II

Microorganismo	Tiempo 0	Tiempo 1	Tiempo 2	Tiempo 3
Aerobios mesófilos				
UFC/mL	<10	<10	<10	58
Hongos UFC/mL	<10	<10	<10	90
Levaduras UFC/mL	<10	<10	<10	>200
Coliformes totales (NMP/mL)	<3	<3	<3	<3

TABLA 6
Evaluación microbiológica de la formulación III

Microorganismo	Tiempo 0	Tiempo 1	Tiempo 2	Tiempo 3
Aerobios mesófilos				
UFC/mL	<10	<10	<10	<200
Hongos UFC/mL	<10	<10	<10	1000
Levaduras UFC/mL	<10	<10	<10	800
Coliformes totales (NMP/mL)	<3	<3	<3	<3

TABLA 7
Evaluación microbiológica de la formulación IV

Microorganismo	Tiempo 0	Tiempo 1	Tiempo 2	Tiempo 3
Aerobios mesófilos				
UFC/mL	<10	<10	<10	<200
Hongos UFC/mL	<10	<10	<10	30
Levaduras UFC/mL	<10	<10	<10	30
Coliformes totales (NMP/mL)	<3	<3	<3	<3

Las evaluaciones sensoriales efectuadas con el panel no entrenado, indicaron que no existieron diferencias significativas entre las formulaciones para los atributos olor y sabor. En cambio el atributo color fue discriminado durante las cuatro evaluaciones. La formulación I (sin ácido ascórbico) fue preferido mayoritariamente por su color, evidenciada a través de la prueba de comparación simple no paramétrica (16).

CONCLUSIONES

Los néctares elaborados presentaron una vida útil de 14 días bajo las condiciones de almacenamientos de $7 \pm 1^\circ\text{C}$ debido a la adecuada calidad microbiológica y fisicoquímica del producto. Los parámetros acidez titulable, pH, azúcares totales y sólidos solubles no cambiaron significativamente ($P>0,05$) durante el estudio. No así los parámetros carotenoides totales y vitamina C, que presentaron evidencias de oxidación. La formulación IV presentó los mayores valores de carotenoides totales evidenciándose el efecto antioxidante del ácido ascórbico (1,5% p/v). La calidad microbiológica presentada por los productos en el primer día de pasteurización demostró la eficiencia del proceso, ya que presentaron valores menores que los estándares establecidos en las norma venezolanas COVENIN de productos pasteurizados. Los parámetros acidez titulable (A), pH, azúcares totales (AT) y sólidos solubles (SST) no cambiaron significativamente ($P>0,05$) para las cuatro formulaciones durante los 21 días de estudio. Las evaluaciones sensoriales efectuadas con el panel no entrenado, indicaron que no existieron diferencias significativas entre las formulaciones para los atributos olor y sabor los panelistas en los diferentes tiempos. En cambio el atributo color fue discriminado durante las cuatro evaluaciones. La formulación I (sin ácido ascórbico) fue preferido mayoritariamente por su color. Se concluye que existe factibilidad técnica en la elaboración de néctares del tomate de árbol. La explotación agroindustrial de estos productos permitiría la utilización de una especie marginal en el país y de un adecuado valor nutricional. La vida útil de los productos se establecieron de 14 días para la

formulaciones I y II y de 21 días para las formulaciones III y IV.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue financiada por el Proyecto UNESR-FONACIT Pem-2001002271.

REFERENCIAS

1. Hume E and Winters H. The "Palo de Tomate" or tree tomato. *Econ Bot.* 1949; 3:140-142.
2. Hernández G. Extracción de carotenoides totales del pericarpio del tomate de árbol (*Cyphomandra betaceae* Sendt) utilizando diferentes técnicas de secado [tesis]. Canoabo: Universidad Nacional Experimental Simón Rodríguez; 1999. 99 p.
3. Instituto Nacional de Nutrición (INN) Tabla de Composición de Alimentos para uso práctico. Publicación N° 54., Serie Cuadernos Azules, Caracas, Venezuela. 2001. 97 p.
4. AOAC. Official Methods of Analysis. Ass. Agric. Chem. 15 th. Washington, D.C. 1990. 1298 p.
5. Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN) Norma Venezolana COVENIN: 1295. Determinación de Vitamina C. 1977.17 p.
6. Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN) Norma Venezolana COVENIN: 1337. Método para el recuento de hongos y levaduras. 1978. 6 p.
7. Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN) Norma Venezolana COVENIN: 902. Método para el recuento de microorganismos aeróbicos en placa de petri. 1978. 5 p.
8. Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN) Norma Venezolana COVENIN: 1104. Determinación del número más probable de coliformes, coliformes fecales y *Escherichia coli*. 1984. 21 p.
9. Fundación Centro de Investigación del Estado para la Producción Experimental Agroindustrial (CIEPE). Evaluación Sensorial de los Alimentos. Serie Manuales No. 2, Segunda edición, CIEPE, San Felipe.1984. 136 p.
10. SAS. SAS User's Guide: Statistics. Cary, N.C.: SAS Institute. 1990.
11. Hernández G. y Moreno-Alvarez MJ. Efecto del secado y del ácido cítrico sobre la degradación de los carotenoides de tamarillo (*Cyphomandra betaceae* Sendt). *Cienc Tecnol Aliment.* 2000; 2(5): 29-33.
12. Durán MG y Moreno-Alvarez MJ. Evaluación de algunas mezclas de solventes en la extracción de carotenoides del pericarpio de tamarillo (*Cyphomandra betaceae* Sendt). *Cien Tecnol Aliment.* 2000; 3(1): 34-38.
13. Moreno-Alvarez M.J, Torrez V y Belén DR. Degradación cinética de carotenoides obtenidos de frutos de lechosa *Carica papaya*. *Rev Fac Agro. (LUZ).* 2003; 20(2): 232-237.
14. Martí N, Pérez-Vicente A and García-Viguera C. Influence of storage temperature and ascorbic acid addition on pomegranate juice. *J Sci Food Agric.* 2002; 82(2): 217-221.
15. Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN) Norma Venezolana COVENIN: 1699 Jugos de naranja pasteurizados requisitos. 1981. 7 p.
16. De Campos H. Estadística Experimental Ñao-paramétrica. Universidad de Sao Paulo, Piracicaba. 1983: pp 234-249.

Recibido:19-03-2003

Aceptado:23-07-2003

Eficacia y estabilidad del proceso de amonificación como tecnología de descontaminación de aflatoxina B₁ en arroz (*Oriza sativa*)

Félix Rafael Millán Trujillo y Amaury José Martínez Yépez

Universidad Simón Bolívar, Universidad Central de Venezuela – Caracas, Venezuela

RESUMEN. El arroz es un cereal utilizado en Venezuela para la nutrición humana y animal, susceptible a la contaminación con aflatoxinas en el campo y durante el almacenamiento en silos. En tal sentido, la investigación tuvo por finalidad evaluar la eficacia y reversibilidad del proceso de amonificación, en las modalidades de alta presión/alta temperatura (AP/AT) y presión atmosférica/temperatura moderada (PA/TM) en muestras de arroz contaminadas con aflatoxina B₁. Para ello se construyó un diseño 2² considerado como variables de temperatura, humedad y el tiempo de proceso. En sus dos modalidades, el proceso permitió la reducción de la concentración de aflatoxina B₁ en un rango entre 90% y 100%. Se observó además la reversión de la toxina en un rango entre 0% y 19% luego de la simulación *in vitro* de la digestión estomacal. La eficacia y permanencia del proceso estuvo determinada por la utilización de altas temperaturas y largo tiempo de exposición en las modalidades AP/AT y PA/TM, respectivamente.

Palabras clave: Aflatoxina B₁, descontaminación, amonificación, arroz.

SUMMARY. Efficacy and stability of ammoniation process as aflatoxin B₁ decontamination technology in rice (*Oriza sativa*). Rice, a cereal widely used in Venezuela for human and animal nutrition, is susceptible to aflatoxin contamination in the field and during storage. Therefore, the goal of this research was the evaluation of the efficacy and permanence of the ammoniation process through high pressure/high temperature (HP/HT) and atmospheric pressure/moderate temperature (AP/MT) conditions applied to rice samples artificially contaminated with aflatoxin B₁. For this purpose a 2² design was drawn up considering the temperature, the rice moisture and the process time as variables. Under both sets of conditions, aflatoxin B₁ concentration was reduced in a range of 90% to 100%. After *in vitro* stomach digestion simulation, toxin reversion ranged from 0% to 19%. In conclusion, the process efficacy and permanence were achieved through the use of high temperature and long process time for both sets of conditions (HP/HT and AP/MT), respectively.

Key words: Aflatoxin B₁, decontamination, ammoniation, rice.

INTRODUCCION

Las aflatoxinas son metabolitos secundarios producidos principalmente por los mohos *Aspergillus flavus* y *Aspergillus parasiticus*, los cuales pueden colonizar diversos productos agrícolas tales como el maíz, arroz, algodón, sorgo y maní, tanto en el campo como durante el almacenamiento postcosecha (1-3).

Entre las micotoxinas, aflatoxina B₁ es especialmente importante en la producción agropecuaria, debido a su efecto mutagénico y hepatotóxico en diversos animales, lo cual sugiere a su vez un peligro potencial para el hombre (4).

La activación de la molécula original por el sistema oxidasa citocromo P-450 a 8,9 epoxi-aflatoxina B₁, es un proceso que desencadena una serie de mecanismos bioquímicos tales como la disminución del transporte de glucosa al interior de las células hepáticas y el aumento de la síntesis celular de lípidos, ocasionando, en especies animales como ratas, monos, truchas y pollos, la aparición de hígado graso, el cual puede posteriormente dar origen a

procesos necróticos y a la formación del tejido cicatrizal que caracteriza a la cirrosis hepática. Además, la forma activa de la aflatoxina B₁ también es capaz de interactuar e inducir mutaciones en genes como el antioncogen P-53, el cual codifica la secuencia de aminoácidos de la proteína P-53, la cual está involucrada en la regulación del crecimiento de las células hepáticas. En tal sentido, una proteína P-53 mutante es incapaz de controlar adecuadamente el crecimiento de los hepatocitos, ocasionando un crecimiento celular con características neoplásicas (5-11).

Los procesos bioquímicos descritos pueden afectar diversas especies animales (pollos, truchas, ganado bovino y porcino) a través de la ingestión de materias primas contaminadas. Ello constituye un riesgo para la salud humana debido a la producción de alimentos de origen animal y potencialmente contaminados con aflatoxinas. Además, existe un riesgo económico debido a posibles pérdidas y a la reducción de la productividad, derivados de la enfermedad y muerte de las especies de cría (3,6,12).

A fin de minimizar los riesgos, que para la salud humana y animal representará el procesamiento y consumo de materias primas agrícolas contaminadas con aflatoxina B₁, se ha desarrollado una serie de tecnologías basadas en métodos físicos, químicos y biológicos, orientadas a la disminución de micotoxinas en productos agrícolas (13).

Un método químico como la amonificación, el cual reduce la toxicidad de aflatoxina B₁ mediante su conversión en aflatoxina D₁, la cual es alrededor de cuatrocientas veces menos tóxica que aflatoxina B₁, ha sido utilizada con éxito para la reducción de la micotoxina en maíz, maní y algodón, aún cuando la eventual reversión de la toxina en condiciones similares al ambiente estomacal, considerando que la amonificación es un proceso que se verifica bajo condiciones de alcalinidad, no se ha estudiado bajo diversidad de condiciones (13,14).

En Venezuela, el arroz es un cultivo agrícola que constituye una fuente importante de energía tanto en la alimentación humana como animal (354 Kcal/100 g., 8,5% de proteína, 1,5% de grasas totales y 80.3% y 76.7% de carbohidratos totales y disponibles, respectivamente), exhibiendo, para el año 1999, un consumo aparente de 357440 toneladas métricas anuales en el renglón de arroz pulido para el consumo humano y de 69697 toneladas métricas anuales en el renglón de salvado y germen destinado al consumo animal (15,16).

En tal sentido, el objetivo de la presente investigación fue evaluar la eficacia del proceso de amonificación en un cultivo agrícola de amplio consumo humano y animal en Venezuela como lo es el arroz, mediante la aplicación de dos modalidades de proceso: alta presión/alta temperatura (AP/AT) y presión atmosférica/temperatura (PA/TM). Además, se estudió la posibilidad del proceso mediante la simulación *in vitro* de la digestión gástrica, a fin de establecer las condiciones que garantizan la estabilidad de la técnica de amonificación.

MATERIALES Y METODOS

Preparación de las muestras

Las muestras de arroz integral (*Oriza sativa*), fueron obtenidas de un establecimiento comercial de la localidad, a fin de conformar un lote de producto. El lote se sometió a un proceso de molienda mediante un molino de martillo "Royal Triumph" y posterior cribado a través de un tamiz con abertura de malla de 20 mesh. Seguidamente, se tomaron tres muestras aleatorias para la determinación del contenido de humedad mediante gravimetría indirecta (17). Por último, el lote de arroz cargo molido se dividió en dos sub-lotes, los cuales se contaminaron intencionalmente con 20 ng/g y 200 ng/g de aflatoxina B₁ ("Sigma Chemical Company", USA), respectivamente. Cada lote se sometió a una operación de

mezclado mecánico mediante una mezcladora Hobart (modelo KS-A) durante 45 minutos, para asegurar la distribución homogénea de la toxina en el lote. De cada sub-lote, se tomaron aleatoriamente muestras analíticas de 50 g., con las cuales se desarrollaron los tratamientos contemplados en el diseño experimental contenido en las Tablas 1 y 2.

Diseño experimental del proceso de amonificación

Se aplicaron dos modalidades del proceso de amonificación: alta presión/alta temperatura (AP/AT) y presión atmosférica/temperatura moderada (PA/TM), en muestras aleatorias de 50 g. De arroz contaminado con 20 ng/g y 200 ng/g de aflatoxina B₁ (ver preparación de las muestras), contenidas en Erlenmeyers de 500 ml. Para ello, se desarrollaron sendos diseños multifactoriales 2^k, considerando como variables de operación la concentración de hidróxido de amonio ("Sigma Chemical Company", USA), humedad del arroz, tiempo de proceso y temperatura, en la modalidad AP/AT y la concentración de hidróxido de amonio, humedad del arroz y tiempo de proceso en la modalidad PA/TM (Tablas 1 y 2). Para el desarrollo del proceso de amonificación en la primera modalidad, se utilizó una retorta a escala de planta piloto para el tratamiento de las muestras y en la segunda modalidad se utilizó un cuarto con temperatura controlada en 35°C. Se efectuaron cuatro réplicas de los tratamientos contemplados en los diseños, dos para evaluar la eficacia del proceso y dos para el estudio de la reversibilidad bajo condiciones de simulación *in vitro* de la digestión estomacal. La eficacia se expresó como porcentaje de toxina inactivada (tomando como referencia el nivel de contaminación del sub-lote respectivo), luego del proceso de amonificación.

Reversibilidad del proceso de amonificación

Luego de someter las muestras de arroz contaminadas, a los diferentes tratamientos de amonificación contemplados en los diseños experimentales, para las dos modalidades de proceso estudiadas, se utilizaron dos réplicas de cada tratamiento para evaluar la reversibilidad del proceso de amonificación. Para ello, las muestras procesadas se colocaron en una campana de extracción durante 30 min para permitir que el amoníaco se volatilizara. Luego, se mezclaron con 40 ml de ácido clorhídrico 0,2 N ("Sigma Chemical Company", USA) y se colocaron en un baño de agua con agitación a 37°C ± 1°C durante 2 horas (18,19). Posteriormente, se determinó la concentración de aflatoxina B₁ y se expresó el porcentaje de reversibilidad tomando como referencia la concentración final de aflatoxina B₁ en las muestras sometidas al proceso de amonificación.

TABLA 1

Concentración residual de aflatoxina B₁, luego del proceso de amonificación y evaluación de la reversibilidad, en muestras de arroz cargo tratadas bajo la modalidad de alta presión y alta temperatura, para un nivel de contaminación inicial de 200 ng/g de aflatoxina B₁.

Tratamiento	Variables del proceso			Temperatura (°C)	Amonificación		Simulación de digestión gástrica	
	Amoníaco (%)	Humedad (%)	Tiempo (min)		Aflatoxina B ₁ (ng/g)	Reducción (%)	Aflatoxina B ₁ (ng/g)	Revisión (%)
(1)	1	16.6	20	105	10	95	40	15
a	2	16.6	20	105	2	99	20	9
b	1	18.6	20	105	2	99	40	19
ab	2	18.6	20	105	2	99	10	4
c	1	16.6	40	105	2	99	40	19
ac	2	16.6	40	105	ND	100	5	2.5
bc	1	18.6	40	105	2	99	10	4
abc	2	18.6	40	105	ND	100	10	5
d	1	16.6	20	121	ND	100	2.5	1.25
ad	2	16.6	20	121	ND	100	2	1
bd	1	18.6	20	121	ND	100	2	1
abd	2	18.6	20	121	ND	100	2	1
cd	1	16.6	40	121	ND	100	ND	ND
acd	2	16.6	40	121	ND	100	ND	ND
bcd	1	18.6	40	121	ND	100	ND	ND
abcd	2	18.6	40	121	ND	100	ND	ND

ND: Concentración no detectada en la cromatografía de capa fina (menor de 1 ng/g).

Los valores reportados constituyen el promedio de dos réplicas del diseño.

TABLA 2

Concentración residual de aflatoxina B₁, luego del proceso de amonificación y evaluación de la reversibilidad, en muestras de arroz cargo tratadas bajo la modalidad de presión atmosférica y temperatura moderada, para un nivel de contaminación inicial de 200 ng/g de aflatoxina B₁.

Tratamiento	Variables del proceso			Tiempo (Hr)	Amonificación		Simulación de digestión gástrica	
	Amoníaco (%)	Humedad (%)	Aflatoxina B ₁ (ng/g)		Reducción (%)	Aflatoxina B ₁ (ng/g)	Revisión (%)	
(1)	1	16.6	1	20	90	40	10	
a	2	16.6	1	5	97.5	10	2.5	
b	1	18.6	1	5	97.5	20	7.5	
ab	2	18.6	1	5	97.5	10	2.5	
c	1	16.6	2	10	95	20	5	
ac	2	16.6	2	ND	100	2	1	
bc	1	18.6	2	5	97.5	5	ND	
abc	2	18.6	2	ND	100	ND	ND	

ND: Concentración no detectada en la cromatografía de capa fina (menor de 1 ng/g).

Los valores reportados constituyen el promedio de dos réplicas del diseño.

Determinación de aflatoxina B₁

La determinación de aflatoxina B₁ se realizó mediante cromatografía de capa fina, de acuerdo a la metodología de Trucksess y colaboradores (20). La confirmación de toxina se hizo mediante derivatización de la molécula con ácido trifluoroacético (21). Mediante pruebas preliminares, se evaluó la capacidad de recuperación de la metodología de determinación de aflatoxina B₁ en arroz, de cuyo ensayo se construyó la ecuación $y = 0,0059 x^2 - 0,215 x + 4,7885$ (y representa la concentración de aflatoxina B₁ recuperada por la metodología de Trucksess y colaboradores, y x representa la concentración de aflatoxina B₁ inoculada en las muestras del estudio de recuperación). La ecuación, cuyo ajuste permitió predecir la variabilidad experimental en un 99,85% ($R^2 = 0,9985$), hizo posible la predicción de concentraciones de la toxina suficientemente aproximadas a la realidad, a partir de las concentraciones obtenidas en la metodología de recuperación.

Análisis estadístico

El desarrollo del diseño experimental, el establecimiento del orden aleatorio de corrida de los tratamientos y el análisis de efectos significativos, se hizo con el programa estadístico "Design Ease" ("Stat-Ease Incorporated", USA), (22).

RESULTADOS Y DISCUSION

Para un nivel de contaminación de 20 ng/g de aflatoxina B₁ en las muestras de arroz integral molido, no se detectó la presencia de la micotoxina en la cromatografía de capa fina, luego de aplicar el proceso de amonificación, en las dos modalidades consideradas en la investigación. De igual forma, tampoco se detectó la presencia de la toxina, en las dos modalidades, después de la simulación *in vitro* de la digestión gástrica de las muestras previamente descontaminadas, evidenciándose la eficacia y permanencia de la técnica en muestras contaminadas con el nivel de alerta sugerido por la FDA (20 ng/g) (13).

Para un nivel de contaminación de 200 ng/g la eficacia y permanencia del proceso de amonificación, estuvo en función de los niveles de los factores considerados en el diseño experimental, para las dos modalidades de proceso.

En la Tabla 1 se observa la concentración residual de aflatoxina B₁ luego del proceso de amonificación en la modalidad AP/AT y después de la simulación *in vitro* de la digestión gástrica. A partir de los datos, el análisis estadístico se orientó a la evaluación de los efectos de los factores principales y sus interacciones, entendiéndose estos como el cambio en la concentración de aflatoxina B₁, producida por un cambio de nivel del factor (amoníaco, humedad, tiempo, temperatura), promediado sobre los niveles de los demás factores, para el caso de los efectos principales, y como la

diferencia promedio entre el efecto de un factor en el nivel superior de otro factor y su efecto en el nivel inferior de dicho factor, para la evaluación de las interacciones (22).

En la modalidad AP/AT, los factores amoníaco, tiempo y temperatura y las interacciones amoníaco-temperatura y tiempo-temperatura, resultaron estadísticamente significativas ($p < 0,05$), y permitieron maximizar la eficacia del proceso, es decir se evidenció un cambio significativo en la concentración de aflatoxina B₁ al pasar del nivel bajo al alto de cada factor. Sin embargo, dado que los factores amoníacos y tiempo resultaron involucrados en sendas interacciones significativas con la temperatura (Tabla 3), sus efectos principales pierden importancia. De hecho, la utilización de cada factor en su nivel superior, maximizó la eficacia de la técnica. Sin embargo, la utilización de altas temperaturas de proceso (121°C), permitió maximizar la eficacia del proceso de amonificación y minimizar la cantidad de toxina revertida a concentraciones no detectables en la cromatografía de capa fina, empleando las variables amoníaco y tiempo en sus niveles bajos. Así, la utilización de 1% de hidróxido de amonio, 16,6% de humedad y 121°C durante un tiempo de exposición de 20 minutos, resultó, en la modalidad AP/AT, una alternativa tecnológica eficaz y estable para la descontaminación del arroz integral contaminado con altas concentraciones de aflatoxina B₁ (200 ng/g).

TABLA 3

Efectos principales e interacciones significativas en la evaluación de la eficacia y permanencia del proceso de amonificación, en las dos modalidades aplicadas, para un nivel de contaminación de 200 ng/g de aflatoxina B₁

Proceso de amonificación	Condición evaluada	Efecto principal e interacciones
AP/AT	Eficacia del proceso	Amoníaco (A)+ Tiempo (C)* Temperatura (D)* Amoníaco-Temperatura (AD)* Tiempo-Temperatura (CD)*
	Reversibilidad del proceso	Amoníaco (A)* Temperatura (D)* Amoníaco-Temperatura (AD)*
PA/TM	Eficacia del proceso	Amoníaco (A)**
	Reversibilidad del proceso	Amoníaco (A)* Humedad (B)* Tiempo (C)* Amoníaco-Humedad (AB)* Amoníaco-Tiempo (AC)**

* Efectos estadísticamente significativos ($p < 0,05$)

** Efectos estadísticamente significativos ($p < 0,10$)

En la modalidad PA/TM (Tabla 2), se obtuvieron mayores concentraciones residuales de aflatoxina B₁, al aplicar el proceso de amonificación y después del estudio de reversibilidad, resultando el factor amoníaco, la única variable estadísticamente significativa ($p < 0,10$), en la determinación de la eficacia de la técnica. Sin embargo, tanto el tiempo de proceso como la concentración de humedad del arroz, resultaron de gran importancia para disminuir la cantidad de toxina revertida luego de la simulación de la digestión gástrica. Investigaciones previas han sugerido la importancia de la humedad del cereal para maximizar la difusión del amoníaco acuoso y aumentar la eficacia de la técnica (23,24), lo cual se evidenció en la presente investigación para la modalidad PA/TM. Sin embargo, dado el riesgo microbiológico que representa un elevado contenido de humedad del cereal, es conveniente aplicar la tecnología con bajas concentraciones de humedad. En tal sentido, la utilización de 2% de amoníaco, 16,6% de humedad y 35°C, por un período de 2 horas logró maximizar el proceso de descontaminación y minimizar la cantidad de toxina revertida en la modalidad PA/TM.

En la investigación realizada, se logró demostrar la factibilidad técnica de la utilización del amoníaco acuoso, como tecnología orientada a la descontaminación de lotes de arroz integral contaminados con aflatoxina B₁, destinadas a la nutrición animal, en donde el arroz se ha utilizado como un sustituto del maíz, trigo o cebada, en Japón, sin afectar la producción avícola. Sin embargo, en la práctica su uso es de sustituto parcial de los cereales ante mencionados, debido a las restricciones que impone el contenido de fibra y sílice de la cáscara, siendo la inclusión de esta última hasta de un 20% en la formulación de alimentos balanceados para animales, sin que se afecte la producción y el tracto digestivo de animales (25).

La modalidad AP/AT se perfila como una tecnología que garantiza cortos tiempos de exposición de la materia prima, pero al mismo tiempo requeriría, a nivel industrial, de la inversión en reactores de amonificación, en tanto que la modalidad PA/TM, constituye una tecnología más económica, dado que no se requiere la utilización de altas temperaturas de proceso, pero que al mismo tiempo requiere del ajuste cuidadoso de las variables de proceso para garantizar un proceso de descontaminación eficaz y permanente (23,24,26,27).

En trabajos previos en maíz, se ha sugerido la posibilidad que el proceso de descontaminación se revirtiera en un ambiente ácido como el imperante en la digestión gástrica, dado que la inactivación de aflatoxina B₁ mediante su conversión en aflatoxina D₁ (400 veces menos tóxica que aflatoxina B₁), se lleva a cabo en un medio alcalino durante la amonificación (27). Sin embargo, como se demostró en la investigación, la reversibilidad del proceso se verifica solo

bajo ciertas condiciones de proceso, las cuales se lograron ajustar para la aplicación de un proceso eficaz y permanente en el rubro agrícola estudiado.

En conclusión, la amonificación, como técnica de descontaminación, está siendo aplicada en países como los Estados Unidos de Norteamérica, Francia y Suráfrica y su aplicación podría considerarse en Venezuela para la recuperación de lotes de arroz contaminados con aflatoxina B₁, para su utilización posterior en la alimentación animal, aún cuando es necesario la realización de investigaciones orientadas a descartar la introducción de cambios indeseables en el alimento que puedan alterar la conversión alimento/músculo en animales de cría, aún cuando los resultados de la aceptación sensorial de materias primas originalmente contaminadas y tratadas mediante amonificación, en truchas y ganado bovino, han sido favorables (28,29). Es conveniente señalar, sin embargo, que la tecnología de descontaminación nunca debe ser considerada como un sustituto de las medidas preventivas que deben adoptarse en el manejo postcosecha de granos de cereales, sino como una técnica alternativa para la eventual recuperación de lotes de materias primas agrícolas contaminadas.

REFERENCIAS

1. Northolt MD and Bullerman LB. Prevention of mold growth and toxin production through control of environmental conditions. *J Food Protect* 1982;45:519-526.
2. Karki TB, Bothast RJ and Stubblefield RD. Note on microbiological and aflatoxin analyses of cereal grains from the Tarai Plain of Southern Nepal. *Cereal Chem.* 1979;56:41-42.
3. Scudamore KA, Hetmanski MT, Chan HK and Collins S. Occurrence of mycotoxins in raw ingredients used for animal feeding stuffs in the United Kingdom in 1992. *Food Addit Contam.* 1997;14:157-173.
4. Kress S, Jahn U, Buchmann A, Bannasch P and Schwarz M. p53 mutations in human hepocellular carcinomas from Germany. *Cancer Res.* 1992;52:3320-3323.
5. Scorsone KA, Zhou YZ, Buter JS and Slagle BL. P53 mutations cluster at codon 249 in hepatitis B virus-positive hepocellular carcinomas from China. *Cancer Res.* 1992;52:1635-1638.
6. Wogan GN. Aflatoxins as risk factors for hepocellular carcinoma in humans. *Cancer Res.* 1992;52:2114s-2118s.
7. Aguilar F, Hussain SP and Cerutti P. Aflatoxin B1 induces the transversion of G -T in codon 249 of the p53 tumor suppressor gene in human hepatocytes. *Proc Natl Acad Sci.* 1993;90:8586-8590.
8. Shimada T and Guengerich FP. Evidence for cytochrome P-450 NF, the nifedipine oxidase, being the principal enzyme involved in the bioactivation of aflatoxins in human liver. *Proc Natl Acad Sci.* 1989;86:462-465.

9. Yeh FS, Yu MC, Mo CC, Luo S, Tong MJ and Henderson BE. Hepatitis B virus, aflatoxins, and hepatocellular carcinoma in Southern Guangxi, China. *Cancer Res.* 1989;49:2506-2509.
10. Vogelstein B, and Kinzler KW. P53 function and dysfunction. *Cell* 1992;70:523-526.
11. Hooper ML. The role of the p53 and Rb-1 genes in cancer, development and apoptosis. *J Cell Sci.* 1994;18:13-17.
12. Purwoko HM, Hald B, Wolstrup J. Aflatoxin content and number of fungi in poultry feedstuffs from Indonesia. *Lett Appl Microbiol.* 1991;12:212-215.
13. Park DL, Lee LS, Price RL, and Pohland EA. Review of the decontamination of aflatoxins by ammoniation: current status and regulation. *J Assoc Off Ana Chem.* 1988;71:685-702.
14. Lee LS and Cucullu AF. Conversion of Aflatoxin B1 to Aflatoxin D1 in ammoniated peanut and cottonseed meals. *J Agr Food Chem.* 1978;26:881-884.
15. INN. Tabla de composición de alimentos para uso práctico. Revisión 1999.
16. INN. Hoja de Balance de Alimentos. 1999.
17. AOAC. Official Methods of Analysis. 15th ed., international. 1990.
18. Weng CY. Efficacy and safety evaluation of ammonia treatment for reducing aflatoxin levels in corn. PhD Thesis. University of Arizona USA.
19. Weng CY, Martinez AJ and Park DL. Efficacy and permanency of ammonia treatment in reducing aflatoxin levels in corn. *Food Addit Contam.* 1994;11:649-658.
20. Trucksess MW, Stoloff L, Pons WA, Cucullu AF, Lee LS, and Franz AO. Thin layer chromatographic determination of aflatoxin B1. *J Assoc Off Anal Chem.* 1969;60:795-798.
21. Przybylski W. Formation of aflatoxin derivatives on thin layer chromatographic plates. *J Assoc Off Anal Chem.* 1975;58:163-164.
22. Montgomery D. Diseño y análisis de experimentos. Grupo Editorial Iberoamérica. México. 1991.
23. Bagley EB. Decontamination of corn containing aflatoxin by treatment with ammonia. *J Am Oil Chem Soc.* 1979;56:808-811.
24. Jorgensen KW and Price RL. Atmospheric pressure-ambient temperature reduction of aflatoxin B1 in ammoniated cottonseed. *J Agr Food Chem.* 1981;29:555-558.
25. Lon Wo E. Utilización de recursos energéticos tropicales en la alimentación de las aves. V Encuentro sobre nutrición y producción de animales monogástricos. Maracay-Venezuela. 1999.
26. Brekke OL, Stringfellow AC and Peplinski A. Aflatoxin inactivation in corn by ammonia gas: laboratory trials. *J Agr Food Chem.* 1978;26:1383-1389.
27. Koltun SP, Rayner ET, Wadsworth JI and Gardner HK. Inactivation of aflatoxin in cottonseed meal by ammoniation: I. Reaction studies. *J Am Oil Chem Soc.* 1979;56:803-806.
28. Brekke OL, Sinnhuber RO, Peplinski AJ, Wales JH, Putnam GB, Lee DJ and Ciegler A. Aflatoxin in corn: ammonia inactivation and bioassay with rainbow trout. *Appl Environ Microbiol* 1977;34:34-37.
29. McKinney JD, Cavanagh GC, Bell JT, Hoversland AS, Nelson DM, Pearson J and Selkirk RJ. Effects of ammoniation on aflatoxin in rations fed lactating cows. *J Am Oil Chem Soc.* 1973;50:79-84.

Recibido:08-11-2002

Aceptado:12-06-2003

Efecto de la extrusión sobre la actividad de factores antinutricionales y digestibilidad *in vitro* de proteínas y almidón en harinas de *Canavalia ensiformis*

Nelson C. Zamora

Departamento de Fermentación, Instituto Nacional de Higiene "Rafael Rangel",
Universidad Central de Venezuela. Caracas

RESUMEN. Se evaluó el efecto del tratamiento de extrusión (155° C, 20% de humedad, velocidad del tornillo 75 rpm, velocidad de alimentación 205 g/min.) sobre la actividad de factores antinutricionales de *Canavalia ensiformis*. La digestibilidad *in vitro* de proteínas y almidón fueron ensayados. La extrusión no afectó el contenido de proteínas de las harinas (23%), pero disminuyó significativamente ($P < 0.01$) su contenido de humedad. La digestibilidad proteica *in vitro* fue mejorada desde 57.5 a 89.5%, valores muy por debajo al mostrado por la caseína (98.19%). Los valores de digestibilidad del almidón fueron mejorados desde 37.7 a 53%. La actividad de los inhibidores de proteasas (tripsina y quimotripsina) y la actividad inhibitoria de α -amilasa fueron reducidos en un 95%. La actividad hemaglutinante fue eliminada totalmente, como resultado de la alta temperatura empleada durante el proceso de extrusión. El contenido de canavanina en las harinas no fue afectado por el tratamiento de extrusión.

Palabras clave: *Canavalia ensiformis*, extrusión, harina, factores antinutricionales, digestibilidad.

SUMMARY. Effect of extrusion on the activity of antinutritional factors and *in vitro* digestibility of protein and starch in flours of *Canavalia ensiformis*. The effect of the extrusion (155° C, 20% moisture, screw speed 75 rpm, feed speed 205 g min⁻¹) on antinutritional factors of *Canavalia ensiformis* was studied. *In vitro* protein and starch digestibilities were assessed. The extrusion not affect protein content (23%) in the flours, but significantly ($P < 0.01$) decrease moisture content. The protein digestibility values were improved from 57.5 to 89.5%, these values were lower than casein (98.19%). The digestibility of starch values were improved from 37.7 to 53%. The protease inhibitors activities (trypsin and chymotrypsin) and α -amylase inhibitor activity were reduced by 95%. The haemagglutinating activity was eliminated as result of the high temperature employed during the extrusion process. The canavanine content in the flours were not affect by the treatment of extrusion.

Key words: *Canavalia ensiformis*, jack bean, extrusion, flour, antinutritional factors, digestibility.

INTRODUCCION

En países con una gran escasez de recursos financieros e insumos agrícolas, se ha hecho necesaria la búsqueda de fuentes alimentarias alternas, particularmente en base al uso de especies y variedades de poco valor comercial, las cuales son consumidas a pequeña escala y a nivel local (1). Como recurso alimenticio alternativo destacan las semillas de *Canavalia ensiformis* de origen tropical conocida con el nombre de "haba de burro", la que por su rendimiento agronómico y su elevado contenido de proteínas posee un gran potencial para la alimentación animal (2,3) y humana (4).

Las semillas de canavalia tienen un 30% de contenido de proteínas y un 60% de carbohidratos que la coloca como una importante fuente de gran valor energético y proteico (5). Es considerada como una planta rústica con altos rendimientos de granos y forraje capaz de proveer alimentos en áreas marginales, donde el cultivo de otras leguminosas

no tendría éxito (6). A pesar de las ventajas aparentes de esta especie para la producción de proteínas en los trópicos, la utilización de la canavalia ha sido limitada, debido a la presencia de ciertos factores antinutricionales, entre los que se encuentran los inhibidores de proteasas, de α -amilasas, lectinas y aminoácidos no proteicos como la L-canavanina, que reducen la calidad nutricional de las proteínas (7,8).

Es conocido el efecto positivo de algunos tratamientos como el remojo, cocción y el tostado para mejorar la calidad nutricional de la harina de las semillas de canavalia, aumentando su digestibilidad y disminuyendo los factores antinutricionales (7-9). En las últimas décadas se ha desarrollado la extrusión, como un método versátil, rápido y eficiente en la reducción de factores antinutricionales y en el aumento de la digestibilidad proteica (10). El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la extrusión sobre la actividad de factores antinutricionales y la digestibilidad *in vitro* de proteínas y almidón en la harina de granos de *Canavalia ensiformis*.

MATERIALES Y METODOS

Materiales

Las semillas de *Canavalia ensiformis*, analizadas, corresponden al genotipo Original, las cuales fueron suministradas por la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela, Maracay. Un lote de éstas semillas se molió en un molino Arthur Thomas a 60 mesh (0,25 mm). Una porción de esta harina (5 kg) fue sometida al proceso de extrusión en un extrusor semi-industrial marca The Bonno, modelo 2½, bajo las siguientes condiciones: humedad de la harina cruda 20%; temperatura 155°C; velocidad del tornillo 75 rpm; velocidad de alimentación 205 g/min. El producto obtenido de la extrusión fue molido para obtener la harina extruida.

Métodos

Extracción de las proteínas: Las proteínas solubles fueron extraídas, agitando un gramo de harina cruda o extruida en 10 ml de agua destilada durante 24 h a 4°C. Posteriormente la mezcla fue centrifugada a 10.000 rpm por 10 min. El sobrenadante se almacenó en frío para los ensayos.

Extracción de los almidones: Se procedió según el método de Sathe y Salunkhe (11).

Determinación de proteínas: La concentración de proteínas solubles fue determinado por el método de Lowry y col. (12), usando albúmina sérica bovina como patrón. El contenido de nitrógeno se determinó por el método micro-Keldhal (13), y el contenido de proteína total fue calculado multiplicando el nitrógeno obtenido por el factor 6,25.

Determinación de almidón: La concentración de almidón en las harinas, fue determinado por el método de Theander y Westerlund (14). Donde el almidón fue digerido con una amilasa termo estable de origen bacteriano (Termamyl) y la enzima amilo-glucosidasa (EC 3.2.1.3).

Factores antinutricionales: a) Inhibidor de tripsina: La actividad inhibitoria de tripsina se determinó por el método de Kakade y col. (15), usando benzoil-DL-arginina-p-nitroanilida (BAPNA) como sustrato. b) Inhibidor de quimotripsina: La actividad inhibitoria de la quimotripsina fue determinado por el método descrito por Kakade y col. (16), utilizando como sustrato caseína al 2%. c) Inhibición de α -amilasa: La actividad inhibitoria de la α -amilasa se determinó por el método de Bernfeld (17). d) Título hemaglutinante: Se realizó por el método señalado por Jaffé y Brucher (18), utilizando eritrocitos lavados de sangre de conejo sin tratamiento enzimático previo y pre-tratados con pronasa y tripsina. e) Canavanina: Se determinó por el método

colorimétrico de Rosenthal (19), usando el reactivo pentacianoaminoferrato al 1%.

Digestibilidad proteica in vitro: Se procedió según el método de Akenson y Stahmann (20), utilizando la caseína como proteína patrón. Suspensiones de almidón de papa (Sigma Chemical Co., St. Louis, MO), la cual fueron cocida durante 20 min en baño maría, fueron ensayados como referencia. La digestibilidad fue calculada mediante la ecuación:

$$\% \text{ Digestibilidad} = \text{N digerido} / \text{N total} \times 100$$

Digestibilidad del almidón in vitro: Se realizó mediante el método de Singh y col. (21), utilizando amilasa pancreática porcina y midiendo la maltosa liberada. La digestibilidad fue calculada mediante la ecuación:

$$\% \text{ Digestibilidad} = (\text{Maltosa liberada (mg)} \times 0,9 \times 15 \text{ ml}) / (\text{120 mg de almidón} \times 0,2 \text{ ml}) \times 100$$

Tratamiento de diálisis: Se prepararon suspensiones mezclando la harina cruda y extruida con agua destilada en una proporción 1:20 (harina:agua), las cuales fueron colocadas en membrana de diálisis de celulosa natural, dializándose contra agua destilada por 72 h con 8 cambios de agua.

Análisis estadísticos: Los resultados fueron dados como la media \pm desviación estándar, donde se usó la Prueba t student para comparar las medias de la harina cruda y tratada, utilizando el programa Number Cruncher Statistical System (Versión 4,22) para Computadoras IBM, elaborado por Jerry L. Hintze, Kaysville, Utah, 1986. La diferencia de significación estadística fue definida como $P < 0,01$.

RESULTADOS Y DISCUSION

Composición química de la harina cruda y extruida de *Canavalia ensiformis*

El contenido de proteínas, almidones y humedad en las harinas cruda y extruida se muestra en la Tabla 1. El proceso de extrusión no afectó el contenido de proteínas de la harina, pero disminuyó significativamente su contenido de humedad y se observó un incremento del 10% en la fracción de almidón en la harina tratada. Los valores de proteína total obtenidos para la harina cruda y tratada de canavalia, son bajos en comparación a otros estudios que en promedio reportan un 31%. Estas diferencias pueden deberse a las condiciones ambientales que prevalecieron durante el desarrollo del cultivar Original y madurez de la semilla. Al comparar los resultados obtenidos con otros genotipos de canavalia, el

menor valor proteico corresponde al genotipo Original (22-24).

TABLA 1

Contenido total de proteínas, humedad y almidón en harina cruda y extruida de *Canavalia ensiformis*

Muestra	Proteína total (g/100g)	Humedad (g/100g)	Almidón (g/100g)
Harina Cruda	23.39 ± 0.16	17.70 ± 0.19	56.70 ± 0.97
Harina Extruida	23.28 ± 0.15	10.90 ± 0.08 (a)	65.06 ± 1.52 (a)
Caseína	88.52 ± 0.51	11.80 ± 0.32	—

Los valores son las medias ± la desviación estándar de 5 determinaciones. La muestra de caseína fue incluida en el análisis como proteína patrón.

(a) Significativamente diferente ($P < 0.01$) del valor obtenido para la harina cruda.

En la harina tratada (Tabla 2), se observó una contaminación de la fracción de almidón con proteínas que alcanzó un valor de 20%. Esto puede atribuirse a la desnaturalización de las proteínas de la harina durante el tratamiento, por lo que el almidón permanece atrapado en la matriz proteica, resultando en una fracción relativamente insoluble, que co-purifica, resultando difícil la separación por el procedimiento usado en este trabajo (25).

TABLA 2

Contenido de proteínas de la fracción de almidones en harina cruda y extruida de *Canavalia ensiformis*

Almidón de	Proteínas (g/100g)
Harina cruda	0.84 ± 0.04
Harina cruda dializada	0.92 ± 0.04
Harina extruida	20.10 ± 0.36
Harina extruida dializada	19.54 ± 0.41

Los valores son las medias ± la desviación estándar de 6 determinaciones.

Digestibilidad in vitro de proteínas y almidones

Como se presenta en la Tabla 3, el proceso de extrusión aumentó la digestibilidad proteica in vitro de las harinas de 57,5 a 89,5%. No obstante, la digestibilidad de las proteínas de ambos tipos de harinas fue significativamente menor que el de la caseína (98.19%) utilizada como patrón de referencia. El valor de digestibilidad proteica de la harina cruda resultó ser mayor al reportado por Gómez (7), quien obtuvo un 50% de digestibilidad in vitro en la harina cruda del genotipo

Original. Esta diferencia son probablemente debido a condiciones del cultivo y madurez de la semilla. La baja digestibilidad proteica de la harina cruda de canavalia al igual que la de otras leguminosas; quizás pueda deberse a su resistencia al ataque proteolítico y a la presencia de factores inhibidores de proteasas (7).

TABLA 3

Digestibilidad in vitro de proteínas y almidones

Muestra	Digestibilidad proteínas (g/100g)	Digestibilidad almidones (g/100g)
Harina Cruda	57.52 ± 1.01 ^a	37.74 ± 0.95
Harina Extruida	89.46 ± 1.16 ^{a,b}	53.03 ± 1.32
Caseína	98.19 ± 0.50	—
Almidón	—	—
Papa crudo	—	46.43 ± 1.03
Almidón	—	—
Papa cocido	—	61.31 ± 3.70

Los valores son las medias ± la desviación estándar de 3 o 4 determinaciones. La muestra de caseína fue incluida en el análisis como proteína patrón.

a. Significativamente diferente ($P < 0.01$) comparado con la caseína
b. Significativamente diferente ($P < 0.01$) comparado con la harina cruda.

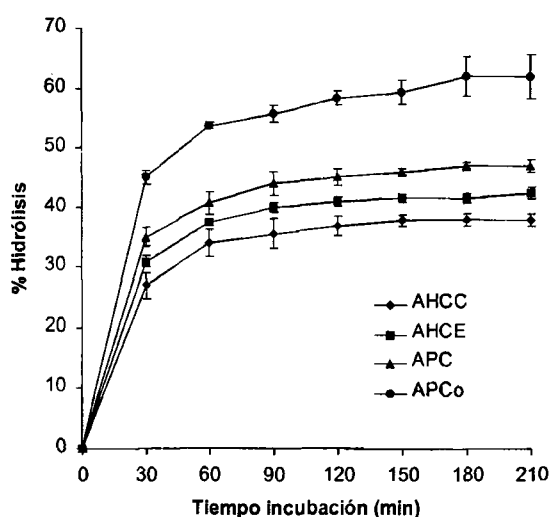
En la Tabla 3, se presenta el efecto de la extrusión sobre la digestibilidad in vitro de los almidones de canavalia. El tratamiento aumentó significativamente la digestibilidad del almidón desde 37,7 hasta 53%. La digestibilidad del almidón de la harina extruida fue significativamente mayor, que la digestibilidad del almidón de papa crudo usado como referencia, pero también menor que la del almidón de papa cocido usado como referencia. De acuerdo, a la naturaleza del almidón este puede formar complejos almidón-proteínas que son digeridos más lentamente que el almidón no acomplejado (25). La presencia de proteínas en la fracción de almidón (Tabla 2), aislada de la harina extruida pueden en parte, contribuir a la baja digestibilidad in vitro de este carbohidrato.

La cinética de hidrólisis de los almidones de papa y canavalia se presenta en la Figura 1. En los resultados obtenidos, se observó intensa degradación durante los primeros 30 minutos, con ligeros incrementos hasta los 210 minutos de incubación. El almidón de papa crudo fue más digerible que el almidón de canavalia crudo, y el almidón de papa cocido se degradó en mayor proporción que el almidón de canavalia extruida. Se ha reportado, que las harinas de canavalia son relativamente ricas en amilosa,

alrededor de un 37.5% (26,27), la cual restringe la susceptibilidad del almidón al ataque amilolítico. Los resultados obtenidos confirman el hallazgo referente a que los almidones de las leguminosas son resistentes a la hidrólisis enzimática (27,28).

FIGURA 1

Cinética de hidrólisis de almidones tratados y no tratados de papa y *Canavalia ensiformis*: (◆), almidón de harina canavalia cruda; (□), almidón de harina canavalia extruida; (△), almidón de papa crudo; (○), almidón de papa cocido. Las barras indican la desviación estándar de las medias;



Factores antinutricionales

Por efecto de la extrusión, las actividades inhibitorias de tripsina, quimotripsina y α -amilasa disminuyeron hasta un 95% (Tabla 4). Estudios en diferentes leguminosas muestran que por medio de la cocción, se puede reducir significativamente la actividad de los inhibidores, pero persiste una actividad residual de los inhibidores de proteasas atribuido a la presencia de factores termoestables, los cuales parecen aumentar con el tratamiento (7). El tratamiento de extrusión parece ser muy efectivo para reducir los inhibidores de tripsina, quimotripsina y α -amilasa, sin modificar el contenido proteico en las harinas tratadas de canavalia; quizás esto pueda deberse a los principios físicos y mecánicos del tratamiento (10).

Efecto de la extrusión sobre la actividad hemaglutinante

En la Tabla 5, se presenta el efecto del tratamiento de extrusión sobre la actividad hemaglutinante de las harinas de canavalia. En comparación a los eritrocitos no tratados,

la incubación de estos con tripsina y con pronasa aumentó sustancialmente el título hemaglutinante de los extractos acuosos de la harina cruda, indicando que estos tratamientos aumentan la sensibilidad de los eritrocitos de conejo frente a la Concanavalina A. El tratamiento de extrusión fue efectivo para eliminar la actividad hemaglutinante presente en la harina cruda de canavalia, de tal forma que esta no pudo ser detectada en los eritrocitos activados con enzimas proteolíticas. Estos resultados concuerdan con los expuestos por otros autores (28,29), quienes encontraron una alta sensibilidad de las hemaglutininas a los tratamientos térmicos debido a su naturaleza proteica.

TABLA 4

Efecto de la extrusión sobre la actividad inhibitoria de tripsina, quimotripsina y α -amilasa

Actividad inhibitoria (U/mg)	Harina cruda	Harina extruida	Inactivación (%)
Tripsina	27.40 \pm 0.22	1.40 \pm 0.19	95.00 \pm 0.65
Quimotripsina	21.05 \pm 0.06	0.21 \pm 0.04	99.00 \pm 0.15
α -amilasa	7.10 \pm 0.53	0.21 \pm 0.05	97.00 \pm 0.76

Los valores son las medias \pm la desviación estándar de 3 determinaciones.

TABLA 5

Actividad hemaglutinante en extractos de harina cruda y extruida de *Canavalia ensiformis*

Harina	Título hemaglutinante *		
	Tratamiento de los eritrocitos		
	Ninguno	Tripsina	pronasa
Cruda	16	19	26
Extruida	ND	ND	ND

* Los valores corresponden a la alta dilución donde se observa hemaglutinación macroscópica en 1 h.

ND. No Detectable

El contenido de canavanina de las harinas de canavalia

El tratamiento de extrusión no alteró el contenido de la canavanina (Tabla 6). Por su parte, el tratamiento de diálisis, disminuyó el contenido de canavanina de las muestras hasta valores cercanos al límite de detección del método utilizado. Los resultados de la Tabla 6 son similares a los reportados

por Tepal y col. (29). Debido a que la temperatura de descomposición de la canavanina es de 184°C, resulta razonable que el tratamiento de extrusión realizado a 155°C no afectó el contenido de este aminoácido. El ligero incremento reportado en la Tabla 6, puede deberse al menor contenido de humedad de la harina extruida (Tabla 1) o a que el método de detección de la canavanina no es 100% específico, pudiendo detectar productos de su descomposición, ya que este método ha sido criticado por carecer de una especificidad absoluta y un umbral elevado de sensibilidad (30).

TABLA 6
Contenido de canavanina en harinas crudas y extruidas de *Canavalia ensiformis*

Harina	Canavanina (g/100g)
Cruda	4.42 ± 0.01
Cruda dializada	0.15 ± 0.01
Extruida	4.71 ± 0.07
Extruida dializada	0.15 ± 0.01

Los valores son las medias ± la desviación estándar de 4 determinaciones.

Los resultados obtenidos con las harinas dializadas, confirman estudios previos los cuales mencionan que la descomposición del aminoácido podría conseguirse mediante remojo prolongado a temperaturas superiores a 184°C (7,31). Además se ha observado la disminución en la concentración de canavanina cuando el grano es sometido a remojo, debido a la solubilidad del aminoácido en agua, lo que permitiría su pérdida en las aguas de remojo, esto puede ser debido a que durante el proceso se logra un mejor contacto entre las partículas de la harina y el calor (7,10,31).

En general, los resultados indican que el efecto de la extrusión de la harina de canavalia, bajo las condiciones usadas, fue sumamente efectivo para la reducción de inhibidores de proteasas, inhibidores de α -amilasas, hemaglutininas y aumentar la digestibilidad in vitro de proteínas y almidones, sin modificar el contenido proteico y la canavanina. Los resultados demuestran claramente la importancia de continuar investigaciones para mejorar la calidad nutricional de los granos de canavalia, con la finalidad de su incorporación en la alimentación animal y/o humana.

AGRADECIMIENTOS

El autor agradece al Dr. Andrés Carmona la constante ayuda prestada, así como sus valiosas observaciones durante la realización de este trabajo. Igualmente, el Grupo de

Bioquímica y Nutrición, Instituto de Biología Experimental, Universidad Central de Venezuela, por posibilitar el uso de sus laboratorios para la realización de este trabajo.

REFERENCIAS

1. Molina M, Bressani R y Elias LG. Non conventional legume grains proteins sources. *Food Technol.* 1977;5:188-190.
2. Risso JF y Montilla JJ. Harina de granos de *Canavalia ensiformis* L (DC) cruda, almacenada en medio alcalino, autoclavada o extruida, en dietas para cerdos en crecimiento. *Arch Latinoamer Nutr.* 1992;42(3):268-274.
3. Vargas RE, Castillo M y Michelangeli C. Efectos de la melaza de caña sobre el valor nutricional de los granos de *Canavalia ensiformis* en pollos de engorde. *Arch Latinoamer Nutr.* 1996;46(2):163-168.
4. Chel-Guerrero L, Pérez-Flores V, Betancur-Ancona D y Dávila-Ortiz G. Functional properties of flours and protein isolates from *Phaseolus lunatus* and *Canavalia ensiformis* seeds. *J Agric Food Chem.* 2002;50:584-591.
5. Udedibie ABI. Nutritional evaluation of Jackbean (*C. ensiformis*) for the Nigerian poultry industry. *Ambio.* 1990;19:361-365.
6. Viera J y Díaz Y. El cultivo de Canavalia. *Agronomía al Día.* 1:1. Universidad Central de Venezuela. Maracay. 1988.
7. Gómez-Sotillo A. Efectos de tratamientos físicos y químicos sobre factores antinutricionales presentes en las semillas de *Canavalia ensiformis*. Digestibilidad *in vivo e in vitro*. Tesis de Postgrado en Botánica. Facultad de Ciencias. Universidad Central de Venezuela. Caracas. 1990;163.
8. Michelangeli C y Vargas RE. L-canavanine influences feed intake, basic plasma amino acids and kidney arginase activity in chicks. *J Nutrition.* 1994;124:1084-1087.
9. Bressani R y Sosa JL. Effect of processing on the nutritive value of canavalia jack beans (*Canavalia ensiformis*). *Plant Foods Human Nutr.* 1990;40:207-214.
10. Cheftel JC. Nutritional effects of extrusion-cooking. *Food Chem.* 1998;20:263-283.
11. Sathe SK y Salunkhe DK. Isolation, partial characterization and modification of the greath northern bean (*Phaseolus vulgaris*) starch. *J Food Sci.* 1981;46(4):617-621.
12. Lowry OH, Rosebrough NJ, Farr AL y Randall RJ. Protein measurement with the folin phenol reagent. *J Biol Chem.* 1951;193:265-275.
13. Association of Official Analytical Chemists (A.O.A.C). Official methods of analysis. 13th Ed. Washington D.C.1980;850.
14. Theander O y Westerlund EA. Studies on dietary fiber. 3. Improved procedures for analysis of dietary fiber. *J Agric Food Sci.* 1986;34:330-336.
15. Kakade ML, Simon N y Liener IE. An evaluation of natural vs. Synthetic substrates for measuring the antitryptic activity of soy-bean samples. *Cereal Chem.* 1969;46:518-526.
16. Kakade ML, Swenson DH y Liener IE. Note on the determination of chymotrypsin and chymotrypsin inhibitor activity using casein. *Anal Biochem.* 1970;33:225-230.

17. Bernfeld P. Amylases, α and β . *Methods Enzymol.* 1955;1:149-158.
18. Jaffé WG y Brucher O. Toxicidad y especificidad de diferentes fitohemaglutininas de frijoles (*Phaseolus vulgaris*). *Arch Latinoamer Nutr.* 1972;22:267-281.
19. Rosenthal GA. Preparation and colorimetric analysis of L-canavanine. *Anal Biochem.* 1972;77:147-151.
20. Akerson WR y Stahmann MA. A pepsin pancreatin digest index of protein quality evaluation. *J Nutrition.* 1964;83:257-260.
21. Singh U, Kherdekar MS y Jambunathan R. Studies on desi and kabuli chickpea (*Cicer arietinum*) cultivars; The levels of amylase inhibitors, levels of oligosaccharides and in vitro starch digestibility. *J Food Sci.* 1982;47:510-512.
22. Ramírez MAO y Ortiz de Bertorelli L. Características químicas y nutricionales del grano de cinco (5) genotipos de *Canavalia ensiformis*. *Arch Latinoamer Nutr.* 1997;47(3):234-236.
23. Ramírez MAO y Ortiz de Bertorelli L. Estudio de algunas características de las proteínas de canavalia. *Arch Latinoamer Nutr.* 2000;50(1):69-73.
24. Ortiz de Bertorelli L y Ramírez A. Estudio electroforético de las albúminas y globulinas de cuatro genotipos de *Canavalia ensiformis*. *Arch Latinoamer Nutr.* 2000;50(1):74-80.
25. Thorne MJ, Thompson LU y Jenkins DJA. Factors affecting starch digestibility and the glycemic response with special reference to legumes. *Am J Clin Nutr.* 1983;38:481-488.
26. Betancur AD y Chel-Guerrero L. Acid hydrolysis and characterization of *Canavalia ensiformis* starch. *J Agric Food Chem.* 1997;45:4237-4241.
27. Tovar J, Bjorck I y Asp NG. Incomplete digestion of legume starches in rats: A study of precooked flours containing retrograded and physically inaccessible starch fractions. *J Nutrition.* 1992;122:1500-1507.
28. Pacheco de Delahaye E, Mata J, Michelangeli C y Viera J. Valor nutricional y contenido de factores antinutricionales de harinas precocidas de granos de *Canavalia ensiformis*. *Acta Científica Venezolana.* 1995;46:125-128.
29. Tepal JA, Castellanos R y Larios A. Detoxification of jack beans (*Canavalia ensiformis*): I. Extrusion and canavanine elimination. *J Sci Food Agric.* 1994;66:373-379.
30. Oropeza C, Alpizar I, Loyola-Vargas VM, Quiroz J y Scorer K. Determination of L-canavanine and L-canaline in plant tissues by high performance liquid chromatography. *J Chromatography.* 1988;456:405-409.
31. Michelangeli C. Efecto de varios tratamientos sobre factores antinutricionales de *Canavalia ensiformis* incluida en dietas para pollos en crecimiento. Trabajo de Ascenso. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Central de Venezuela. Maracay. 1984.

Recibido: 31-07-2002

Aceptado: 30-04-2003

Estudio de maduración de queso Chanco bajo en grasa elaborado con leche homogeneizada

Carmen Brito C., Ximena Manríquez A., Luz Haydée Molina C. y Manuel Pinto C.

Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Austral de Chile

RESUMEN. El presente estudio tuvo por objetivo evaluar la influencia del uso de homogeneización de diferentes proporciones de leche - que permite aumentar rendimientos en el proceso y probablemente mejorar la calidad sensorial del producto - sobre la maduración del queso Chanco bajo en grasa. Se estudiaron 5 tratamientos (3 repeticiones), dos de los cuales fueron testigos (uno de grasa normal y otro bajo en grasa), los otros 3 tratamientos fueron: bajos en grasa, con leche parcialmente homogeneizada en concentraciones de 12.5; 25 y 50%, del volumen total de leche. Por metodología estandarizada se estudió la evolución de la maduración en términos de humedad, materia grasa, proteína, índice de maduración (NS/NT%), lipólisis (ADV), pH, calidad sensorial y microestructura del producto. Los tratamientos de baja grasa con leche homogeneizada presentaron menores pérdidas de grasa en el suero, consecuentemente los rendimientos aumentaron. El estudio permitió conocer el perfil de maduración del queso Chanco bajo en grasa, así, se observó que los tratamientos de baja grasa con homogeneización mostraron mayor lipólisis que el testigo de baja grasa sin homogeneizar, aun cuando fue menor que el tratamiento testigo de grasa normal, pero no se evidenció diferencias respecto a la proteólisis. Los tratamientos de baja grasa con leche homogeneizada no mejoraron el sabor ni la firmeza de los quesos, probablemente debido al corto período de maduración normal de esta variedad (21 días), aunque el tratamiento 3 presentó ciertas ventajas que podrían potenciarse aplicando simultáneamente otras ayudas tecnológicas.

Palabras clave: Queso, Chanco, baja grasa, maduración.

SUMMARY. *Maturation study of low fat Chanco cheese made with homogenized milk.* The purpose of this study was to evaluate the influence the use of homogenization of different proportions of milk - which allow to increase the yield in the process and probably to improve sensorial characteristics of the cheese - has on the ripening of low fat Chanco cheese. Five treatments (three replicates each) were studied, two corresponded to control (normal fat and low fat) and the other three treatments were low fat using partially homogenized milk in the following percentages of the total volume of milk; 12.5, 25 and 50%. Standard methodology was used to monitor the evolution of ripening in terms of moisture, fat and total protein content, ripening index (NS/NT%), lipolysis (ADV), pH, sensorial quality and micro structure of the product. The low fat treatments with homogenized milk showed less fat losses in the whey and consequently increased yields. This study allowed us to know the low fat Chanco cheese maturation profile, low fat treatments with homogenisation showed a higher degree of lipolysis than the non - homogenized low-fat control although it was lower than normal fat control. No differences in terms of the development of proteolysis were observed. The low - fat homogenized treatments did not show improvement in the flavor neither in the cheese firmness probably due to the short ripening period (21 days) of this cheese variety, nevertheless T3 presented some advantages which could be improved applying simultaneously another technological helps.

Key words: Cheese, Chanco, low fat, ripening.

INTRODUCCION

El Chanco, típico de Chile, es un queso madurado que se elabora con leche bovina y cuya producción se remonta a los inicios del siglo XVI. Se define como un queso de consistencia semiblanda, cuerpo cremoso o mantecoso, con abundantes ojos pequeños e irregulares, masa blanca amarillenta, de corteza delgada y seca, con un peso de 8 a 10 kg y relativamente corta maduración 21 días (1-3). Actualmente se elabora bajo dos condiciones: a nivel rural, generalmente a partir de leche cruda o pasteurizada con toda su grasa; y a nivel industrial con leche pasteurizada entera o parcialmente descremada, con el procedimiento tecnológico indicado por Brito (3), que no incluye homogeneización de

la leche (1,2). Es un producto de consumo interno y se estima que constituye, junto con el "Gouda chileno", alrededor del 60% de la producción nacional de quesos madurados industriales (4), la cual en el año 2002 fue de 53 mil toneladas (5), lo que da una disponibilidad de 4,2 kg per cápita, incluyendo la producción rural.

La demanda de alimentos bajos en grasas, particularmente grasas saturadas, está aumentando considerablemente en la mayoría de los países por razones de salud pública (6,7), por lo tanto, la elaboración de quesos de reducida grasa es una interesante alternativa de diversificación industrial en el mundo. En Chile, es aún incipiente la producción de este tipo de quesos y en particular no hay estudios sobre el Chanco bajo en grasa.

No obstante, es bien conocido que los quesos bajos en grasa, en general presentan una serie de defectos sensoriales como: excesiva firmeza y elasticidad, además de menor sabor. La reducción del contenido de grasa en queso Chanco en particular, caracterizado y preferido por su consistencia suave y mantecosa, podría afectar seriamente su calidad sensorial, sin embargo, aquello podría superarse aplicando algunas medidas tecnológicas (8-10). Consecuentemente, el presente estudio se planteó la siguiente hipótesis: *“El aumento del área superficial de los glóbulos grasos ocasionado por la operación de homogeneización de la leche, optimiza la lubricación otorgada por éstos dentro de la matriz proteica de la cuajada y, por ende, mejora la consistencia del queso bajo en grasa. Su gusto y olor se incrementan igualmente, por la mayor susceptibilidad de la materia grasa al proceso de lipólisis y de la proteína a una proteólisis más intensa”*.

El objetivo general de este estudio fue: evaluar la influencia de la homogeneización de diferentes proporciones de leche (conteniendo toda la grasa requerida en el producto), sobre la maduración de queso Chanco bajo en grasa.

MATERIAL Y METODO

Tratamientos

Se estudiaron 5 tratamientos con 3 repeticiones de cada uno, de los cuales dos fueron testigos:

T1: Testigo 1. Chanco de grasa normal, elaborado con leche de 3.2% de materia grasa (MG), sin uso de homogeneización.

T2: Testigo 2. Chanco de baja grasa, elaborado con leche de 1.6% MG, sin homogeneización.

T3: Tratamiento de bajo contenido de grasa, leche con 1.6% MG, de la cual 87.5% corresponde a leche descremada (LD) sin homogeneizar y 12.5% a leche homogeneizada (12.8% MG)

T4: Tratamiento de bajo contenido de grasa, leche con 1.6% MG, de la cual 75% corresponde a LD sin homogeneizar y 25% a leche homogeneizada (6.4% MG)

T5: Tratamiento de bajo contenido de grasa, leche con 1.6% MG, de la cual 50% corresponde a LD sin homogeneizar y 50% a leche homogeneizada (3.2% MG)

El contenido de grasa de la porción de leche homogeneizada corresponde al cálculo teórico para lograr un 1.6% de MG en la leche de los tratamientos T3, T4 y T5.

La operación de homogeneización de la leche se realizó en dos etapas: 175 y 35 kg/cm² y a una temperatura de 50°C, en un equipo de marca Rannie.

Protocolo de elaboración de los quesos

Los quesos se elaboraron en tinas de doble pared (160 L), donde la leche pasteurizada se llevó hasta 32°C, se agregó el cultivo láctico mesófilo aromático LD liofilizado DVS, de

nombre comercial “cultivo mesófilo mixto CHN-22” de Ch’Hansen Lab, compuesto por cepas de *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lactococcus lactis* subsp. biovar *diacetylactis* y *Leuconostoc cremoris*, a continuación la leche se mantiene en reposo por 20 min (maduración a 32°C) y luego se le añadió cuajo líquido de nombre comercial “Chymax”, de Pfizer Inc., en una dosis de 12 mL/100 L de leche. Después de la coagulación, la cuajada se cortó en cubos de 1cm³ y se dejó reposar, luego de una primera agitación y un desuerado parcial, se realizó la cocción de la cuajada a una temperatura de 38°C por 20 min; posterior al desuerado total la masa se aireó y se saló. Finalmente se llevó a moldes de acero inoxidable y se prensó en 3 etapas: 50 kg por 1 h, 100 kg por 1 h y 175 kg por 30 min. De cada tina se obtuvieron 2 quesos de forma rectangular (40 x 25 x 8 cm aproximadamente) y con un peso promedio de 7,3 kg cada uno, posteriormente al prensado se salaron por 12 h en baños de salmuera, para finalmente proceder a su maduración por 6 semanas, en cámara de 12°C a 75 - 80% de humedad relativa. Los quesos se voltearon diariamente durante la primera semana y 3 veces por semana posteriormente, según Brito (3).

Métodos de análisis

Se realizó un estudio de la evolución de maduración en los quesos, mediante análisis físicos y químicos (en duplicado), a los 0, 2, 4 y 6 semanas de maduración. Los análisis realizados usaron principalmente métodos de la Federación Internacional de Lechería (FIL- IDF) y las normas del Instituto Nacional de Normalización de Chile (INN). Los análisis realizados fueron: determinación de humedad por diferencia con los sólidos totales (11), materia grasa (12), nitrógeno total (13), pH (14), nitrógeno soluble: obtención del extracto según Vakaleris y Price (15) y determinación del contenido de nitrógeno en éste (13), valor del índice de acidez (ADV) según Deeth y Fitzgerald (16). Para realizar estos análisis, excepto pH que se determinó directamente desde la masa del queso, se tomaron muestras con un sacabocado (70 g aproximadamente), que fueron ralladas para su análisis. Las muestras a las 0 y 2 semanas se tomaron de una unidad de queso y a las 4 y 6 semanas de la otra unidad.

La evaluación sensorial se realizó a las 2 y 6 semanas de maduración, por un grupo de 7 panelistas, quienes evaluaron los atributos de gusto, aroma y cuerpo, este último se determinó a través de los atributos de firmeza y adhesividad. Se aplicó una prueba descriptiva, con escala de 9 puntos (17).

La estructura de los quesos se estudió mediante microscopía de transmisión (estructural) a las 2, 4 y 6 semanas de maduración, en un microscopio electrónico modelo H-700H, japonés, año 1982. La preparación de la muestra se realizó de acuerdo a Hayat (18).

Análisis estadístico

Los resultados se sometieron a un análisis de varianza multifactorial con un nivel de significancia del 5%, previo test de Cochran y Bartlett para validar el análisis, en caso de ser negativa la hipótesis de homogeneidad de las desviaciones estándar se usó prueba de Kruskal Wallis. Además, se realizó la prueba de comparación múltiple (LSD) o comparación en base a las medianas de los grupos (gráfica "Box & Whister Plot"), para determinar la significancia de las diferencias entre tratamientos. Los análisis señalados se realizaron mediante el software Statgraphics Plus versión 2.0 para Windows.

RESULTADOS Y DISCUSION

Características físicas y químicas de los quesos

Respecto a la humedad sobre queso Chanco desgrasado, existió diferencias significativas ($P < 0,05$) entre los tratamientos (Tabla 1). T2 presentó un contenido promedio de humedad sobre queso desgrasado inferior a todos los tratamientos, T1 no fue diferente a T3, y ambos resultaron superiores y estadísticamente diferentes a T2, T4 y T5, con un valor de humedad de 63,67%, dentro del marco señalado en NCh 2090 (1). Por lo tanto, los tratamientos con homogeneización de la leche lograron elevar la retención de humedad a valores por sobre el testigo de baja grasa (sin homogeneizar) y resultaron más cercanos al testigo con toda la grasa, especialmente T3, que resultó estadísticamente igual a este testigo ($P > 0,05$).

TABLA 1
Caracterización composicional de los quesos
a las 6 semanas de maduración (*), g/100g

Tratamiento	Humedad/ queso desgrasado	Materia grasa/ base seca	Proteína total
T1	63,67 ^a	50,45 ^a	24,05 ^c
T2	56,93 ^c	31,19 ^c	31,77 ^a
T3	62,57 ^a	36,35 ^b	28,28 ^b
T4	59,58 ^b	35,06 ^b	29,82 ^b
T5	59,70 ^b	35,24 ^b	29,45 ^b

(*)Promedio de 3 repeticiones y dos duplicados

(**)En cada columna letras distintas indican diferencias significativas, al 5% (LSD)

El testigo T1 a las 6 semanas de maduración, presentó un contenido de materia grasa sobre base seca (MGBS) dentro del 50-51%, especificación señalada en la literatura para esta variedad de queso (3) y cumplió también con NCh 2090 (1). Además, se detectó diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0,05$), siendo T1 diferente de T2 y ambos diferentes del grupo de tratamientos T3 a T5, iguales entre

sí. El testigo de grasa normal presentó el mayor contenido de MGBS, entre los tratamientos de reducida grasa aquellos elaborados con uso de homogeneización presentaron los mayores valores. Algunos investigadores han encontrado similares resultados en queso Mozzarella, esto podría explicarse sobre la idea que la homogeneización de la leche disminuye las pérdidas de grasa en el suero debido probablemente a la formación de un complejo grasa - caseína en quesos elaborados con leche homogeneizada (9,10,19). Paralelamente, en el estudio del proceso realizado en la primera parte de esta investigación se determinó menor pérdida de grasa en los quesos elaborados con leche homogeneizada. (20)

El contenido de proteína total a las 6 semanas de maduración presentó diferencias significativas ($P < 0,05$) entre los tratamientos, T1 fue diferente de T2 y ambos diferentes del grupo T3, T4, T5, iguales entre sí, siendo menor en T1 que en los tratamientos de reducida grasa, los tratamientos elaborados con uso de homogeneización presentaron contenidos de proteína inferiores al de T2.

Evolución del pH

El pH inicial de los quesos varió entre 5,15 y 5,27; lo que es muy cercano al 5,2 señalado por Brito *et al.* (2) para la variedad queso Chanco, luego durante la maduración la evolución del pH muestra un aumento en todos los tratamientos (Figura 1). En este período, el pH del queso se eleva debido a la liberación de algunos aminoácidos básicos, NH_3 y por descomposición del lactato la sal del ácido láctico, con lo cual en quesos semiduros el pH puede subir desde 5,2 hasta 5,7 (21). Un estudio realizado sobre queso Chanco de Campo, en etapa de comercialización, señala un pH promedio de $5,42 \pm 0,21$ (25) y NCh 2090 (1) indica valores de 5,2-5,4. En el presente estudio se evidenció diferencias significativas ($P < 0,05$) entre los 5 tratamientos respecto del pH (promedio de las 4 etapas), donde T1 presentó un pH inferior al de los tratamientos de reducida grasa, sin embargo en todos ellos el pH se incrementó a medida que avanzaba el tiempo de maduración, presentando valores entre 5.15 y 5.27 a inicios de maduración y entre 5.31 y 5.61 a término de la misma.

Caracterización de las degradaciones bioquímicas en la maduración de queso Chanco

Evolución de la lipólisis

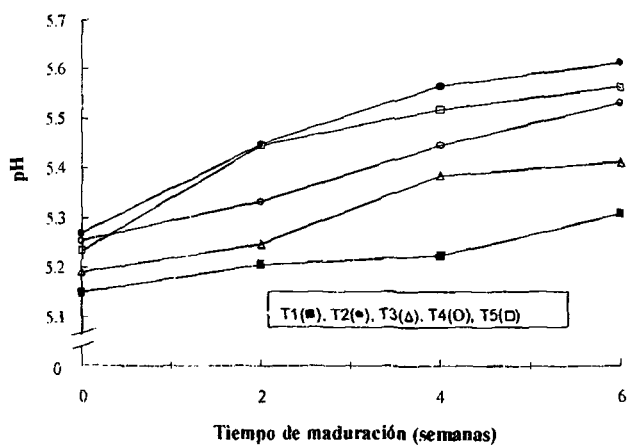
En Tabla 2 y Figura 2, se visualiza la evolución del ADV para los tratamientos, en esta se observa un aumento sostenido de éste en todos los casos, lo que evidencia la liberación de ácidos grasos durante el curso de la maduración de los quesos.

Debido al corto tiempo de maduración y al tipo de cultivo que se usa en el queso Chanco, la variedad de grasa total

generalmente no presenta una gran extensión de la lipólisis, además no existen valores de referencia para el ADV específico en Chanco. De acuerdo a Deeth y Fitzgerald (16), en queso Cheddar de buena calidad el ADV va entre 1,2 y 1,8; en tanto que se detectan sabores rancios o butíricos con valores de ADV sobre 3,0; sin embargo, se debe considerar que por su larga maduración (aproximadamente 1 año), en forma normal en esa variedad de queso se desarrolla una mayor lipólisis que en el Chanco; en el presente estudio los valores obtenidos para 0 y 6 semanas, en todos los tratamientos, fueron bastante inferiores al valor 3 de ADV señalado como riesgoso en la calidad de queso Cheddar.

FIGURA 1

Evolución del pH durante la maduración de queso Chanco



Los promedios del ADV presentaron diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0,05$), aquellos elaborados con leche homogeneizada mostraron valores promedio mayores que ambos testigos, los cuales no presentaron diferencia entre sí en el valor promedio de los cuatro tiempos evaluados. No obstante, el incremento de ADV (Tabla 2) presentó diferencias significativas entre el testigo bajo en grasa (sin homogeneizar) y los tratamientos con homogeneización, los cuales resultaron estadísticamente iguales al testigo con toda su grasa. Lo anterior indicaría que la homogeneización parcial de la leche aumenta en forma significativa la lipólisis desarrollada durante la maduración del queso Chanco de baja grasa, esto concuerda con los resultados obtenidos en queso Cheddar de baja grasa y quesos Azul, Domiati y Cheddar de contenido graso normal (9,10). Además, se ha señalado que la homogeneización de la leche ocasiona una muy fuerte activación de la lipólisis, debido a que la nueva membrana de los glóbulos grasos es menos estructurada y más permeable que la natural, lo que la hace más vulnerable a los procesos degradativos (9).

TABLA 2

Valor del Índice de Acidez (ADV) y su incremento durante el período de maduración

Tratamiento	ADV (*)	Incremento ADV (**)
T1	1,114 ^c	0,730 ^a
T2	1,094 ^c	0,465 ^b
T3	2,191 ^a	0,816 ^a
T4	2,004 ^{ab}	0,723 ^a
T5	1,892 ^b	0,722 ^a

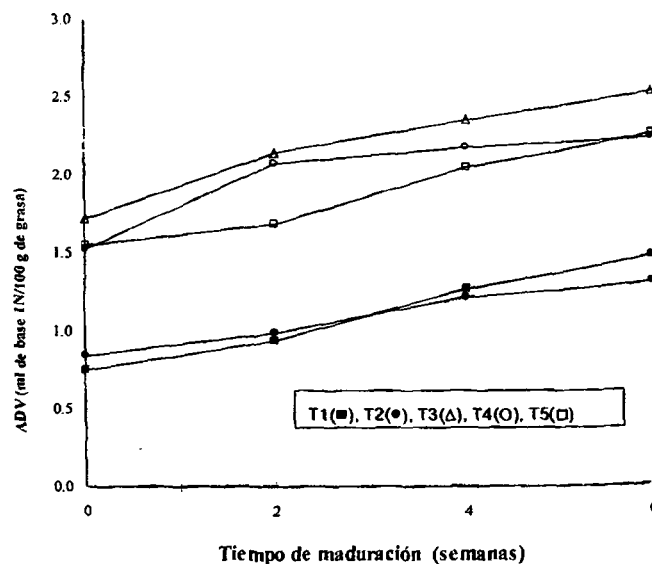
(*) Promedio de los cuatro tiempos evaluados (3 repeticiones por tratamiento)

(**) Promedio de tres repeticiones

^{a, b, c} En cada columna letras distintas indican diferencias significativas, al 5% (LSD)

FIGURA 2

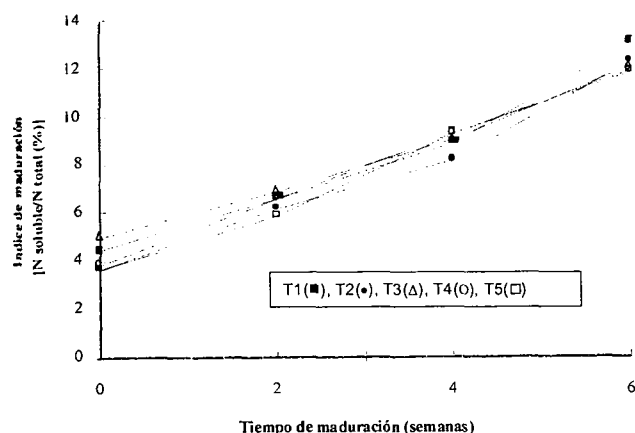
Evolución del valor del índice de acidez (ADV), expresado en ml de NaOH 1N/100 g de grasa



Evolución de la proteólisis

En la Figura 3, se observa la evolución del índice de maduración (NS/NT %) en los 5 tratamientos durante el período estudiado, en ellos se visualiza un marcado aumento de esta variable durante la maduración, lo que se debe a la liberación de compuestos nitrogenados típicos de la proteólisis (22).

FIGURA 3
Evolución del índice de maduración
[Nitrógeno soluble/Nitrógeno total (%)]



El índice de maduración no presentó diferencias significativas entre los 5 tratamientos ($P < 0,05$) en ningún momento de maduración y los valores fueron cercanos a los informados por Brito *et al.* (2). Similares resultados obtuvieron Metzger y Mistry (9), quienes al evaluar el contenido de proteína soluble en ácido durante la maduración de queso Cheddar de baja grasa elaborado con crema con y sin homogeneizar, no encontraron diferencias significativas entre los tratamientos en ninguna etapa de maduración (1, 13 y 26 semanas).

Respecto al diferencial del índice de maduración, analizado con el fin de evaluar el efecto de la homogeneización sobre la velocidad de la proteólisis, tampoco hubo diferencias significativas ($P > 0,05$) entre 0 y 6 semanas, lo que indica que la velocidad de producción de compuestos nitrogenados solubles fue similar en todos los tratamientos estudiados, es decir, no hubo influencia de la homogeneización sobre los procesos bioquímicos degradativos de las proteínas, lo que no coincide con quienes señalan que en variedades como Roquefort, Cheddar, Azul y Domiati la homogeneización aceleró marcada o levemente el proceso proteolítico. En el presente estudio probablemente no se manifestó una mayor proteólisis en los tratamientos con homogeneización, por el corto período de maduración típico del queso Chanco (3, 19).

Evaluación sensorial

En la primera fecha de evaluación de los quesos (2 semanas de maduración), se presentaron 2 bloques en relación al atributo "gusto-aroma", T3 resultó similar al testigo T1 y T4 similar a T2, T5 fue diferente de ambos testigos. Sin embargo, a las 6 semanas de maduración los tratamientos

elaborados con leche homogeneizada (T2 a T5), presentaron menor desarrollo de gusto y aroma que el testigo T1, pero T5 resultó diferente e inferior a todos. Esto indicaría que en la mayoría de los tratamientos con homogeneización (T4 y T5), ésta no mejoró sustancialmente el sabor de los quesos de baja grasa; esto resultó similar a lo encontrado en una investigación en queso Cheddar de bajo contenido de grasa elaborado con crema homogeneizada y leche descremada (9).

La firmeza resultó claramente inferior y adecuada en T1 (consistencia mantecosa), frente a todos los tratamientos de baja grasa, los tratamientos que usaron homogeneización no presentaron diferencias ($P > 0,05$) con el testigo de baja grasa sin homogeneizar para 2 y 6 semanas de maduración, lo que no coincide con Jana y Upadhyay (10) quienes han informado que la homogeneización produce un efecto positivo al disminuir la firmeza de los quesos por interferencia mecánica en la formación de la cuajada, lo que asumen se debería al incremento del número de glóbulos grasos y a la absorción de proteínas en la nueva membrana de éstos, causando una disminución de la cantidad de partículas de caseína libres disponibles para formar una red de fibras más fuerte. Sin embargo esto no se manifestó en el presente estudio, lo que podría deberse a las condiciones particulares usadas en el proceso de homogeneización y al corto período de maduración de este queso.

La adhesividad es un factor fundamental en el queso Chanco, porque se relaciona con la característica de "mantecosidad", que es típica de esta variedad. En la Tabla 3, se presentan los promedios de adhesividad para los 5 tratamientos a las 2 y 6 semanas de maduración, observándose diferencias entre los tratamientos ($P < 0,05$), en ambas fechas estudiadas. T1 presentó una adhesividad normal y mayor que la de los tratamientos de baja grasa, los que entre sí fueron similares. De estos resultados se deduce que la homogeneización no mejoró la característica de adhesividad del queso Chanco de baja grasa, Berrino 1998 (23), obtuvo similares resultados al determinar en forma instrumental la adhesividad de queso Edam de reducida grasa, no detectando diferencias entre los quesos de bajo contenido de grasa con y sin uso de homogeneización en la leche utilizada.

Microestructura

El cuerpo o consistencia de un queso, es un reflejo de su microestructura, debido a que corresponde a una compleja matriz de proteína, grasa, minerales, y otros componentes incluyendo el agua, acorde con la variedad del queso en específico, debido a que su composición y sus características de procesamiento influyen en la distribución de los componentes, lo que a su vez determina sus características estructurales (24).

TABLA 3
Calificaciones asignadas para sabor, firmeza y adhesividad, a 2 y 6 semanas de maduración (*)

Tratamientos	Atributos sensoriales					
	Gusto-aroma (1)	Firmeza (2)	Adhesividad (3)	Gusto-aroma (1)	Firmeza (2)	Adhesividad (3)
	2 semanas	6 semanas				
T1	5,18 ^a	4,63 ^b	3,98 ^a	5,71 ^a	3,88 ^b	5,85 ^a
T2	4,26 ^{ab}	6,99 ^a	2,28 ^b	5,13 ^{ab}	6,83 ^a	2,88 ^b
T3	4,47 ^a	7,18 ^a	2,32 ^b	4,72 ^{bc}	5,76 ^a	4,08 ^b
T4	4,16 ^{ab}	6,49 ^a	2,66 ^b	4,44 ^{bc}	6,97 ^a	2,90 ^b
T5	3,22 ^b	7,42 ^a	2,22 ^b	4,18 ^c	6,72 ^a	2,90 ^b

(*) promedio de las tres repeticiones

(1) Escala: 1=no desarrollados; 9= muy intensos. Puntaje normal: 4-6 ptos

(2) Escala: 1=muy blando; 9= muy firme. Puntaje normal: 4-6 ptos

(3) Escala: 1=no adhesivo; 9=muy adhesivo. Puntaje normal: 4-6 ptos

a, b, c Letras distintas, en cada columna indican diferencia entre tratamientos, al 5%

Las Figuras 4a) y 4b) muestran la microestructura de los tratamientos de baja grasa, testigo sin homogeneización (T2) y del queso T3, con homogeneización, respectivamente, en esta última se observa el menor tamaño de los glóbulos grasos con respecto a la Figura 4a), lo que muestra que la homogeneización cumplió el objetivo de disminuir el diámetro de los glóbulos grasos.

FIGURA 4a)

Microestructura del queso testigo de baja grasa. (T2), a los 42 días de maduración (5200x)

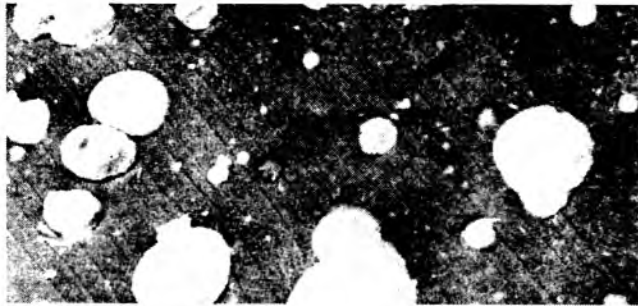
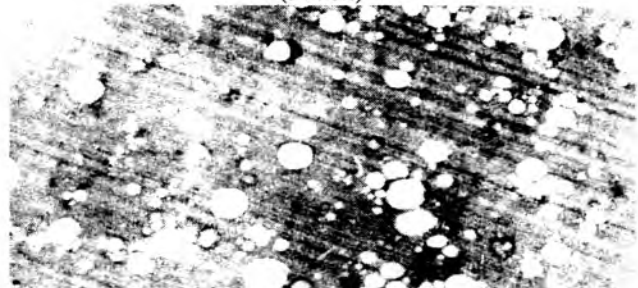


FIGURA 4b)

Microestructura del queso de baja grasa con homogeneización (T3), a los 42 días de maduración (9770x)



Al comparar la microestructura de T2 (Figura 4a), con la de los tratamientos elaborados con leche homogeneizada, como se visualiza por ejemplo en T3 (Figura 4b); se observa que en la primera, la red de caseína es más continua debido al menor número de glóbulos grasos que contiene, en cambio en los quesos elaborados con leche homogeneizada el menor tamaño de éstos permite que la matriz proteica no se aprecie tan densa como en T2. En queso Cheddar de baja grasa elaborado con crema homogeneizada, se encontró que la matriz proteica estaba dispersa con una gran cantidad de pequeños glóbulos grasos, lo cual favoreció un cuerpo suave, uniforme y cremoso (25). En el presente estudio, pese a haberse observado un cambio en la microestructura de los quesos elaborados con leche homogeneizada en comparación al testigo bajo en grasa sin homogeneizar (T2), el grupo de jueces que evaluó sensorialmente los productos, no evidenció mejoras significativas de la consistencia de los quesos elaborados con leche homogeneizada.

Como conclusión cabe señalar que, bajo las condiciones de proceso usadas en este estudio, la homogeneización por sí sola parece no ser un método suficientemente adecuado para mejorar las características sensoriales de los quesos de baja grasa de relativamente corta maduración como es el Chanco. Sin embargo, de acuerdo a los resultados obtenidos en uno de los tratamientos estudiados (T3) se evidenció algunas ventajas (% de humedad, alto nivel de lipólisis, gusto similar al testigo de grasa total a las 2 semanas de maduración) que podrían potenciarse si se le aplica conjuntamente alguna otra ayuda tecnológica como por ejemplo adición de aceleradores de maduración tales como cultivo adjunto, entre otros.

AGRADECIMIENTOS

A la Dirección de Investigación de la Universidad Austral de Chile, por el financiamiento del estudio (Proyecto S-200273).

REFERENCIAS

1. Chile. Instituto Nacional de Normalización. INN. Productos lácteos - Queso Chanco. Requisitos. NCh2090. 6p.1999.
2. Brito C, Morales O, Molina LH, Pessot R y Pinto M. Evolución de la maduración de queso Chanco tipo campo almacenado a altas temperaturas. Parte I. Parámetros Fisicoquímicos y pérdida de peso. *Agro Sur*. 1995;23(2):95-106.
3. Brito C. Guía de Práctico queso Chanco. ITCL 326. Tecnología de Productos Lácteos: Magíster en Ciencias y Tecnología de la Leche. Universidad Austral de Chile. 6p.1996.
4. Brito C, Niklitschek L, Molina LH y Molina I. Evaluation of mathematical equations to predict the theoretical yield of Chilean Gouda cheese. *International J Dairy Tech*. 2002;55(1):32-39.
5. Chile Ministerio de Agricultura. ODEPA 2003. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias. Boletín de la leche, año 2002. 51p.
6. Vio F y Castillo C. Diagnóstico de la situación nutricional en Chile. In: Castillo, C.; R. Vavy y E. Atalaha (Editors) . Guías para la población chilena. Diario La Nación. Santiago. 164p. 1997.
7. Giese J. Fats, oils and fat replacers. *Food Tech*. 1996;50 (4): 77-83.
8. Drake MA and Swanson BG. Reduced and low-fat cheese technology: A review. *Trends in Food Science & Tech*. 1995;6 (11):366-369.
9. Metzger LE and Mistry VV. A new approach using homogenization of cream in the manufacture of reduced fat Cheddar cheese. 1. Manufacture, composition, and yield. *J Dairy Sci*. 1994;77(12):3506-3515.
10. Jana AH and Upadhyay KG. A comparative study of the quality of Mozzarella cheese obtained from unhomogenized and homogenized buffalo milks. *Cultured Dairy Products J*. 1993;28(1):16,18,20-22,26.
11. IDF/FIL, International Dairy Federation. Cheese and processed cheese. Determination of the total solids content (reference method). I.S.IDF-FIL 4-A:1982. 2p.
12. IDF/FIL, International Dairy Federation. Cheese and processed cheese products. Determination of fat content gravimetric method (reference method). IDF – FIL 5 – B: 1986. 7p.
13. IDF/FIL, International Dairy Federation. Milk. Determination of nitrogen content. IDF-FIL 1993;20 B.12p.
14. Chile. Instituto Nacional de Normalización. INN. Leche y productos lácteos. Determinación de pH. NCh 1979;1671.
15. Vakaleris DG and Price WV. A rapid spectrophotometric method for measuring cheese ripening. *J Dairy Sci*. 1959;42: 264-276.
16. Deeth HC and Fitzgerald CH. Lipolysis in Dairy Products: A review. *Aust J Dairy Tech*. 1976;31(2):53-64.
17. Hort J, LE Greys G and Woodman J. Changes in the perceived textural properties of Cheddar cheese during maturation. *J Sensory Studies*. 1997;12(4):255-266.
18. Hayat MA. Principles and Techniques of Electron Microscopy. Biological Applications. 4th Edition. Cambridge University Press. Cambridge. United Kingdom.543 p.2000.
19. Jana AH and Upadhyay KG. Homogenization of milk for cheesemaking – A review. *Aust J Dairy Techn*. 1992;47(1): 72-79.
20. Brito C, Mendez P, Molina LH y Pinto M. Desarrollo de queso Chanco de reducido tenor graso utilizando proceso de homogeneización en la leche. *AGROSUR*. 2000;30(1):68-79.
21. Alais CH. Ciencia de la leche. Principios de la Técnica Lechera. 2da Ed. Barcelona. Reverté. 873 p. 1985.
22. Brito C, Astete MA, Pinto M y Molina LH. Maribo cheese manufactured with concentrated milk: characteristics, maturation and yield. *International J of Dairy Tech*. 2000;53 (1):6-12.
23. Berrino G.A. Desarrollo de una variedad de queso tipo Edam de reducido tenor graso. Tesis Magíster en Ciencias Agropecuarias. Mención: Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Santiago. Chile. 72p.1998.
24. Mistry VV and Anderson DL. Composition and microstructure of commercial full-fat and low-fat cheeses. *Food Structure*. 1993;12: 259-266.
25. Metzger LE. and Mistry VV. A new approach using homogenization of cream in the manufacture of reduced fat Cheddar cheese. 2. Microstructure, fat globule distribution, and free oil. *J Dairy Sci*. 1995;78(9):1883-1895.

Recibido:28-01-2002

Aceptado:23-06-2003

Contenido en algunos nutrientes del alga marina comestible *Monostroma undulatum* Wittrock de la costa patagónica argentina

Susana Risso, Carlos Escudero, Silvia Esteveao Belchior, María Luz de Portela y María Angélica Fajardo

Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Comodoro Rivadavia. Facultad de Farmacia y Bioquímica.
Universidad de Buenos Aires, Argentina

RESUMEN. Se estudió la composición química, contenido en algunos minerales de interés nutricional y concentración de vitamina C en el alga marina verde, comestible, *Monostroma undulatum*, Wittrock, abundante en las costas patagónicas argentinas. Las muestras fueron recolectadas en Puerto Deseado, provincia de Santa Cruz, Argentina (47° 45' L.S., 65° 55' L.O.), a razón de una por mes de octubre a diciembre de 1999 y de 2000. En total se analizaron 6 muestras. Las algas fueron lavadas con abundante agua de mar y secadas a temperatura ambiente por 24 horas. Se determinó: composición química y vitamina C, según AOAC; fibra total, método Lahaye; sodio y potasio, por fotometría de llama; calcio, mediante complejometría, y fósforo por el método de Gomori. Los resultados, por 100 g de peso seco, presentaron los siguientes rangos: proteína (N x 6,25): 12,89-21,85; cenizas (g): 33,92-40,05; lípidos (g): 0,32-1,47; fibra total (g): 14,36-19,6; hidratos de carbono digeribles (calculados por diferencia) (g): 20,86 - 32,48; Vitamina C (mg): 159 - 455; sodio (g): 7,39-13,11; potasio (g): 1,38-3,18; calcio (mg): 149-226; fósforo (mg): 190-467. La relación entre fibra soluble e insoluble fue cercana a 1. Estos resultados evidencian la importancia nutricional del alga estudiada (en cuanto a proteínas, fibra soluble e insoluble, minerales y vitamina C), así como su variabilidad durante la fase macroscópica. Teniendo en cuenta su contenido en los nutrientes estudiados y la abundancia en las costas patagónicas sería importante prestarle atención comercial, como fuente de recursos regionales, para su aprovechamiento en alimentación humana.

Palabras clave: Algas verdes comestibles, *Monostroma undulatum*, composición química, minerales, nutrición, fibra dietaria.

SUMMARY. Chemical composition and seasonal fluctuations of the edible green seaweed, *Monostroma undulatum*, Wittrock, from the Southern Argentina coast. The chemical composition of green seaweed, *Monostroma undulatum*, Wittrock, growing in the Southern Argentina coast, was studied. Samples were collected in Puerto Deseado, province of Santa Cruz (47° 45' L.S., 65° 55' L.W.), from October to December 1999 and 2000. It has been analyzed six sample during this period. Algae were washed with sea water and dried at room temperature for 24 hs. Moisture, nitrogen, lipids and ashes were determined according to AOAC; fiber (total, soluble and insoluble), according to Lahaye. After mineralization with nitric acid, sodium and potassium were determined by flame photometry, calcium by complexometric method, and phosphorus by Gomori's method. The ranges expressed per 100 g dry algae were: protein (Nx6,25): 12.89-21.85; ashes (g): 33.92-40.05; lipid (g): 0.32-1.47; total fiber (g): 14.36-19.6; digestible carbohydrates (calculated by difference) (g): 20.86-32.48; sodium (g): 7.39-13.11; potassium (g): 1.38-3.18; calcium (mg): 149-226; phosphorus (mg): 190-447; Vitamin C (mg): 159-455. These results show that this green seaweed is an important source for protein, fiber, macronutrients minerals and vitamin C, during the macroscopic period. There was an important fluctuation that must be taken into account to consider the commercial collection to use it in human nutrition.

Key words: Green edible algae, *Monostroma undulatum*, composition, minerals, nutrition, dietary fibre.

INTRODUCCION

Las algas son plantas fotolitoautótrofas, monovascuales, de estructuras reproductivas simples. Por contener clorofila, su actividad fotosintética desempeña un importante papel en nuestro ecosistema. La clasificación más completa es la que considera en conjunto: organización celular, pigmentación, composición química de la pared celular, productos de reserva y número de flagelos. Teniendo en cuenta todas estas características se las divide en: *Cyanophyta*, *Chlorophyta*, *Rhodophyta*, *Phaeophyta*, *Prochlorophyta*, *Charophyta*, *Euglenophyta*, *Crysoophyta*, *Pyrrophyta* y *Cryptophyta* (1).

La composición química de las algas talophytas, de

considerable valor económico (20 a 30 dólares por kg peso seco) y médico, no es suficientemente conocida (2,3). Además, se debe tener en cuenta la enorme diversidad taxonómica y las grandes variaciones estacionales en la composición, consecuencia de la influencia de los factores ambientales. Los mayores efectos sobre la composición química de las algas están determinados por la temperatura del agua, su contenido de dióxido de carbono, la composición química del mar, las corrientes marinas y el tipo e intensidad de la luz (2).

La explotación de las algas marinas en la Argentina para usos en la industria cosmética, farmacéutica y alimentaria, comenzó a desarrollarse a mediados del siglo XX. En la

actualidad se utilizan fundamentalmente 4 especies: *Gracilaria verrucosa*, para la producción de agar; *Gigartina skottsbergii*, para la fabricación de carragenano; *Macrocystis pyrifera*, como complemento de alimentos balanceados y productos cosméticos y *Porphyra columbina*, para consumo directo en alimentación humana (4).

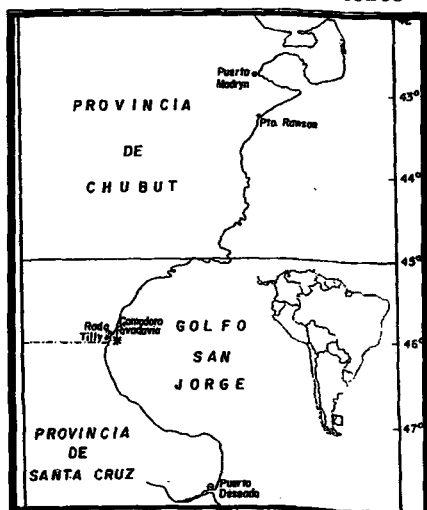
El valor económico de las macroalgas destinadas a la alimentación es varias veces mayor que el de las utilizadas para la obtención de productos industriales (5), aspecto que no ha sido considerado para su explotación en Argentina. Desde el punto de vista nutricional, muchas algas son apreciadas en otros países por su contenido en proteínas, minerales, hidratos de carbono y fibra dietaria. Por ello, son comúnmente utilizadas en países orientales (Japón, China y Corea) como ingredientes de variadas preparaciones culinarias. Por su contenido en nutrientes son una fuente importante de alimentos no tradicionales, que debería ser tenida en cuenta en Occidente (6). Además, las algas marinas son ricas en fibra dietaria, especialmente fibra soluble, que se le atribuye efectos beneficiosos en patologías como la obesidad y la diabetes (7).

Entre las algas que tienen gran valor para la industria alimenticia se encuentran las del género *Monostroma*. Esta especie es un alga verde (*Chlorophyta*) muy apreciada en los países orientales, donde la mezcla con otras algas verdes (*Ulva*, *Enteromorfa* y *Monostroma*) es llamada Ao nori (8).

La especie *Monostroma undulatum* se desarrolla en el mesolitoral marítimo de la Patagonia Argentina y su distribución geográfica es amplia, abarcando desde Bahía Camarones hasta Tierra del Fuego (4,9) (Figura 1). Por ello, teniendo en cuenta su abundancia en las costas patagónicas y la carencia de datos nacionales de composición, ha sido de interés estudiar el contenido en algunos nutrientes y su variación durante la etapa de aprovechamiento comercial (fase laminar macroscópica).

FIGURA 1

Ubicación de la zona de muestreo



MATERIALES Y METODOS

Características morfológicas del talo de *Monostroma undulatum*.

El alga, se presenta como talos laminares de textura sedosa de 40 a 80 cm de diámetro. En el borde, el grosor es de 13 a 30 micras y contiene células de 15 a 30 micras de espesor. Las mismas son achatadas, se disponen en forma desordenada formando dameros aislados de 8 a 10 células y en una única capa. El talo corresponde a la fase de reproducción macroscópica y se desarrolla desde septiembre hasta diciembre de cada año. Al final de este período, se diferencia en tejido fértil transformándose en masa mucosa de color verde brillante con liberación de zoosporas (9).

Recolección de las algas

Muestras de *Monostroma undulatum* se recolectaron en Punta Cavendish, Puerto Deseado, provincia de Santa Cruz, Argentina (47° 45' L.S., 65° 55' L.O.), donde se encuentra la colonia mas importante de algas de la Patagonia argentina (Figura 1). Las mismas fueron clasificadas taxonómicamente (9).

Las algas se recogieron en la restinga del infralitoral marítimo, durante la fase macroscópica, arbitrariamente cada 15 a 20 días, durante la primavera de cada año (1999 y 2000). Se efectuaron 3 muestreos en cada año, cuyas fechas dependieron de las condiciones climáticas y los horarios diurnos de la bajamar. La recolección se realizó en forma manual lavándolas con abundante agua de mar y escurriendo el agua de mar en exceso. Luego, se realizó el traslado a la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco (Comodoro Rivadavia) en condiciones de refrigeración.

Preparación de las muestras

Las muestras de algas se secaron durante 24 hs a temperatura ambiente (20-25°C) con un porcentaje de humedad relativa media de 46%; se molieron en un molinillo y se guardaron a -20°C en recipientes de plástico con tapa hermética, hasta la realización de las determinaciones.

Metodología analítica

Se determinó humedad, cenizas y lípidos de acuerdo a la metodología oficial del AOAC, (10). Se determinó nitrógeno por el método de Kjeldhal (10), utilizando el factor 6,25 para calcular el contenido de proteínas. La fibra dietaria, soluble e insoluble, se determinó por el método de Prosky modificado por Lahaye (11) para ser aplicado a algas marinas. Se realizó digestión enzimática a 60°C con amilasa y proteasa. Para reducir la viscosidad y evitar la formación de soluciones altamente viscosas la fibra se precipitó a pH=7, con etanol a -10°C. Se agregó EDTA, para quelar el calcio y evitar la pérdida de agar por gelificación de alginatos y carragenanos.

El filtrado de la fibra soluble se realizó con una solución de acetato de sodio pH= 8,3, en caliente para prevenir su degradación. Los polisacáridos solubles fueron precipitados dos veces con etanol a -10°C . Los hidratos de carbono digeribles fueron calculados por diferencia.

La vitamina C se valoró con 2,6-diclorofenolindofenol en la muestra fresca mediante la metodología oficial de AOAC (10).

Para la determinación de minerales, se pesaron exactamente alrededor de 100 mg de muestra de cada muestreo. Se mineralizó por vía húmeda, con 1,5 ml de HNO_3 concentrado de calidad cromatográfica, en un horno a microondas utilizando "bombas" Parr (12). Luego de enfriado el producto de la digestión se llevó a un volumen de 10 ml. Se efectuaron, mediciones por duplicado, para determinar cada uno de los minerales estudiados. Sodio y potasio se analizaron por fotometría de llama (10); calcio por complejometría (13) y fósforo mediante el método colorimétrico de Gomori (14). Todo el material utilizado se lavó con HNO_3 al 20 % (v/v), lavando 6 veces con agua destilada y 6 veces con agua desionizada. Se utilizaron estándares Merck para absorción atómica. Todas las determinaciones se efectuaron por triplicado. Cuando los replicados se desviaron en más de un 5% con respecto a los valores promedio, las determinaciones se repitieron.

Tratamiento estadístico de los datos

Se aplicó análisis de la varianza (ANOVA) para comparar los valores promedios entre los distintos muestreos y entre los dos años estudiados y "test de comparaciones múltiples" con un nivel de significación del 5% para comparar pares individuales de medias (15).

RESULTADOS Y DISCUSION

Composición química

Los valores de la composición química, expresados por 100 g de peso seco, se muestran en la Tabla 1.

El contenido de proteínas no presentó diferencias significativas entre los dos primeros muestreos de cada año, que fueron, en los dos años, significativamente superiores al tercer muestreo ($p>0,05$). Por otra parte, existieron diferencias significativas entre los mismos períodos de los dos años estudiados, con valores más elevados en el año 2000 que en 1999 ($p<0,05$).

El contenido de cenizas varió entre 33,92 y 40,05 g/100 g de peso seco. Este resultado representa aproximadamente el doble de los valores obtenidos por otros autores que realizaron un tratamiento de lavado con agua destilada de las algas, previo a la determinación (16,7). En esta experiencia se observó que cuando el talo del alga *Monostroma undulatum* era lavado con agua destilada, la misma se desintegraba en el agua de lavado.

El contenido de lípidos fue muy bajo, oscilando entre 0,32 y 1,47 g/100 g de peso seco, con un incremento en el tercer muestreo, en los dos años estudiados.

TABLA 1
Composición química de *Monostroma undulatum*, Wittrok

Año muestreo	Proteínas * (Nx6,25)	Lípidos *	Cenizas *	Fibra total *	Hidratos de carbono**
23-X/99	17,92±0,17a	0,63±0,04a	34,40±2,02a	15,4	31,63
16-XI/99	17,37a±1,17a	1,47b±0,14b	36,86±1,17ac	19,7	24,57
30-XI/99	12,89 ±1,97b	1,37±0,13b	37,55±1,2ad	19,3	28,84
21-X/00	21,85 ±0,18c	0,50±0,02a	40,05±0,23bcde	16,7	20,86
7-XI/00	21,62±0,64c	0,32±0,01c	36,74±0,07acdef	16,3	25,00
1-XII/00	18,64±0,29a	0,70±0,04a	33,92±0,31acdf	14,2	32,48

* Valores promedios ± desviación estándar (g/100 g de muestra seca), diferentes letras dentro de la misma columna, indican diferencias estadísticamente significativas ($p<0,05$)

** Hidratos de carbono: calculados por diferencia

Los valores de fibra dietaria total se encontraron en el rango 14,3 -19,7 g/100 g de peso seco, no variando significativamente en función del año o del período estudiado. Las proporciones de la fracción soluble e insoluble fueron semejantes, con una relación entre la fibra soluble (S) e insoluble (I) cercana a 1. Esta característica se asociaría con la estructura en monocapa la que, probablemente, sería responsable de su textura sedosa y flexible. En la Tabla 2 figuran los valores de dicha relación junto con los contenidos promedios en las distintas muestras estudiadas del presente trabajo.

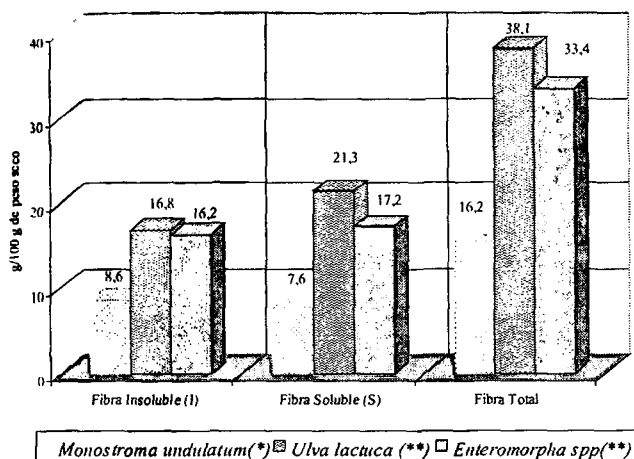
TABLA 2
Contenido de fibra soluble e insoluble en *Monostroma undulatum* Valores Promedios

Muestreo	Fibra insoluble	Fibra soluble	Relación fibra soluble/insoluble
	g/100 g (muestra seca)		
23-X/1999	8,0	7,4	0,93
16-XI/1999	10,0	9,7	0,97
30-XI/1999	9,7	9,7	1,0
21-X/2000	9,2	7,5	0,82
7-XI/2000	7,8	8,5	1,09
1-XII/2000	7,2	7,0	0,97

En la Figura 2 se comparó el contenido de fibra en sus diferentes fracciones, con los datos obtenidos de bibliografía de otras algas verdes (17). Como puede apreciarse los valores en *Monostroma undulatum* son menores con respecto a otras algas verdes, como *Ulva* y *Enteromorfa*.

FIGURA 2

Comparación del contenido de fibra de *Monostroma undulatum* con otras especies de algas marinas verdes



* Valores promedios de los dos años.

** Datos obtenidos de Lahaye (11).

Vitamina C

La vitamina C fue determinada sólo en dos muestreos de cada año. Como puede observarse en la Tabla 3 los valores oscilaron entre 159 y 445 mg/100 g de peso seco, siendo, en las muestras de fines de noviembre/principios de diciembre, significativamente menores a las de fines de octubre/mediados de noviembre ($p < 0,05$).

TABLA 3

Contenido de vitamina C de *Monostroma undulatum*, Wittrok, Valores promedios

Año muestreo	Vitamina C mg/100 g (muestra seca) *
23-X/1999	n.d.
16-XI/1999	445 ^a
30-XI/1999	159 ^b
21-X/2000	424 ^a
7-XI/2000	n.d.
1-XII/2000	280 ^c

Diferentes letras dentro de la misma columna por año, indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$).

Minerales

En la Tabla 4 se muestra el contenido de los minerales analizados. El sodio se encontró en altas concentraciones (7,4 a 13,1 g/100 g de peso seco), constituyendo el componente mayoritario de las cenizas (21,0 al 38,6%). El contenido de potasio osciló entre 1,38 y 3,18 g/100 g de

peso seco, representando entre 3,7 a 9,1% del peso de las cenizas. El contenido de sodio y de potasio fueron significativamente superiores en el año 2000 en relación a 1999. A su vez, dentro del mismo año los valores se incrementaron entre octubre y fines de noviembre/diciembre.

La relación potasio/sodio osciló entre 0,13 y 0,25, bastante alejada de los alimentos vegetales tradicionales, en los que normalmente es muy superior a 3 (18). En este caso, al igual que en otras algas, el alto contenido de sodio se asocia al medio acuático marino donde se desarrollan.

TABLA 4

Contenido de nutrientes minerales esenciales
Valores promedios

Muestreo	Sodio g/100 g (muestra seca)*	Potasio g/100 g (muestra seca)*	Calcio mg/100 g (muestra seca)*	Fósforo mg/100 g (muestra seca)*
23-X-1999	7,39±0,35a	1,58±0,04ab	156±12a	346±7a
16-XI-1999	7,75±0,22a	1,38±0,12 b	226±68a	190±12bcd
30-XI-1999	12,61±0,20b	1,59±0,07ab	224±68a	178±4c
23-X-2000	10,17±0,15c	3,18±0,09 c	149±10a	467±9e
07-XI-2000	9,99±0,41c	2,44±0,13 d	151±9a	190±3cd
01-XI-2000	13,11±0,27b	3,09±0,01c	223±10a	271±14f

Diferentes letras dentro de la misma columna indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$).

Los valores de calcio oscilaron entre 151 y 224 mg/100 g de peso seco, incrementándose desde octubre a noviembre, pero no evidenciando diferencias significativas entre el mismo período de los dos años estudiados. Contrariamente, los valores de fósforo disminuyeron de octubre a noviembre, con un rango entre 178 y 467 mg/100 g de peso seco. En consecuencia, la relación Ca/P osciló entre 0,32 y 1,26, incrementándose de octubre a noviembre. Esta relación es semejante a la obtenida para leguminosas (0,25 a 1) y cereales (0,5 a 1) (18).

Relación entre las características de la fase macroscópica de *Monostroma undulatum* y su aporte nutricional

El alga marina *Monostroma undulatum*, se desarrolla durante una fase macroscópica como una lámina expandida delicada de color verde pálido, que se une a la restinga rocosa mediante un grampón. Su estructura varía durante su corto ciclo de vida (2 a 3 meses), al final del cual se observa un cambio de textura, asociado a la desintegración del alga, desde el borde externo de la lámina hacia el centro, culminando con la aparente desaparición cuando pasa a la fase microscópica. Por lo tanto, la variabilidad observada en el contenido de nutrientes se puede asociar a la etapa de crecimiento del alga y a las características climáticas y ecológicas del año.

Durante la fase macroscópica, tiene un aspecto similar a la lechuga. Por estas características y por su fácil adquisición en la zona patagónica donde se desarrolla y en la cual son escasos los cultivos fruti-hortícolas, se podría consumir en fresco, en preparaciones culinarias (tipo tortillas, sushi) o molida seca, como condimento (8).

Su comercialización en forma seca (molida) puede servir para ser utilizada como condimento o en sopas. Consumida de ese modo, dos cucharadas soperas de alga seca, aportarían según la época de recolección, una cantidad considerable de fibra dietaria junto a otros nutrientes (Tabla 5). Si bien los resultados de este trabajo se expresaron en peso seco para poder efectuar comparaciones entre años y época de recolección, se debe tener en cuenta para su consumo en fresco, que contiene un porcentaje de agua de 89-91%.

TABLA 5

Aporte nutricional de dos cucharadas (30 g) de <i>Monostroma undulatum</i> , lavadas con agua de mar y secas	% de cobertura IR para una mujer adulta (con dos cucharadas)	
Vitamina C	47,8 – 133 mg	79,66 – 222,5
Potasio	410 – 950 mg	20,5 – 47,5
Calcio	45,32 - 67 mg	5,66 - 8,37
Hierro	0,49 - 2,61 mg	3,26 - 17,4
Fósforo	53,47 - 140,07 mg	6,68 - 17,50
Proteína	3,86 – 6,55 g
Fibra Dietaria	4,44 – 5,40 g	30,57 - 42,14
Sodio	2,21 – 3,93 g	0,786 - 0,44

IR: Ingesta recomendada.

Considerando que la ingesta diaria recomendada de vitamina C en adultos es de 90 mg, *Monostroma* podría encuadrarse dentro de los alimentos aportadores, dado que contiene entre 47,8 a 133 mg% (peso seco). Considerando los valores obtenidos, 100 g de alga fresca recolectada a fines de octubre/ principios de noviembre aportarían alrededor del 50% de la ingesta diaria recomendada (IDR) de vitamina C para adultos, de 90 mg (19). Se debe tener en cuenta que la vitamina C es un nutriente lábil, ya que ha sido demostrado en otros trabajos que disminuye su valor, por su oxidación, con el secado a temperatura ambiente y el transcurso del tiempo (20).

Por otra parte, tanto el contenido de vitamina C como el de proteínas, resultaron altos al inicio y/o en la mitad de la etapa macroscópica y decrecieron en la fase final. Este mismo comportamiento fue encontrado para otras especies de la zona (16).

CONCLUSIONES

Estos resultados evidencian que *Monostroma undulatum* es una fuente de proteínas, algunos minerales, fibra dietaria y vitamina C. Dichos nutrientes en general poseen variaciones según la etapa de crecimiento, con valores inicialmente superiores de proteínas y vitamina C, que disminuyen hacia el final del ciclo macroscópico. Entre los macronutrientes minerales predominan el sodio y potasio, por lo cual podría ser utilizada como condimento en reemplazo de la sal.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la valiosa colaboración de la Dra. Alicia Boraso de Zaixso, quien realizó la clasificación taxonómica del alga utilizada en este trabajo.

REFERENCIAS

- Halperin DR. Algas en la alimentación humana. Centro de Investigación de Biología marina; 1978. Buenos Aires, Argentina. Contribución técnica N° 10.
- Czepak R, Mical A, Gutkowski R, Siegien I and Jackiewicz I. Chemism of some species of Antarctic macroalgae of the genera *Adenocystis*, *Himantothallus*, *Leptosomia* and *Monostroma*. Pol Polar Res Polskie Badania Poarne. 1981; 2 (3-4), 95-107.
- Ohono M y Largo BD. The seaweed resources of Japan. In A.T. Critchley, M Ohno (ed), Seaweed Resources of the World. JICA 1998; 5-25-1. Nagai, Yokosuka, Japan..
- Ferrario M, Sar E, Krisler A, Cerezo A, Werlinger C. Macroalgas de Interés Económico. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (Argentina); 1997:296.
- Merril JE. Development of nori markets in the Western World. J Appl Phyco 1993; 5:149-154.
- Jiménez-Escrig A y Goñi Cambrón I. Evaluación nutricional y efectos fisiológicos de macroalgas marinas comestibles. Arch Latinoamer Nutr 1999; 49 (2): 114-120.
- Pak N y Araya H. Macroalgas marinas comestibles de Chile como fuente de fibra dietética: efecto en la digestibilidad aparente de proteínas, fibra y energía y peso de deposiciones en ratas. Arch Latinoamer Nutr 1996; 46 (1): 42-46.
- Mc Hugh D. Worldwide distribution of commercial resources of seaweeds including *Gelidium*. Hidrobiol 1991; 221: 19-29.
- Boraso AL. Reproducción de Ulvales de Puerto Deseado (provincia de Santa Cruz, República Argentina). II *Monostroma undulatum* Wittrock. Physis. sec. A 1977; 36 (92): 1-7.
- AOAC. Official Methods for Analysis. Association of Official Agricultural Chemists. The A.O.A.C. 15th, Washington D.C.U.S. Government Printing Office, 1990.
- Lahaye M. Marine algae as sources of fibres: Determination of soluble and insoluble dietary fibre contents in some "Sea Vegetables". J Sci Food Agric 1991; 54: 587-594.

12. Sapp RE and Davison SD. Microwave digestion of multi-component foods for sodium analysis by atomic absorption spectrometry. *J. Food Science* 1991; 5 (5): 1412-1414.
13. APHA-AWWA-APCF. Métodos Normalizados. Ed. Díaz de los Santos. España, 3-96. 1992.
14. Gomori GA. modification of colorimetric phosphorus determination for use with the photoelectric colorimeter. *J Lab Clin Med* 1942; 27: 955-960.
15. Sokal RR and Rohlf J. *Biometría. Principios y métodos estadísticos en la investigación biológica*. Ed. H. Bume, Madrid, España;1991.
16. Fajardo MA y Portela ML. Valor nutricional del alga patagónica *Porphyra columbina*. Un alimento a tener en cuenta. *Énfasis Alimentación* 2001;VIII, 5:56-65.
17. Mazzei M, Puchulu M, Rochaix M. *Tabla de Composición Química de Alimentos*. CENEXA (UNLP-CONICET) 1995.
18. Portela ML. *Vitaminas y minerales en nutrición*. Ed. López Libreros S.R.L. Buenos Aires, Argentina; 1993.
19. *Dietary Reference intakes for Vitamin C, Vitamin E, Selenium and Carotenoids*. Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary References Intakes, Food and Nutrition Board & Institute of Medicine, National Academy Press, Washington, D.C.; 2000.
20. Fajardo M A. *Composición de las algas patagónicas y su aprovechamiento para la alimentación humana [tesis doctoral]*. Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco; 1999.

Recibido: 20-06-2002

Aceptado: 03-06-2003

New data on the total lipid, cholesterol and fatty acid composition of raw and grilled beef *longissimus dorsi*

Neura Bragagnolo, Délia B. Rodriguez-Amaya

Departamento de Ciência de Alimentos, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, Brasil

SUMMARY. Simultaneous analyses of total lipids, cholesterol and fatty acids were carried out on raw and grilled beef *longissimus dorsi* trimmed of external fat. Cholesterol was determined by high performance liquid chromatography and the fatty acids by gas chromatography. Mean total lipid (g/100 g) ranged from 2.1 to 2.6 for raw beef and 3.5 to 4.0 for grilled beef steaks. Cholesterol levels (mg/100 g) ranged from 40 to 43 for raw beef and 67 to 70 for grilled beef steaks. The main intramuscular fatty acids of the raw and grilled meat were 14:0, 16:0, 16:1n7, 18:0, 18:1n9, 18:1n7 and 18:2n6. Grilled lean beef steaks had significantly higher contents of the principal fatty acids and most of the minor fatty acids. The higher values for the three components in the grilled meat were due to loss of moisture during grilling. There was no significant difference between the apparent and true retentions values, both indicating no significant loss or degradation of total lipids, cholesterol and fatty acids during grilling.

Key words: Beef, grilling, retention value, cholesterol, fatty acids, lipids.

RESUMO. Novos dados de lipídios totais, colesterol e ácidos graxos em carne bovina (*longissimus dorsi*) crua e grelhada. Análise integrada de colesterol, lipídios totais e composição de ácidos graxos foi realizada em *Longissimus dorsi* de carne bovina crua e grelhada. O colesterol foi quantificado por cromatografia líquida de alta eficiência e os ácidos graxos por cromatografia gasosa. A média de lipídios totais (g/100g) variou de 2,1 a 2,6 na carne crua e de 3,5 a 4,0 na carne grelhada. O teor de colesterol (mg/100g) variou de 40 a 43 na carne crua e de 67 a 70 na carne grelhada. Os principais ácidos graxos intramusculares foram C14:0, C16:0, C16:1n7, C18:0, C18:1n9, C18:1n7 e C18:2n6. A carne grelhada apresentou valores significativamente maiores de ácidos graxos principais e da maioria dos ácidos graxos minoritários. Os maiores valores obtidos nos três componentes na carne grelhada foram devidos a perda da umidade durante o cozimento. Os valores de retenção aparente e verdadeira não apresentaram diferença significativa, ambos indicando que não houve perda ou degradação significativa no conteúdo total de lipídios, colesterol e ácidos graxos durante o cozimento.

Palavras chave: Carne bovina, carne grelhada, valores de retenção, colesterol, ácidos graxos, lipídios

INTRODUCTION

Cardiovascular disease is the principal cause of death in Brazil, as in many other countries. This disease has been linked to high cholesterol levels in the blood. Human serum cholesterol depends not only on dietary cholesterol but also on the fatty acid composition of foods. To maintain serum cholesterol at a low level, the diet should be low in cholesterol and fat, especially saturated fat (1). Moreover, there is concern that the Western diet may have an excessively high ratio of n6/n3 polyunsaturated fatty acids (PUFA). This is believed to cause an imbalance in the ratio of n6/n3 PUFA in the tissue membranes (2).

The numerous studies showing the relation between diet and diseases have encouraged consumers to improve their eating habits during the past two decades, but fat consumption, particularly of saturated fat, is still considered excessive. The contribution of meat and meat products to the supply of total fat and saturated fatty acids in the diet,

approximately 25% for each in the UK (3), is well known, but their supply of 16% of dietary polyunsaturated fatty acids is less widely recognized.

Undoubtedly, there is ample data on the fatty acid composition and cholesterol content of raw and cooked beef cuts, coming from both research papers and food composition tables. However, there is some divergence in reported results and great improvements in analytical methodology and instrumentation have been achieved in recent years, which should be taken advantage of in generating new data. In addition, more information is needed on the effects of the cooking methods used.

Given the above considerations, simultaneous analyses of the total lipid, cholesterol and fatty acid composition of raw and grilled beef *longissimus dorsi* from three breed types were carried out in the present work. In addition, the apparent and true retention of these food components were calculated to verify the influence of grilling.

MATERIALS AND METHODS

Materials

Raw and grilled *longissimus dorsi* muscles trimmed of surface adipose fat were analyzed. Three cattle breed types were utilized: Nelore (*Bos indicus*), Canchim (crossbreed 3/8 Nelore x 5/8 Charolais) and Beefalo (crossbreed 3/8 hybrid Bison x 5/8 Nelore). Samples from five animals were analyzed individually for each breed. Fifteen male animals were taken at random from an initial lot of 49 animals. The animals were obtained from the same ranch, were of the same age (22 months) and received the same type of feed.

For each carcass, approximately three kg of *longissimus dorsi* muscle were taken from the sixth to the ninth rib from the left and right side and cut into steaks of approximately 1.5 cm thickness. Fourteen paired steaks (7 analysed raw and the other 7 after grilling) from each animal were taken. The steaks were grilled over a hot plate at 165°C to an internal temperature of 75°C. Both raw and grilled samples were trimmed of external fat, ground in a meat grinder and mixed thoroughly. Duplicate samples were taken for analysis.

Extraction of lipids

The analytical scheme is shown in Figure 1.

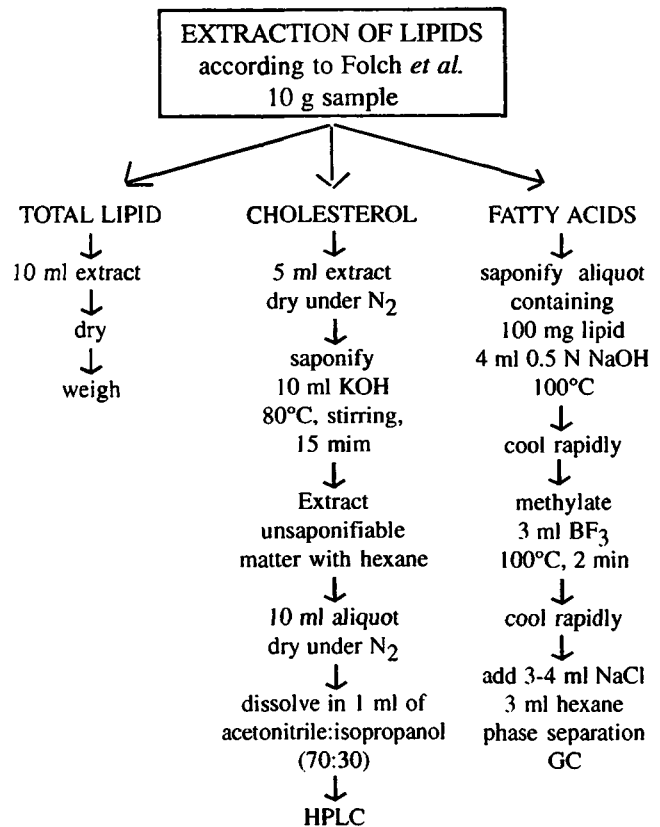
Lipids were extracted with chloroform-methanol (2:1) according to Folch et al. (4). Aliquots were taken and the total lipid content was determined gravimetrically. Other aliquots were saponified, the unsaponifiable material extracted by the procedure of Bohac et al. (5), and cholesterol was quantified by high performance liquid chromatography (HPLC). Aliquots of the lipid extract were also saponified, the fatty acids esterified with BF₃-methanol (6) and the fatty acid composition determined by gas chromatography (GC).

Liquid chromatography

For HPLC, a Varian chromatograph was used, equipped with a ternary solvent delivery system (Model 9010), rheodyne injector with a 10 µl loop, Waters diode array detector (Model 990) and a Hewlett-Packard recorder (Model 2225 D). The analytical column was 4.6 x 150 mm Spherisorb ODS-2 (5 µm), preceded with a 4.6 x 10 mm Spherisorb ODS-2 (5 µm) guard column. The mobile phase (flow rate, 1 ml/min) consisted of acetonitrile:isopropanol (70:30, v/v). Each run took 15 min. Absorption spectra were taken at 190 to 300 nm and the chromatograms at 210 nm. All solvents were reagent-grade for extraction and HPLC grade for chromatography. Quantification was carried out by external standardization. The standard curves passed through the origin, were linear and bracketed the samples' concentrations. Calibration was done on each day of analysis. Aside from spiking, the peak's identity and also its purity were verified by means of the spectra obtained with the photodiode array

detector, taken at the maximum and at the ascending and descending slopes of the peak.

FIGURE 1
Flow diagram of the analytical procedure



Capillary gas chromatography

For GC, a Varian 3300 chromatograph equipped with a split/splitless injector (split ratio, 100:1), a flame ionization detector and a fused silica capillary DB-WAX column (30 m x 0.30 mm, 0.25 µm film thickness, J & W Scientific, U.S.A.) was used. The column temperature was held at 150°C for 11 min and programmed at 3°C/min to 210°C. Other operating conditions were: carrier gas, hydrogen at 1.26 ml/min; make-up gas, nitrogen at 30 ml/min; detector temperature, 280°C; injector temperature, 250°C. Retention times and peak area percentages were computed automatically by a Varian 4290 computing integrator. A CP-Sil 88 column (50 m x 0.25 mm, 0.2 µm film thickness, Chrompack WCOT, Holland) was also utilized to verify the presence of *trans* fatty acids. Fatty acids were identified by the adjusted retention times compared with those of standards, spiking and equivalent chain length (7). A total of 36 saturated, monounsaturated and polyunsaturated fatty acid standards (Sigma and Polyscience, U.S.A.) were used, along

with PUFA-1 and PUFA-2 of Supelco (U.S.A.). In addition, the equivalent chain length results were found to correlate well with mass spectrometric data in our laboratory (8). Quantification was carried out by normalization and transformation of the area percentage to mg per 100 g of edible portion, using the lipid conversion factor of Holland et al. (9).

Calculation of retention during grilling

Apparent (AR) and true retention (TR) factors for the lipids, cholesterol and principal fatty acids were calculated according to Murphy et al. (10), as follows:

$$AR = 100 \times \frac{\text{nutrient content per g of cooked food (dry basis)}}{\text{nutrient content per g of raw food (dry basis)}}$$

$$TR = 100 \times \frac{\text{nutrient content per g of cooked food} \times \text{g of food after cooking}}{\text{nutrient content per g of raw food} \times \text{g of food before cooking}}$$

Statistical analysis

To verify significant, the results were submitted to analysis of variance (ANOVA). The Tukey's test was utilized to compare means at a 5% significance level.

RESULTS AND DISCUSSION

Total lipid content

The total intramuscular lipid contents of the raw and grilled *longissimus dorsi* steaks are presented in Table 1. Total lipids of the grilled samples (means of 3.5 to 4.0 g/100 g) were higher than those of the raw samples (means of 2.1 to 2.6 g/100 g). This is due to loss of moisture during cooking, as shown by the yield factor, with consequent concentration of the sample's components. Surprisingly, Morris et al. (11) found higher total intramuscular lipid in raw meat (4.0 g/100 g) than cooked meat (2.4 g/100 g) in *longissimus lumborum* muscle.

In general, the results of the present work are in agreement with those reported in the literature for trimmed beef, raw as well as grilled. The values are within the range obtained for five cuts of beef by Sahasrabudhe & Stewart (12) (range of 2.1 to 7.5 g/100 g, raw meat and 3.9 to 11 g/100 g, grilled meat) and for eight cuts by Araujo de Vizcarrondo et al. (13) (1.62 to 5.15 g/100, raw). Specifically for *longissimus dorsi*, the present results agree well with those of Hood (14) (2.4 to 7.7 g/100 g, raw), and Sweeten et al. (15) (1.9 to 6.2 g/100 g, raw), but lower than those encountered by Hoelscher et al. (16) (5.7, raw and 7.4 g/100 g, grilled) and Swize et al. (17) (7.1, raw and 12 g/100 g, grilled). Badiani et al. (18) reported values of 2.4 to 7.1 and 3.9 to 11.1 g/100g for raw and cooked beef cuts, respectively for broiled *longissimus lumborum* and *infraspinatus*, oven-roasted and microwaved *semitendinosus*. The values presented in the USDA Nutrient Database (19)

are much higher both for raw and cooked samples.

TABLE 1
Total lipid of raw and grilled beef *longissimus dorsi*, with true and apparent retention values^a

Cattle breed	Total lipid (g/100g) Wet basis ^b		Yield factor	Retention on grilling (%) ^b	
	Raw	Grilled		Apparent retention	True retention
Nelore	2.5 ± 0.4a	3.9 ± 0.9a	0.66 ± 0.04	105 ± 1a	107 ± 1a
Beefalo	2.1 ± 0.5a	3.5 ± 0.4a	0.65 ± 0.05	103 ± 20a	102 ± 17a
Canchim	2.6 ± 0.6a	4.0 ± 1.0a	0.64 ± 0.04	98 ± 6a	98 ± 6a

^aValues are means and standard deviations of five samples analyzed individually in duplicate.

^bMeans in the same column with the same letter were not significantly different ($p > 0.05$).

TR = true retention, AR = apparent retention

The concentrations of food components can increase or decrease in the cooked food simply by loss of moisture, which concentrates the components in the cooked food, or by absorption of moisture, which dilutes the components in the cooked food. In order to evaluate true increase or loss/degradation of a food component during cooking, the removal or addition of water should be accounted for. Thus, calculation of the apparent retention (AR) (calculation based on the food component's content of moisture-free raw and cooked foods, i.e. dry basis) and of the true retention (TR) (calculation based on the food component's content of known weights of food before and after cooking) was introduced. Murphy et al. (10) applied both calculations on several food components and observed that AR overestimated the true retention in nearly all cases. Thus, TR was recommended.

In this study, AR varied from 98 to 105% (Table 1) and TR from 98 to 107% for total lipids during grilling. There was no significant difference between results obtained by the two procedures for calculating retention.

Badiani et al. (18) consistently found higher values for AR (102 to 109%) than TR (94 to 101%) for the total lipids in broiled *longissimus lumborum*, boiled *infraspinatus* and oven-roasted or microwaved *semitendinosus*, but the difference was not significant in broiled *longissimus lumborum*.

Literature data for TR of beef lipids vary remarkable, from 90 to 122% for braising, 91 to 160% for broiling, 71 to 125% for roasting (20-25). This variability has been attributed to the presence of variable levels of subcutaneous and intermuscular fat, whose rendering and subsequent infiltration into the lean tissue during cooking lead to TR values higher than 100%. When only intramuscular fat is present, a 100% TR is expected, unless fat is partially lost to drip or cooking medium (23, 25).

Cholesterol content

As with total lipids, the cholesterol concentrations in the *longissimus dorsi* analyzed are higher in cooked meat (67-70 mg/100 g) than in raw samples (40-43 mg/100 g) (Table 2). Rhee et al. (26) observed that cooking did not increase the quantity of cholesterol, but merely reduced the weight of the samples, consequently turning the amount of cholesterol per gram of cooked sample higher than in an equivalent weight of raw sample. On the other hand, Kritchevsky & Tepper (27) concluded that cooking lowered the cholesterol content, lower values being obtained with cooked beef (mean of 62 mg/100 g) than with raw meat (114 mg/100 g).

TABLE 2
Cholesterol of raw and grilled beef *longissimus dorsi*,
with true and apparent retention values^a

Cattle breed	Cholesterol (mg/100g) Wet basis ^b		Retention on grilling (%) ^b	
	Raw	Grilled	Apparent retention	True retention
Nelore	40 ± 4a	67 ± 11a	102 ± 10a	100 ± 7a
Beefalo	40 ± 2a	68 ± 8a	100 ± 7a	103 ± 5 a
Canchim	43 ± 3a	70 ± 7a	99 ± 14 a	100 ± 5 a

^aValues are means and standard deviations of five samples analyzed individually in duplicate.

^bMeans in the same column with the same letter were not significantly different ($p > 0.05$).

TR = true retention, AR = apparent retention

The values in the literature for cholesterol in beef vary substantially, those obtained in the present study for raw meat being slightly lower than majority of the data. These results are also lower than those of a previous work (50 to 56 mg/100 g) (28) referring to *longissimus dorsi* acquired from the market, thus of unknown breed, origin, rearing system and diet, and determined by the colorimetric method of Bohac et al. (5). Ranges or means of 36-46 mg/100 g (29), 48-55 mg/100g (18), 52-58 mg/100 g (14), 61 mg/100 g (16), 68 mg/100g (17) and 64-69 mg/100g (30) had been reported for raw *longissimus dorsi* muscle.

Results obtained in the present work for grilled meat are similar to those obtained previously (28) (66 mg/100 g) and by Hutchison et al. (31) (62 to 72 mg/100 g). Higher levels were reported by Sahasrabudhe & Stewart (12) (64.9 to 87.0 mg/100 g), Rhee et al. (26) (76.7 to 92.2 mg/100 g), Swize et al. (17) (92 mg/100 g) and in the USDA Nutrient Database (19) (81 mg/100 g), and an even higher value was found by Rhee et al. (32) (101.9 mg/100 g).

An AR of 99 to 102% and TR of 100 to 103% during

grilling were found for cholesterol in the samples analyzed, no significant difference occurring between the results of the two calculation procedures. These retention values of about 100% showed that no loss with fat drip or degradation of cholesterol occurred during grilling.

Data for cholesterol retention during cooking is scanty in the literature. Badiani et al. (18) reported AR of 100 to 117% and TR of 95 to 107% for boiled *infraspinus*, broiled *longissimus lumborum*, oven-roasted or microwaved *semitendinosus*, the difference between the two values being insignificant only in broiled *longissimus lumborum*. Slover et al. (24) obtained TR values of 106, 105 and 105% for braised, broiled and roasted beef, respectively.

In a previous study (28) a 14% loss was observed, this discrepancy with the current results being probably due to the thinner steaks and uncontrolled cooking temperature in the previous work.

Various investigations (33, 34) demonstrated that the method of cooking (broiling, grill frying, braising, pan-frying, roasting, conventional, convection and microwave cooking) did not affect the cholesterol level. However, Morgan et al. (33) and Prusa & Hughes (34) noted that microwave cooking resulted in slightly higher values than those of the other methods, attributed to a smaller loss of cholesterol during the short cooking period. On the other hand, Badiani et al. (18) found lower cholesterol levels in microwaved than in oven-roasted *semitendinosus*.

Fatty acid composition

Sixty peaks were detected in the GC chromatograms, of which 42 were identified (Table 3). Seven fatty acids predominated in raw and grilled meat, accounting, on the average, for 87% of the total fatty acids. These were: 18:1n9, 16:0, 18:0, 18:2n6, 14:0, 16:1n7 and 18:1n7.

Literature data on fatty acids in meat are limited in terms of the number of fatty acids identified and quantified, even when a capillary column is used, the number varying from 6 to 20 fatty acids. (11, 13, 15, 30, 35).

The principal fatty acids identified and quantified in the present work are the same as those encountered by Sweeten et al. (15), Harris et al. (36), Morris et al. (11), Enser et al. (37), Araujo de Vizcarrondo et al. (13) and Huerta-Leidenz et al. (30) in different beef cuts.

The principal fatty acids were significantly higher in the grilled than in the raw samples, with the exception of 14:0 in Beefalo and 18:2n6 in Nelore and Beefalo which had higher but statistically insignificant values in the grilled samples. The minor fatty acids, in general, were also higher in the cooked samples, but the differences were not significant for some fatty acids. In a few cases, though insignificant, lower values were obtained for the grilled meat.

TABLE 3
Fatty acid composition (mg/100g of edible portion) of raw and grilled beef *longissimus dorsi*^a

Fatty acid	Nelore raw	Beefalo grilled	Canchim raw	grilled	Raw	grilled
10:0	2.2 ± 0.8 b	2.9 ± 0.7 b	1.9 ± 0.4 b	2.7 ± 0.7 b	5.1 ± 1.9 a	5.3 ± 0.3 a
12:0	4.3 ± 1.5 ab	4.2 ± 0.9 ab	3.4 ± 0.8 b	4.4 ± 0.9 ab	5.7 ± 1.1 a	5.9 ± 1.0 a
i-14:0	2.4 ± 0.8 c	3.7 ± 0.5 b	3.1 ± 0.5 bc	4.3 ± 0.3 b	3.3 ± 0.6 bc	6.2 ± 0.9 a
14:0	80.2 ± 14.8 c	119.4 ± 13.7 ab	73.8 ± 10.9 c	96.1 ± 10.3 bc	101.1 ± 27.7 bc	145.3 ± 18.9 a
14:1v5	13.4 ± 1.7 b	20.9 ± 4.8 a	18.0 ± 1.6 ab	17.5 ± 1.9 ab	18.1 ± 1.4 ab	16.3 ± 2.0 ab
i-15:0	6.9 ± 1.7 d	10.9 ± 0.9 bc	6.7 ± 1.3 d	11.4 ± 0.6 ab	8.7 ± 0.7 cd	13.8 ± 1.4 a
ai-15:0	8.1 ± 1.9 d	12.4 ± 0.7 bc	8.1 ± 0.9 d	14.4 ± 2.6 ab	9.4 ± 1.3 cd	17.0 ± 2.8 a
15:0	11.0 ± 2.1 b	17.8 ± 1.5 a	10.8 ± 1.4 b	18.3 ± 2.6 a	11.9 ± 2.0 b	21.3 ± 4.4 a
15:1n9	5.7 ± 0.6 b	10.1 ± 1.1 ab	9.7 ± 2.0 ab	9.0 ± 2.4 ab	8.7 ± 1.2 ab	14.8 ± 5.1 a
15:1n5	1.3 ± 0.1 c	9.3 ± 1.0 ab	6.6 ± 0.0 b	9.5 ± 0.9 ab	3.0 ± 0.7 c	10.6 ± 1.2 a
16:0	567.7 ± 32.1 c	852.4 ± 45.4 a	485.6 ± 38.2 d	770.5 ± 36.0 b	589.4 ± 46.6 c	891.4 ± 32.8 a
16:1n9	7.0 ± 1.1 d	9.9 ± 0.6 bc	7.5 ± 1.3 cd	10.7 ± 0.8 b	8.5 ± 0.8 bcd	13.4 ± 2.6 a
16:1v7	54.0 ± 3.1 d	84.9 ± 6.0 bc	68.0 ± 11.4 dc	85.4 ± 3.5 b	76.3 ± 6.2 bc	125.0 ± 12.8 a
16:1n5	2.0 ± 0.3 a	3.4 ± 1.1 a	2.8 ± 0.9 a	3.5 ± 0.5 a	1.6 ± 0.2 a	2.6 ± 0.1 a
16:2n5	9.0 ± 0.2 b	15.1 ± 0.4 a	8.0 ± 0.8 b	14.7 ± 1.6 a	9.0 ± 1.2 b	16.7 ± 3.5 a
16:2n4	13.7 ± 1.4 b	22.7 ± 2.3 a	11.5 ± 1.0 b	22.0 ± 2.1 a	13.8 ± 1.7 b	23.1 ± 0.4 a
17:0	20.7 ± 1.5 b	35.3 ± 2.7 a	15.8 ± 1.3 b	30.7 ± 4.3 a	18.8 ± 1.8 b	34.6 ± 6.9 a
17:1n9	16.7 ± 0.3 c	30.3 ± 4.4 aa	15.7 ± 3.6 c	26.8 ± 3.7 b	22.0 ± 2.7 bc	36.8 ± 7.6 a
17:2n7	15.3 ± 3.3 a	14.6 ± 3.8 a	2.2 ± 0.5 b	4.8 ± 0.3 b	2.8 ± 0.2 b	4.6 ± 0.7 b
18:0	387.6 ± 26.2 b	658.5 ± 82.8 a	288.3 ± 57.7 b	582.9 ± 48.0 a	352.1 ± 6.7 b	594.8 ± 90.5 a
18:1n9	713.1 ± 88.7 c	1186.2 ± 50.6 a	600.7 ± 39.6 c	1009.3 ± 74.1 b	711.3 ± 63.6 c	1125.3 ± 77.3 ab
18:1n7	49.6 ± 2.0 b	84.7 ± 6.5 a	47.4 ± 7.1 b	91.0 ± 6.5 a	51.4 ± 7.7 b	82.2 ± 11.0 a
18:1n6	6.6 ± 0.8 b	10.6 ± 1.2 a	5.3 ± 0.6 b	10.0 ± 1.7 a	6.1 ± 1.8 b	10.5 ± 1.8 a
18:1n5	3.8 ± 0.4 bc	6.3 ± 2.0 a	3.2 ± 0.2 c	5.3 ± 0.7 ab	3.7 ± 0.6 bc	6.0 ± 0.6 a
18:1n4	1.9 ± 0.2 b	2.9 ± 0.2 a	1.6 ± 0.3 b	3.0 ± 0.3 a	2.0 ± 0.7 b	3.1 ± 0.6 a
18:2n6	114.6 ± 34.0 ab	127.8 ± 31.5 ab	101.2 ± 1.5 b	133.1 ± 18.6 ab	97.9 ± 23.3 b	179.3 ± 58.7 a
18:2n3	3.3 ± 0.6 bc	4.9 ± 1.0 ab	2.8 ± 0.6 c	5.6 ± 0.9 a	2.9 ± 0.9 c	5.9 ± 0.9 a
19:1n11	1.9 ± 0.4 bc	3.8 ± 0.9 a	1.5 ± 0.3 c	3.3 ± 0.8 a	1.7 ± 0.3 bc	3.0 ± 0.4 ab
19:1n9	2.1 ± 0.5 bc	3.7 ± 0.7 a	1.6 ± 0.2 c	3.0 ± 0.2 ab	1.6 ± 0.7 c	2.9 ± 0.7 ab
18:3v3	15.2 ± 3.3 b	16.3 ± 2.2 b	12.6 ± 2.7 b	15.9 ± 1.7 b	16.1 ± 2.5 b	26.3 ± 5.6 a
18:4n3	6.7 ± 0.6 b	11.5 ± 1.4 a	6.0 ± 1.3 b	11.1 ± 1.1 a	7.0 ± 1.7 b	12.2 ± 2.7 a
20:0	3.1 ± 0.6 bc	5.9 ± 0.4 a	2.7 ± 0.6 c	4.5 ± 0.7 ab	3.0 ± 0.8 c	4.8 ± 1.1 a
20:1n11	2.7 ± 0.7 bc	4.3 ± 0.6 a	2.1 ± 0.7 c	3.4 ± 0.3 ab	3.1 ± 0.8 abc	3.9 ± 0.7 ab
20:1n9	2.6 ± 0.7 bc	4.0 ± 0.5 a	1.8 ± 0.3 c	3.1 ± 0.7 ab	2.5 ± 0.4 bc	3.6 ± 0.5 a
20:2n6	1.6 ± 0.2 c	3.0 ± 0.7 ab	1.4 ± 0.1 c	1.9 ± 0.4 bc	1.9 ± 0.3 bc	3.8 ± 0.8 a
20:3n6	4.3 ± 1.5 bc	5.2 ± 1.4 ab	3.3 ± 0.9 bc	4.8 ± 1.1 a	2.4 ± 0.4 c	6.8 ± 0.6 a
20:4n6	11.2 ± 2.3 bc	13.7 ± 2.8 b	8.9 ± 1.2 c	12.6 ± 1.6 bc	9.3 ± 0.2 bc	26.4 ± 2.7 a
20:5n3	2.7 ± 0.5 b	3.6 ± 0.5 b	3.7 ± 1.1 b	3.4 ± 0.5 b	3.4 ± 1.2 b	9.4 ± 1.9 a
22:3n3	37.3 ± 6.4 b	39.9 ± 4.6 b	15.8 ± 2.4 c	17.0 ± 4.2 c	41.0 ± 7.4 b	63.7 ± 7.8 a
22:4n6	1.9 ± 0.2 a	3.0 ± 0.5 a	1.7 ± 0.3 a	2.9 ± 0.7 a	2.2 ± 0.8 a	2.9 ± 0.6 a
22:5n3	8.9 ± 2.3 b	8.6 ± 0.5 b	4.7 ± 0.3 c	8.1 ± 0.5 bc	6.0 ± 0.5 bc	13.6 ± 2.9 a
22:6n3	1.7 ± 0.2 b	2.4 ± 0.8 b	1.8 ± 0.1 b	2.4 ± 0.3 b	2.3 ± 0.6 b	3.9 ± 0.8 a
Saturated (%)	49.2	49.3	47.9	49.8	49.3	48.5
Monounsatur. (%)	39.6	42.3	42.2	41.8	41.0	40.4
Polyunsatur. (%)	11.2	8.4	9.9	8.4	9.7	11.1
Polyunsatur. / Sat.	0.23	0.17	0.38	0.38	0.20	0.23
Total n3 (%)	3.4	2.5	2.5	2.0	3.5	3.8
Total n6 (%)	6.3	4.7	6.5	5.3	5.3	6.4
n6/n3	1.9	1.9	2.6	2.7	1.5	1.7

^aValues are means and standard deviations of five samples analyzed individually in duplicate.

i = iso, ai = anteiso, sat. = saturated, monounsatur. = monounsaturated, polyunsatur. = polyunsaturated

**Means in the same row with different letters were significantly different (p>0.05).

Badiani et al. (18) also observed that regardless of the cooking method, all fatty acids were significantly higher in the cooked meat, with the exception of C20:2n6 in broiled *longissimus* and microwaved *semitendinosus*. Sinclair et al. (38), however, found significantly lower contents of all the 20 and 22 carbon PUFA in the grilled beef compared with the raw samples, although there was no consistent loss of a specific PUFA as the length of cooking increased. Janicki & Appledorf (39) encountered significant changes in 16:0, 18:1 and 18:2 during various cooking methods (broiling, grill frying and microwave cooking) of ground beef. The fatty acid 16:0 suffered the greatest loss during cooking while 18:1 and 18:2 increased. On the other hand, Morris et al. (11) reported that there was no preferential loss of specific fatty acids during cooking, since there was no significant difference in their composition in *longissimus lumborum* of raw and cooked.

The AR during grilling varied from 92 to 104% and the TR from 95 to 108% for the principal fatty acids (Table 4). As with total lipid and cholesterol contents, there was no significant difference between the AR and TR values. The values indicate little or no significant loss of fatty acids by degradation during grilling. This appears surprising because lipid oxidation is one of the major routes for flavor development in cooked meat (40). It is probable that the amount of fatty acids needed for this purpose is small, that the quantity lost do not reach significant levels.

Badiani et al. (18) did not encounter significant difference between the AR and the TR values for the principal fatty acids in broiled *longissimus lumborum*, but found significant differences between these two values in boiled *infraspinus* and in roasted and microwaved *semitendinosus*.

Enser et al. (37) and Uzcátegui B et al. (41) encountered high levels of *trans* fatty acids for 18:1 in fresh beef meat. In the present study *trans* fatty acids were not found even in the grilled samples, although the column used, CP-Sil 88 Chrompack Ltd, could separate these fatty acids.

Results of the present work show that the total saturated fatty acids (SFA) varied from 48% to 49% in raw meat and 49 to 50% in grilled meat. The sum of monounsaturates (MUFA) ranged from 40% to 42% in both raw and grilled meat. The total polyunsaturated fatty acids (PUFA) were lower, ranging from 10 to 11% in raw meat and 8 to 11% in grilled meat. The percentage of total n3 PUFA ranged from 2.5 to 3.5% and from 2.0 to 3.8% for raw and grilled *longissimus* muscle, respectively.

Beef had been thought to contain more than 50% total saturated fatty acids. Campbell & Turkki (42), for example, reported values of up to 62% saturated fatty acids. Recent work have indicated, however, that beef contained less than 50% saturated fatty acids. Sinclair et al. (43) encountered 35%; Sweeten et al. (15), 41%; Eichhorn et al. (44), 45%; Andrae et al. (45), 46% of these acids. Exceptions are the

studies of Araujo de Vizcarrondo et al. (13) and Morris et al. (11) in which saturated fatty acids accounted for about 51% and 55%, respectively. However, Morris et al. (11) quantified only six fatty acids.

TABLE 4

True and apparent retention values of principal fatty acids in cooked beef *longissimus dorsi*

Fatty acid*	Cattle bree		
	Nelore	Beefalo	Canchin
C14**			
TR	100 ± 12 a	98 ± 1 a	95 ± 15 a
AR	102 ± 3 a	93 ± 2 a	100 ± 16 a
C16**			
TR	98 ± 7 a	102 ± 3 a	96 ± 2 a
AR	93 ± 2 a	97 ± 4 a	93 ± 1 a
C16:1n7**			
TR	96 ± 14 a	99 ± 10 a	95 ± 17 a
AR	99 ± 6 a	92 ± 10 a	101 ± 16 a
C18**			
TR	96 ± 5 a	108 ± 19 a	97 ± 15 a
AR	99 ± 6 a	102 ± 5 a	96 ± 6 a
C18:1n7**			
TR	103 ± 7 a	106 ± 11 a	97 ± 13 a
AR	02 ± 2 a	101 ± 5 a	100 ± 15 a
C18:1n9**			
TR	95 ± 14 a	101 ± 8 ^a	97 ± 6 a
AR	98 ± 10 a	104 ± 3 ^a	100 ± 7 a
C18:2n6**			
TR	101 ± 4 a	101 ± 11 a	102 ± 2 a
AR	102 ± 18 a	103 ± 8 a	96 ± 2 a

*Values are means and standard deviations of five samples analyzed individually in duplicate.

**Means within a column by same letter were not significantly different ($p > 0.05$).

TR = true retention, AR = apparent retention

Lower values for the total polyunsaturated fatty acids were reported by Araujo de Vizcarrondo et al. (13) (3.51 to 5.67%), Duckett & Wagner (46) (5.46%), Andrae et al. (45) (4.69%) and Morris et al. (11) (3.0%) compared to results in our work.

Considering the nutritional implications of the results, grilled meat (trimmed of external fat) had less than 5 g of fat per 100g and could be considered as low in fat (47).

The PUFA/SFA ratio of 0.17 to 0.38 for these *longissimus* samples falls short of the recommended minimum value of 0.45 (48) for the whole diet. This implies a need for offsetting this deficiency with other components of the whole diet. On the other hand, the n6:n3 ratio of 1.5 to 2.7 is advantageous, being below the maximum ratio of 4.0 recommended for the whole diet.

CONCLUSIONS

The total lipid, cholesterol and fatty acid contents of grilled samples were higher than those of the raw samples because of loss of moisture during grilling. There was no significant difference in the apparent and true retention values obtained for the three food components, both indicating no significant loss or degradation of these components.

ACKNOWLEDGMENT

The authors wish to thank the Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) for the financial support, Francisco José Ribeiro Junqueira, Fazenda Junqueira, for furnishing the samples and Dr. Albino Luchiari for collecting the samples.

REFERENCES

- American Heart Association. Dietary Guidelines for Healthy American Adults. 2003 (http://www.americanheart.org/Heart_and_Stroke_A_Z_Guide/dietg.html). Accessed May 2003.
- Simopoulos AP. Symposium: role of poultry products in enriching the human diet with n-3 PUFA. *Poult. Sci.* 2000;79:961-70.
- Ministry of Agriculture Fisheries and Food. Household food consumption and expenditure, 1992. HMSO, London, 1993.
- Folch J, Lees M, Stanley GHS. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.* 1957;226:497-509.
- Bohac CE, Rhee KS, Cross HR, Ono K. Assessment of methodologies for colorimetric cholesterol assay of meats. *J. Food Sci.* 1988;53:1642-4.
- Metcalf LD, Schmitz AA, Pelka JR. Rapid preparation of fatty acid esters from lipids for gas chromatographic analysis. *Anal. Chem.* 1966;38:514-5.
- Christie WW. Equivalent chain-lengths of methyl ester derivatives of fatty acids on gas-chromatography. *J. Chromatogr.* 1988;447:305-15.
- Maia EL, Rodriguez-Amaya DB, Hotta LK. Fatty acid composition of the total, neutral and phospholipids of pond-raised Brazilian *Piaractus mesopotamicus*. *Int. J. Food Sci. Tech.* 1995;30:591-7.
- Holland B, Welch AA, Unwin ID, Buss DH, Paul AA, Southgate DAT. McCance and Widdowson's. The Composition of Foods. 5th. edn.. London: The Royal Society of Chemistry and Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. 1994:8-9.
- Murphy EW, Criner PE, Gray BC. Comparisons of methods for calculating retentions of nutrients in cooked foods. *J. Agric. Food Chem.* 1975;23:1153-7.
- Morris CA, Kirton AH, Hogg BW, Brown JM, Mortimer BJ. Meat composition in genetically selected and control cattle from a serial slaughter experiment. *Meat Sci.* 1995;39:427-35.
- Sahasrabudhe MR, Stewart L. Total lipid and cholesterol in selected retail cuts of Canadian beef. *Can. Inst. Food Sci. Technol.* 1989;22:83-5.
- Araujo de Vizcarrondo C, Carrilo de Padilla F, Martin GE. Fatty acid composition of beef, pork, and poultry fresh cuts, and some of their processed products. *Arch Latinoamer Nutr* 1998;48:354-58.
- Hood RL. A note of the cholesterol content of beef rib steaks. *CSIRO Food Research Q* 1987;47:44-6.
- Sweeten MK, Cross HR, Smith GC, Smith SB. Subcellular distribution and composition of lipids in muscle and adipose tissues. *J. Food Sci.* 1990;55:43-5.
- Hoelscher LM, Savell JW, Smith SB, Cross HR. Subcellular distribution of cholesterol within muscle and adipose tissues of beef loin steaks. *J. Food. Sci.* 1988;53:718-22.
- Swize SS, Harris KB, Savell JW, Cross HR. Cholesterol content of lean and fat from beef, pork, and lamb cuts. *J. Food Comp. Anal.* 1992;5:160-7.
- Badiani A, Stipa S, Bitossi F, Gatta PP, Vignola G, Chizzolini R. Lipid composition, retention and oxidation in fresh and completely trimmed beef muscles as affected by common culinary practices. *Meat Sci.* 2002;60:169-86.
- USDA. Nutrient Database for Standard Reference. 2000. Release 13, NDB n° 13390 p. 708.
- Coleman ME, Rhee KS, Cross HR. Senrory and cooking properties of beef steaks and roast cooked and without external fat. *J. Food Sci.* 1988; 53:34-6
- Harris KB, Harberson, TJ, Saveli JW, Cross HR, Smith SB. Influences of quality grade, external fat level, and degree of doneness on beef steak fatty acids. *J. Food Comp. Anal.* 1992;5:84-9.
- Jones, DK, Savell JW, Cross HR. Effects of fat trim on the composition of beef retail cuts. Cooking yields and fat retention of separable lean. *J. Muscle Foods* 1992;3:73-81.
- Renk BZ, Kauffman RG, Schaefer DM. Effect of temperature and method of cookery on the retention of intramuscular lipid in beef and pork. *J. Anim. Sci.* 1985;61:876-88.
- Slover HT, Lanza E, Thompson Jr RH, Davis CS, Merola GV. Lipids in raw and cooked beef. *J. Food Comp. Anal.* 1987;1:26-37.
- Smith DR, Savell JW, Smith SB, Cross HR. Fatty acid and proximate composition of raw and cooked retail cuts of beef trimmed to different external fat levels. *Meat Sci.* 1989;26:295-311.
- Rhee KS, Dutson TR, Smith GC, Hostetler RL, Reiser R. Cholesterol content of raw and cooked beef longissimus muscles with different degrees of marbling. *J. Food Sci.* 1982;47:716-9.
- Kritchevsky D, Tepper AS. The free and ester sterol content of various foodstuffs. *J. Nutr.* 1961;74:441-4.
- Bragagnolo N, Rodriguez-Amaya DB. Teores de colesterol em carne suína e bovina e efeito do cozimento. *Ciênc. Tecnol. Aliment.* 1995;15:11-7.
- Stromer MH, Goll DE, Roberts JH. Cholesterol in subcutaneous and intramuscular lipid depots from bovine carcasses of different maturity and fatness. *J. Anim. Sci.* 1966;25:1145-7.

30. Huerta-Leidenz N, Ramírez, JLR, Moreno, LA, Timaure, NJ, Márquez, E, Muñoz, B. Contenido de colesterol em el músculo longissimus de bovinos venezolanos. Arch. Latinoamer. Nutr. 1996;46:329-33.
31. Hutchison GI, Thomas DE, Truswell AS. Nutrient composition of Australian beef. Food Tech. Australia 1987;39:199-201.
32. Rhee KS, Dutson TR, Smith GC. Effect of changes in intermuscular and subcutaneous fat levels on cholesterol content of raw and cooked beef steaks. J. Food Sci. 1982;47:1638-42.
33. Morgan JB, Calkins CR, Mandigo RW. Effect of trim level, cooking method, and chop type on lipid retention, caloric content, and cholesterol level in cooked pork. J. Food Sci. 1988;53:1602-4.
34. Prusa KJ, Hughes KV. Cholesterol and selected attributes of pork tenderloin steaks heated by conventional, convection and microwave ovens to two internal endpoint temperatures. J. Food Sci. 1986;51:1139-40.
35. Enser M, Hallett KG, Hewitt B, Fursey GAJ, Wood JD, Harrington G. Fatty acid content and composition of UK beef and lamb muscle in relation to production system and implications for human nutrition. Meat Sci. 1998;49:329-41.
36. Harris KB, Savell JW, Cross HR. Fatty acid composition of muscle tissue from closely or completely trimmed beef steaks and roasts. J. Food Comp. Anal. 1991;4:120-7.
37. Enser M, Hallett KG, Hewitt B, Fursey GAJ, Wood JD. Fatty acid content and composition of English beef, lamb and pork at retail. Meat Sci. 1996;42:443-56.
38. Sinclair AJ, Johnson L, O'Dea K, Holman RT. Diet rich in lean beef increase arachidonic acid and long-chain ω 3 polyunsaturated fatty acid levels in plasma phospholipids. Lipids 1994;29:337-43.
39. Janicki LJ, Appledorf H. Effect of broiling, grill frying and microwave cooking on moisture, some lipid components and total fatty acids of ground beef. J. Food Sci. 1974;39:715-7.
40. Mottram, DS. Flavour formation in meat and meat products: a review. Food Chem. 1998;62:415-24.
41. Uzcátegui S, Huerta-Leidenz N, Moreno LA, Colina GC, Jerez-Timaure, N. Contenido de humedad, lípidos totales y ácidos grasos del músculo longissimus crudo de bovinos en Venezuela. Arch. Latinoamer. Nutr. 1999;49:171-80.
42. Campbell AM, Turkki PR. Lipids of raw and cooked ground beef and pork. J. Food. Sci. 1967;32:143-6.
43. Sinclair AJ, O'dea K. The lipid levels and fatty acid compositions of the lean portions of Australian beef and lamb. Food Tech. Australia 1987;39:228-31.
44. Eichhorn JM; Coleman LJ, Wakayama EJ, Blomquist GJ, Bailey CM, Jenkins TG. Effects of breed type and restricted versus ad libitum feeding on fatty acid composition and cholesterol content of muscle and adipose tissue from mature females. J. Ani. Sci. 1986;63:781-94.
45. Andrae, JG, Duckett, SK, Hunt, CW, Pritchard, GT, Owens, FN. Effects of feeding high-oil corn to beef steers on carcass characteristics and meat quality. J. Anim. Sci. 2001;79:582-8.
46. Duckett SK, Wagner DG. Effect of cooking on the fatty acid composition of beef intramuscular lipid. J. Food Comp. Anal. 1998;11:357-62.
47. Food Advisory Committee. Report on Review of Food Labelling and Advertising. London: HMSO, 1990.
48. Department of Health. Nutritional Aspects of Cardiovascular Disease. Report on Health and Social Subjects, nº 46. London: HMSO, 1994.

Recibido:07-08-2001

Aceptado:04-07-2003

Contenido de nutrientes minerales en leches de vaca y derivados de Argentina

Sara Josefina Closa, María C. de Landeta, Daniel Andérica, Andrés Pighín, Juan A. Cufre

Departamento de Tecnología. Universidad Nacional de Luján. Argentina.

RESUMEN. La leche de vaca y los derivados lácteos aportan elementos inorgánicos esenciales para el organismo humano y son la fuente más importante de calcio biodisponible de la dieta. Con el objetivo de obtener datos sobre la composición de nutrientes minerales de los lácteos que se producen y comercializan en Argentina, se analizó el contenido de Ca, P, Mg, Na, K, Fe, Zn y Cu de leches fluidas, leches en polvo y yogures, tanto enteros como reducidos en grasa. El P se determinó por un método colorimétrico y los restantes elementos por espectrometría de absorción atómica. En la leche cruda el contenido de elementos inorgánicos presenta cierto grado de variabilidad al que se le suman los cambios que introducen los diferentes tratamientos a que es sometida para adecuarla tanto a las normas reglamentarias de comercialización como para producir los derivados lácteos. En todos los casos, el descremado aumenta la concentración de nutrientes minerales, destacándose especialmente el incremento de la densidad de Ca en la leche en polvo descremada. El agregado de sólidos en los yogures, como leche en polvo o concentrados de leche, incrementa el contenido de minerales y tanto más si se utilizan ultrafiltrados de leche. Los ultrafiltrados aumentan la relación Ca/P lo que probablemente mejore la biodisponibilidad del Ca. Los resultados obtenidos en este estudio aportan datos hasta ahora no disponibles en la tabla de composición de alimentos nacional, que resultan necesarios para diagnosticar o evaluar la adecuación de las dietas de nuestra población.

Palabras clave: Leche de vaca, productos lácteos, contenido de minerales.

SUMMARY. Mineral nutrient content in cow milk and dairy products in Argentina. Cow milk and dairy products supply essential inorganic elements for humans, and constitute the most important source of bioavailable calcium in our diet. In order to obtain data about mineral nutrient composition of dairy products that are produced and sold in Argentina, the contents of Ca, P, Mg, Na, K, Fe, Zn and Cu in whole and low fat fluid milk, dried milk and yogurt were analyzed. P was assessed by a colorimetric method, and the other elements by atomic absorption spectroscopy. In raw milk, the mineral content shows a certain degree of variability, in addition to the variability introduced by the different processing conditions, in order to meet the requirements prescribed by trade regulations and to produce dairy products. In all cases, skimming increases the concentration of mineral nutrients, which is especially remarkable in Ca contained in skimmed milk powder. In yogurt, added milk solids like dried milk or evaporated milk appreciably increase the mineral content, even more so if ultrafiltrates are used. These ultrafiltrates increase the Ca/P ratio, which probably improves Ca bioavailability. The results obtained in these analyses provide data that are not yet available from the National Table of Food Composition, and which prove necessary and fundamental for nutritional and dietary evaluation.

Key words: Cow milk, dairy products, mineral contents.

INTRODUCCION

La leche aporta elementos minerales esenciales para el organismo humano y es la fuente más importante de calcio biodisponible de la dieta.

La leche de vaca contiene en promedio, alrededor de 7 gramos de minerales por litro. La distribución y concentración de estos elementos en la mezcla de fases en equilibrio que la constituyen, difiere de acuerdo al elemento de que se trate. En la fase acuosa continua se encuentran disueltas,

conjuntamente con lactosa y compuestos nitrogenados solubles, sales minerales u orgánicas como citratos, fosfatos y cloruros de Ca, K, Mg, Na y trazas de Fe. En la fase coloidal están en suspensión micelas de caseína insoluble que contienen aproximadamente un 20% del Ca y P unidos a su estructura y sales compuestas de fosfato de Ca coloidal, citratos y Mg en proporciones fijas, que contribuyen a estabilizar las micelas. Los glóbulos de grasa emulsionados contienen un 1% de fosfolípidos y en sus membranas se fijan Fe, Cu, Zn y Mn. Más de la mitad del Fe y alrededor del 80% del Zn y Cu se fijan a micelas de caseína y entre el 15 al 30% del Fe, Zn y Cu se unen a las proteínas solubles. Las α -lactoalbúminas contienen un átomo de Ca por molécula. (1-3).

Subsidiado por el Departamento de Tecnología (Disp. CDDT 73/96) de la Universidad Nacional de Luján.

La alimentación del animal y los cambios estacionales no influyen de manera significativa en la concentración de minerales de la leche, por lo tanto el contenido mineral no varía demasiado a lo largo del año. El contenido de Ca, P y Mg no depende de la ingesta porque el animal puede recurrir a sus reservas óseas; tampoco se modifican las concentraciones de Na, K y Cl aún cuando aumente la ingesta, debido a que junto con la lactosa deben mantener el equilibrio entre la presión osmótica sanguínea y de la leche en la mama. Con respecto a los oligoelementos, tanto el Fe, Zn y Cu no son significativamente dependientes de la dieta pero si la ración es carente disminuye el contenido de esos nutrientes en la leche. En cambio, si la alimentación aporta mayor cantidad de elementos como Co, B, Mo, F, Se, I, o Br su concentración en la leche se incrementa. Durante el último período de lactancia aumenta el contenido de algunos minerales, tales como Ca, P, Na y Cl (1, 2).

En Argentina, la mayoría de las leches y productos lácteos derivados es sometido a alguna forma de procesamiento. La leche es pasteurizada, homogeneizada, esterilizada, desecada y también puede ser microfiltrada, ultrafiltrada, fortificada. En los últimos 15 años, la producción y el consumo de productos reducidos en grasa se ha incrementado en forma notablemente significativa debido a los cambios en el interés de los consumidores, ya sea por preferencias o por problemas de salud (4). La tendencia creciente en el consumo de leches y lácteos procesados reducidos en grasa, particularmente de yogures y quesos, probablemente contribuya a incrementar la densidad de minerales de la dieta.

Los procesos que utiliza la industria para producir esta amplia y creciente variedad de derivados lácteos, introducen cambios en el contenido de nutrientes minerales. Con el objetivo obtener datos actualizados sobre el contenido de estos nutrientes en los lácteos que se ofrecen en el mercado nacional, información indispensable para evaluar o diagnosticar la adecuación de las dietas, se determinó el contenido de Na, K, Ca, P, Mg, Zn, Fe y Cu en leches fluidas de vaca enteras y parcialmente descremadas, leches en polvo enteras y descremadas y yogures enteros, descremados y fortificados con Ca.

PROCEDIMIENTOS EXPERIMENTALES

Materiales

Recolección de las muestras

El criterio utilizado para la toma de muestras a analizar tuvo en cuenta las marcas con mayores volúmenes de producción y con sistemas de distribución en la mayor parte del país, a su vez fueron ponderadas de acuerdo a los volúmenes de venta en la Ciudad de Buenos Aires y en el Gran Buenos Aires (5), que agrupa a más del 40% de la

población del país. Las muestras fueron adquiridas en supermercados de la zona de influencia de la universidad.

Se muestrearon entre 6 y 12 unidades para cada tipo de producto, tomadas de distintas partidas de elaboración. En el caso de yogur fortificado con Ca sólo se analizaron 3 muestras de la misma marca.

Los lácteos que se comercializan en el país deben cumplir con la reglamentación establecida en el Código Alimentario Argentino (CAA) (6). Las especificaciones de los productos analizados están señaladas entre paréntesis:

- leches fluidas pasteurizadas y UHT enteras (Materia grasa: 3,0 g/100 cm³) y parcialmente descremadas (Materia grasa entre: 1,5 y 2,0 g/100 cm³) adicionadas con vitaminas A y D, envasadas en sachets de polietileno de alta densidad.
- leches fluidas esterilizadas (Materia grasa: 3,0 g/100 cm³) y parcialmente descremadas (Materia grasa entre: 1,5 y 2,0 g/100 cm³) adicionadas con vitaminas A y D en envases tipo tetrabrik.
- leches en polvo enteras (Humedad máx: 3,50% p/p; Materia grasa mín: 26,0% p/p) y descremadas (Humedad máx: 4,0% p/p; Materia grasa máx: 2,0% p/p) adicionadas con vitaminas A y D, envasadas en bolsas de material laminado constituido por una hoja de aluminio recubierta en ambas caras por polietileno, cerradas herméticamente y embaladas en cajas de cartón y/o en latas de aluminio con cierre hermético.
- yogures enteros (Materia grasa entre: 3,0 y 5,9% p/p) al natural y saborizados; yogures descremados (Materia grasa máx: 0,3% p/p) adicionados con vitamina A y D, al natural y saborizados, envasados en potes de plástico con cubierta de aluminio.

Preparación de las muestras

Las leches fluidas fueron homogeneizadas con movimientos suaves para evitar la formación de espuma, las leches en polvo por volteo y los yogures por batido.

Para la determinación de Na, K, Ca, P y Mg se pesaron exactamente en balanza analítica alrededor de 0,2 gramos de leche fluida y de yogur, y 0,1 gramo de leche en polvo. Las porciones analíticas fueron mineralizadas por vía húmeda con el agregado de 2 ml de HNO₃ concentrado (Merck suprapuro) en horno de microondas utilizando bombas Parr (7). El tiempo y la potencia de operación se determinó experimentalmente para cada tipo de producto. Una vez fríos los productos de la digestión se transfirieron a matraces de 25 ml y se llevó a volumen con agua ultrapura (18 MΩ).

Para la determinación de los micronutrientes Fe, Zn y Cu, se pesaron exactamente en balanza analítica alrededor de 10 gramos de leche fluida, 3 gramos de leche en polvo y 20 gramos de yogur. Previo desecado de las muestras de leche fluida y yogur en baño maría, las porciones analíticas se

calcinaron en mufla a 500°C (8) hasta cenizas blancas que luego fueron solubilizadas con HNO₃ y trasvasadas a matraces aforados de 10.0 ml llevando a volumen con agua ultrapura (18 MΩ).

El material de vidrio, las cápsulas de porcelana y las bombas de Parr utilizadas en los ensayos, fueron lavadas previamente con HNO₃.

Métodos

Las determinaciones se hicieron en un espectrofotómetro de absorción atómica (457 AA/AE Instrumentation Laboratory). Se operó en condiciones estándar, usando el modo de emisión para determinar Na y K, previo agregado de CsCl a las muestras y estándares, y el modo de absorción atómica para Ca, Mg, Fe y Zn. Para la determinación de Ca se adicionó La(NO₃)₃ (1.5% p/v) a las muestras y a los estándares. El P se determinó por el método colorimétrico de Gomori (9).

En todos los casos se utilizaron reactivos Merck de calidad p.a. y estándares para Absorción Atómica (Titrisol, Merck)

con los que se efectuaron las calibraciones.

Cada porción analítica se procesó por triplicado y los valores fueron promediados. Cuando las réplicas se desviaron en más de un 5% con respecto al valor promedio, se repitió el ensayo.

Todas las determinaciones fueron validadas y controladas periódicamente con material de referencia certificado (NIST 1846).

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla 1 se presentan los resultados promedio y los valores extremos correspondientes a los macro elementos minerales, y en la Tabla 2, los de los micro nutrientes minerales. En ambos casos los valores están expresados en base húmeda y por 100 gramos de producto. En las últimas columnas de la Tabla 2 se incluyen los datos del contenido de agua y de lípidos y el número de muestras analizadas de los respectivos lácteos.

TABLA 1
Contenido de macronutrientes minerales en productos lácteos

Producto	mg por 100 g									
	Na	Rango	K	Rango	Ca	Rango	P	Rango	Mg	Rango
Leche fluida entera	57	52 - 62	139	131 - 146	123	114 - 149	95	90 - 105	10	8-12
Leche fluida parc. descremada	55	53 - 58	138	126 - 150	120	108 - 134	109	103 - 116	10	9 -12
Leche en polvo entera	404	339 - 451	1224	1108 - 1299	821	741 - 968	761	751 - 767	93	89 - 95
Leche en polvo descremada	563	512 - 620	1640	1543 - 1740	1303	1091-1445	1027	998 - 1063	120	107 - 130
Yogur entero	59	54 - 65	172	139 - 204	125	112 - 144	114	104 - 120	13	11 - 15
Yogur descremado	75	62 - 89	177	148 - 240	110	92 - 141	125	116 - 132	12	10 - 15
Yogur descr. fortificado con Ca	121	80 - 148	200	124 - 265	247	209 - 284	188	173 - 202	13	10 - 17

TABLA 2
Contenido de micronutrientes minerales en productos lácteos

Producto	µg por 100 g						Agua %	Lípidos %	N*
	Zn	Rango	Fe	Rango	Cu	Rango			
Leche fluida entera	328	280 - 380	74	40 - 150	12	8 - 17	88.7	2.9	12
Leche fluida parc. descremada	330	300 - 360	80	63 - 110	11	9 - 12	90.1	1.4	10
Leche en polvo entera	3323	2910 - 3740	539	420 - 620	54	49 - 64	2.8	24.8	6
Leche en polvo descremada	272	4120 - 4430	531	430 - 600	83	76 - 90	3.2	1.0	6
Yogur entero	441	359 - 480	97	67 - 135	11	8 - 17	79.0	2.4	8
Yogur descremado	372	299 - 588	93	72 - 120	14	9 - 17	89.6	0.1	10
Yogur descr. fortificado con Ca	510	436 - 588	100	-	20	13 - 25	85.1	0.1	3

* : número de muestras

Los datos de las leches fluidas enteras y descremadas incluyen los valores de las muestras que recibieron diferentes procesos de conservación y formas de presentación, por no haberse encontrado diferencias apreciables entre ellas. El mismo criterio se aplicó con los yogures.

En nuestro país las empresas lácteas someten a la leche fluida a diferentes tratamientos para ajustarla a las especificaciones del Código Alimentario Argentino CAA, que establece contenidos mínimos de 2.9% para proteína y 3% para lípidos en leche entera y de 1.5% de grasa para leches parcialmente descremadas además de estos tratamientos aplicados para normalizar las leches de acuerdo a las disposiciones reglamentarias. Algunas empresas además, suelen microfiltrarlas para reducir la carga bacteriana (10). En la elaboración de yogures, que pueden ser naturales o saborizados, se agregan habitualmente sólidos de leche o proteínas lácteas y aditivos para otorgar sabores y consistencia al producto terminado, aditivos que en algunos casos suelen ser sales de K o Na.

Todos estos procesos a los que es sometida la leche para obtener los diferentes tipos de lácteos que se comercializan, introducen cambios en el perfil de minerales de los productos, tanto en las leches fluidas como en los lácteos derivados sean enteros o reducidos en grasa.

Los valores hallados en leche fluida entera están en el orden de magnitud y rangos informados en datos de literatura y de tablas de composición de alimentos extranjeras (1,2,11-13) con excepción del Fe que en promedio arrojó un valor más elevado de 74 $\mu\text{g}\%$ pero con un coeficiente de variación muy amplio (46%). El descremado parcial de la leche que reduce el tenor graso al 1.5%, prácticamente no ha producido modificaciones apreciables en el perfil de minerales, salvo un ligero incremento del P.

La eliminación de la grasa de la leche en polvo, que pasa de un contenido de 25% de lípidos al 1.0% en la leche en polvo descremada produce como era de esperar, un aumento de la densidad de todos los elementos minerales y de Ca en particular. El Fe en cambio, se mantuvo prácticamente en el mismo valor que en la leche en polvo entera.

En los yogures se observa un aumento en el contenido de los minerales en general con respecto al de las leches a partir de las cuales se elaboran, atribuible al agregado de sólidos de leche y de aditivos en el caso del K, mientras que el Ca se ha mantenido prácticamente en el mismo nivel de la leche fluida entera. En los yogures descremados se produjo un ligero aumento en el contenido de minerales con respecto a los yogures enteros, con excepción del Ca y el Zn, que en promedio aparecen disminuidos.

En cuanto al yogur descremado fortificado con Ca, puede observarse que además de contener una cantidad mayor de Ca, hay un incremento importante en la concentración de los restantes minerales. El perfil mineral de estos yogures

fortificados debe ser consecuencia de la técnica empleada para efectuar la suplementación, ya sea con el agregado de leche concentrada o con ultrafiltrados de leche. Este último proceso, que suele aplicarse en la industria para concentrar las proteínas lácteas, también incrementa en forma significativa la concentración de Ca, P y Mg y del primero en especial, dado que la mayor parte de estos elementos minerales están asociados a las proteínas. De allí que la relación Ca/P mejora desde el punto de vista nutricional a medida que aumenta la concentración proteica del ultrafiltrado, resultando por lo tanto una excelente tecnología para enriquecer alimentos con Ca de mayor disponibilidad (14). De acuerdo a los resultados obtenidos, la relación Ca/P de 0,88 en el yogur descremado pasó a 1,31 en el yogur fortificado.

CONCLUSIONES

Si bien la concentración de elementos minerales en alimentos suele mostrar una amplia variabilidad, en el caso de la leche - alimento único que producen los mamíferos para cubrir específicamente las necesidades de sus crías inmaduras - se mantiene en concentraciones y rangos más definidos. Dada la particular distribución de los elementos inorgánicos en la compleja mezcla de fases de la leche entera, cuando es sometida a diferentes procesos para obtener los derivados lácteos se producen cambios en el perfil de nutrientes minerales. El descremado parcial y/o total, incrementa la concentración de estos nutrientes en general, destacándose especialmente el aumento de la densidad de Ca en la leche en polvo descremada. La fortificación de lácteos con ultrafiltrados de leche incrementa la relación Ca/P.

Los resultados obtenidos en este trabajo sobre la composición de nutrientes minerales de productos lácteos que se producen y comercializan en el país, aportan información hasta el momento no disponible que puede incorporarse en la base de datos de composición de alimentos de carácter nacional. Es de especial interés en el caso de los yogures cuyo consumo ha crecido en forma notable en los últimos años.

REFERENCIAS

1. J Goursaud. Composición y propiedades fisico-químicas. En: Leche y Productos Lácteos. Société Scientifique D'Hygiène Alimentaire. F.M.Luquet. Ed. Acirbia, S.A. Zaragoza, España. Vol 1 1991; 2-92.
2. HE Swaisgood. Characteristics of Milks. In: Food Chemistry. Ed. O.R.Fennema. 3rd ed. Marcel Dekker Inc. New York, Basel, Hong Kong. 1996; 842-876.
3. Renner E. Effects of Agricultural Practices on Milk and Dairy Products. In: Nutritional Evaluation of Food Processing. Ed. E. Karmas & R.S. Harris. An AVI Book. Published by Van Nostrand Reinhold. New York. 1988;203-224, 1988.

4. S Britos, S Scacchia y E Abellá Gilardón. Informe del Grupo de Trabajo sobre Disponibilidad de Alimentos en Argentina., pag. 10, 1997. Sociedad Argentina de Nutrición. XII Congreso Argentino de Nutrición, Mendoza 11-15 de Mayo, 1997.
5. R Blousson. El desafío de la lechería argentina. Ed. R. Blousson. 1994.
6. Código Alimentario Argentino Ley 18284/69, Decreto 2126/71, Anexo 1 (versión actualizada). Ed. de la Canal y Asociados
7. De la Fuente MA, Juárez M. Rapid Determination of Calcium, Magnesium, Sodium and Potassium in Milk by Flame Atomic Spectrometry After Microwave Oven Digestion. *Analyst* 1995; 120:107-111.
8. Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis of the AOAC. 14th Ed. Washington DC, The Association. 1984.
9. Gomori G. A modification of the colorimetric phosphorus determination for use with the photoelectric colorimeter. *J Lab Clin Med.* 1942;27: 955-960.
10. PM Kelly, JJ Tuohy. The effectiveness of microfiltration for the removal of microorganisms. *Bulletin of the International Dairy Federation* 1997;Nº 320: 26-31.
11. Die Zusammensetzung der Lebensmittel, Nährwert-Tabellen im Auftrag des Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Bonn. Edited by Deutsche Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie, Garching b Munchen. [Souci - Fachmann - Kraut] 5th revised and completed edition. Compiled by H. Scherz und F. Sener. 1994. Stuttgart: Medpharm. Scientific Publ.; CRC Press, 1994.
12. US Department of Agriculture. Composition of Foods. Raw, processed, prepared. *Agricultural Handbook N° 8-1.* Washington DC. 1976.
13. Composition of New Zeland Foods: 3 Dairy Products. F Visser, I. Gray, M. Williams. Ed. B. Burlingame and K. Silvester. Design Print. Auckland. 1991.
14. Novák, Á. Application of membrane filtration in the production of milk protein concentrates. *Bulletin of International Dairy Federation* 1996; N° 311. pag 26-27.

Recibido:11-08-2000

Aceptado:23-07-2003

INFORMACION PARA LOS AUTORES

En 1950 el Instituto Nacional de Nutrición de Venezuela edita su revista Archivos Venezolanos de Nutrición la cual en 1965 es donada a la recién creada Sociedad Latinoamericana de Nutrición, SLAN, para convertirse en su órgano oficial de divulgación Archivos Latinoamericanos de Nutrición, ALAN.

ALAN acoge en sus páginas trabajos de revisión, editoriales, conferencias y simposia y trabajos científicos originales sobre temas relacionados con alimentación y nutrición, entre ellos, ciencia y tecnología de alimentos, nutrición humana y animal, bioquímica nutricional aplicada, nutrición clínica y comunitaria, educación en nutrición y microbiología de alimentos.

Todos los artículos que se publican pasan por un proceso de arbitraje externo. El Comité Editorial no se hace responsable de los conceptos emitidos en los artículos aceptados para ser publicados y se reserva el derecho de no publicar los originales que no se ajusten a los lineamientos de la revista. No se devolverán originales ni se mantendrá correspondencia sobre aquellos que no sean publicados. ALAN se reserva los derechos de reproducción de los artículos seleccionados.

ALAN se acoge a las normas de los requisitos uniformes del Comité Internacional de Directores de Revistas Médicas (CIDRM), también conocido como el Grupo de Vancouver, en su quinta edición (1997) de los requisitos uniformes para preparar los manuscritos enviados a revistas biomédicas (1). A continuación se reproduce esta publicación y se añaden algunas recomendaciones específicas, para ALAN.

Requisitos para la presentación de manuscritos a una revista

Resumen de los requisitos técnicos

- Todas las partes del manuscrito estarán a doble espacio.
- Cada sección o componente comenzará en página nueva.
- Revise la secuencia: página del título, resumen y palabras clave, texto agradecimientos, referencias, cuadros (cada uno en página aparte), pies e epígrafes de las ilustraciones.
- Las ilustraciones se presentaran en forma de impresiones fotográficas sin tomar, y no deberán exceder de 203 x 254 mm.
- Incluya la autorización para reproducir material publicado con anterioridad o para usar ilustraciones en las que se pueda identificar a los sujetos humanos.
- Adjunte la transferencia de los derechos de autor y otros formularios.
- Presente el número exigido de copias impresas del artículo (ALAN exige original y 3 copias).
- Guarde copias de todo lo que envíe.

Preparación del manuscrito

El texto de los artículos de observación y experimentales se divide generalmente, aunque no por fuerza, en secciones que llevan estos encabezamientos: introducción, métodos, resultados y discusión. En los artículos largos puede ser necesario agregar subtítulos dentro de estas secciones, sobre todo en las de resultados y discusión, a fin de hacer más claro el contenido. Es probable que otro tipo de artículos -como los informes de casos, las revisiones y los editoriales- exijan otra estructura. Para mayor orientación, los autores deberán consultar la revista en la que pretenden publicar.

Mecanografíese el manuscrito en papel bond blanco de 216 x 280 mm o de la medida estándar ISO A4 (212 x 297 mm), con márgenes de por lo menos 25mm (ALAN prefiere la medida de 216 x 280 mm). Escríbase o imprímase solamente sobre una cara del papel. Utilícese doble espacio a lo largo de todo el manuscrito, incluido la página del título, el resumen, el texto los agradecimientos, las referencias, cada uno de los cuadros y los pies o epígrafes de las ilustraciones. Numérense las páginas en forma consecutiva, empezando por las del título. Sobre el ángulo superior o inferior derecho de cada página anótese el número que le corresponde.

Página del título

La primera página contendrá: 1) el título del artículo, que será conciso pero informativo; 2) nombre de pila preferido y apellidos de cada autor, acompañados de sus grados académicos más importantes y su afiliación institucional; 3) nombre del departamento o departamentos y la institución o instituciones a los que se debe atribuir el trabajo; 4) declaraciones de descargo de responsabilidad, si las hay; 5) nombre y dirección del autor que se ocupará de la correspondencia relativa al manuscrito; 6) nombre y dirección del autor a quien se dirigirán las solicitudes de separatas, o nota informativa de que los autores no las proporcionarán; 7) procedencia del apoyo recibido en forma de subvenciones, equipo, medicamentos o todo ello; y 8) título abreviado (titulillo) que no pase de 40 pulsaciones (contando caracteres y espacios), el cual se colocará, debidamente identificado como tal, en la última línea de la página inicial.

Autoría

Todas las personas designadas como autores habrán de cumplir con ciertos requisitos para tener derecho a la autoría. Cada autor

(1) Requisitos uniformes para preparar los manuscritos enviados a revistas biomédicas. Rev Panam Salud Pública. Pan-Am J Pub Health. 1998;3(3):188-1998.

debe haber participado en el trabajo en grado suficiente para asumir responsabilidad pública por su contenido. Para concederle a alguien el crédito de autor, hay que basarse únicamente en su contribución esencial por lo que se refiere a los siguientes aspectos: 1) la concepción y el diseño o bien el análisis y la interpretación de los datos; 2) la redacción del artículo o la revisión crítica de una parte importante de su contenido intelectual; y 3) la aprobación final de la versión que será publicada. Las tres condiciones tendrán que cumplirse siempre. La participación que consiste meramente en conseguir financiamiento o recoger datos no justifica el crédito de autor. Tampoco basta con ejercer la supervisión general del grupo de investigación. Toda parte del artículo que sea decisiva con respecto a las conclusiones principales deberá ser responsabilidad de por lo menos uno de los autores. Los directores de revistas podrán solicitar a los autores que describan la contribución de cada uno; esa información puede ser publicada.

Cada vez es más común que los ensayos multicéntricos se atribuyan a un autor corporativo. Todos los miembros del grupo que sean designados como autores, ya sea en la línea destinada al nombre de los autores a continuación del título o en una nota a pie de página, deberán cumplir plenamente con los requisitos de requisitos de autoría recién señalados. Los miembros del grupo que no cumplan con dichos criterios serán mencionados, con su autorización, en la sección de agradecimientos o en un apéndice (véase "Agradecimientos").

El orden en que figuran los autores debe reflejar una decisión conjunta de estos. Como los autores se suelen enumerar de distintas maneras, el significado del orden en que aparecen no puede deducirse con exactitud a menos que ellos mismos lo enuncien explícitamente. Para tal efecto, tal vez deseen agregar, en una nota a pie de página, la explicación sobre el orden de enumeración. Al decidir acerca de dicho orden, los autores tendrán presente que muchas revistas imponen un límite al número de autores que figuran en el índice de materias y que, cuando hay más de 25 autores, la Biblioteca Nacional de Medicina de los Estados Unidos incluye en MEDLINE tan solo los nombres de los 24 primeros más el del último.

Resumen y palabras clave

La segunda página incluirá un resumen que no sobrepasará las 250 palabras de extensión. En él indicaran los propósitos del estudio o investigación; los procedimientos básicos (selección de los sujetos o los animales de laboratorio incluidos en el estudio; métodos de observación y análisis); los hallazgos más importantes (proporcionense datos específicos y, de ser posibles, su significación estadística), y las conclusiones principales. Hágase hincapié en los aspectos nuevos e importantes del estudio o las observaciones.

A continuación del resumen agréguese, debidamente rotuladas, de 3 a 10 palabras o frases cortas clave que ayuden a los indizadores a clasificar el artículo, las cuales se publicarán junto con el resumen. Utilícense para este propósito los términos de la lista "Medical Subject Headings" (MeSH) [Encabezamientos de temas médicos] del Index Medicus; en el caso de términos de reciente aparición que todavía no figuren en dicha lista, podrán usarse las expresiones corrientes. ALAN exige que todo trabajo deberá acompañarse de un Resumen en inglés con sus palabras clave, "key words", si el trabajo original fuese en español, portugués o francés. Si el trabajo original es en inglés, el Resumen debe presentarse en español,

igualmente con sus palabras clave.

Introducción

Expresa el propósito del artículo y resume el fundamento lógico del estudio u observación. Menciones las referencias estrictamente pertinentes y no incluya datos ni conclusiones del trabajo que está dando a conocer.

Métodos

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 la edad, el sexo y otras características importantes de los sujetos. La definición y la pertinencia de la raza o el grupo étnico son ambiguos. Los autores deberán ser particularmente cuidadosos con respecto a usar estas categorías.

Identifique los métodos, los aparatos (nombre y dirección del fabricante entre paréntesis) y los procedimientos con detalles suficientes para que otros investigadores puedan reproducir los resultados. Proporcione referencias de los métodos acreditados, incluidos los de índole estadística (véase más adelante); dé referencias y explique brevemente los métodos ya publicados pero que no son bien conocidos; describa los métodos nuevos o que han sido sustancialmente modificados, manifestando las razones por las cuales se usaron y evaluando sus limitaciones. Identifique exactamente todos los medicamentos y productos químicos utilizados, sin olvidar nombres genéricos, dosis y vías de administración.

Los informes de ensayos clínicos aleatorizados deberán presentar información sobre todos los elementos importantes del estudio, como son el protocolo (población de estudio, intervenciones o exposiciones, resultados y el fundamento lógico del análisis estadístico), asignación de intervenciones (métodos de aleatorización, ocultamiento de la asignación a los grupos de tratamiento) y método de enmascaramiento (método ciego).

Los autores que presenten manuscritos de revisión incluirán una sección en la que se describan los métodos utilizados para localizar, seleccionar, extraer y sintetizar los datos. Estos métodos se mencionarán también en forma sinóptica en el resumen.

Ética. Cuando informe sobre experimentos en seres humanos, señale si los procedimientos seguidos estuvieron de acuerdo con las normas éticas del comité (institucional o regional) que supervisa la experimentación en seres humanos o con la Declaración de Helsinki de 1975, modificada en 1983. No utilice el nombre de los pacientes, sus iniciales ni los códigos hospitalarios, especialmente en el material ilustrativo. Cuando dé a conocer experimentos con animales, mencione si se cumplieron las normas de la institución. Las de un consejo nacional de investigación o cualquier ley nacional acerca del cuidado y el uso de animales de laboratorio.

Estadística. Describa los métodos estadísticos con detalles suficientes para que el lector versado en el tema y que tenga acceso a los datos originales pueda verificar los resultados presentados. Siempre que sea posible, cuantifique los resultados y preséntelos con indicadores apropiados de error o incertidumbre de la medición

(por ej., intervalos de confianza). No dependa exclusivamente de las pruebas de comprobación de hipótesis estadísticas, tales como el uso de los valores P, que no transmiten información cuantitativa importante. Analice la elegibilidad de los sujetos de experimentación. Proporcione los detalles del proceso de aleatorización. Describa los medios utilizados para enmascarar las observaciones (método ciego), indicando los resultados que dieron. Informe sobre las complicaciones del tratamiento. Especifique el número de observaciones. Mencione las pérdidas de sujetos de observación (por ej., las personas que abandonan un ensayo clínico). Siempre que sea posible, las referencias sobre el diseño del estudio y los métodos estadísticos utilizados serán de trabajos vigentes (indicando el número de las páginas), y no de los artículos originales donde se describieron por vez primera. Especifique cualquier programa de computación de uso general que se haya empleado. Las descripciones generales de los métodos utilizados deben aparecer en la sección de métodos. Cuando resuma los datos en la sección de resultados, especifique los métodos estadísticos que se emplearon para analizarlos. Limite el número de cuadros y figuras al mínimo necesario para explicar el tema central del artículo y para evaluar los datos en que se apoya. Use gráficas en vez de cuadros subdivididos en muchas partes; no duplique los datos en las gráficas y los cuadros. Evite el uso no técnico de términos de la estadística, tales como «al azar» (que entraña el empleo de un método de aleatorización), «normal», «significativo», «correlaciones» y «muestra». Defina los términos, las abreviaturas y la mayor parte de los símbolos estadísticos.

Resultados

En el texto, los cuadros y las ilustraciones, presente los resultados siguiendo una secuencia lógica. No repita en el texto todos los datos de los cuadros ni de las ilustraciones; destaque o resuma tan solo las observaciones importantes.

Discusión

Haga hincapié en los aspectos nuevos e importantes del estudio y en las conclusiones que se derivan de ellos. No repita con pormenores los datos u otra información ya presentados en las secciones de introducción y de resultados. Explique en la sección de discusión el significado de los hallazgos y sus limitaciones, incluidas sus implicaciones para la investigación futura. Relacione las observaciones con otros estudios pertinentes.

Establezca el nexo entre las conclusiones y los objetivos del estudio, pero absténgase de hacer afirmaciones generales y extraer conclusiones que no estén completamente respaldadas por los datos. En particular, los autores evitarán hacer afirmaciones sobre los beneficios y los costos económicos, a menos que su manuscrito incluya datos y análisis económicos. No reclame ningún tipo de precedencia ni mencione trabajos que no estén terminados. Proponga nuevas hipótesis cuando haya justificación para ello, pero identifíquelas claramente como tales. Cuando sea apropiado, puede incluir recomendaciones.

Agradecimientos

En un lugar adecuado del artículo (como nota al pie de la primera

página o como apéndice del texto; véanse los requisitos de la revista) uno o varios enunciados especificarán lo siguiente: 1) las colaboraciones que deben ser reconocidas pero que no justifican la autoría, tales como el apoyo general del jefe del departamento; 2) el reconocimiento por la ayuda técnica recibida; 3) el agradecimiento por el apoyo financiero y material, especificando la índole del mismo; y 4) las relaciones que puedan suscitar un conflicto de intereses (véase «Conflicto de intereses»).

Las personas que colaboraron intelectualmente en el artículo pero cuya participación no justifica la autoría pueden ser citadas por su nombre, añadiendo su función o tipo de colaboración; por ejemplo, «asesoramiento científico», «examen crítico de la propuesta para el estudio», «recolección de los datos» o «participación en el ensayo clínico». Estas personas tendrán que conceder su permiso para ser nombradas. Los autores se responsabilizarán de obtener la autorización por escrito de las personas mencionadas por su nombre en los agradecimientos, pues los lectores pueden inferir que estas respaldan los datos y las conclusiones.

El reconocimiento por la ayuda técnica recibida figurará en un párrafo separado de los testimonios de gratitud por otras contribuciones.

Referencias

Numere las referencias consecutivamente siguiendo el orden en que se mencionan por primera vez en el texto. En este, en los cuadros y en los pies o epígrafes de las ilustraciones, las referencias se identificarán mediante números arábigos entre paréntesis. Las referencias citadas solamente en cuadros o ilustraciones se numerarán siguiendo una secuencia que se establecerá por la primera mención que se haga en el texto de ese cuadro o esa figura en particular.

Emplee el estilo de los ejemplos que aparecen más adelante, los cuales están basados en el formato que la Biblioteca Nacional de Medicina de los Estados Unidos usa en el *Index Medicus*. Abrevie los títulos de las revistas de conformidad con el estilo utilizado en dicha publicación. Consulte la *List of Journals Indexed in Index Medicus* [Lista de revistas indizadas en *Index Medicus*], que se publica anualmente como parte del número de enero y como separata. La lista se puede obtener asimismo en el sitio que la biblioteca mantiene en la World Wide Web (<http://www.nlm.nih.gov>).

Absténgase de utilizar los resúmenes como referencias. Las referencias a artículos que han sido aceptados pero que todavía no se publican se designarán como «en prensa» o «de próxima aparición»; los autores obtendrán por escrito el permiso para citar dichos artículos y también la verificación de que han sido aceptados para publicación. La información proveniente de manuscritos presentados para publicación pero aún no aceptados se citará en el texto como «observaciones inéditas», con el permiso correspondiente de la fuente.

No cite una «comunicación personal» a menos que aporte información esencial que no pueda obtenerse de una fuente pública; en ese caso, el nombre de la persona y la fecha de la comunicación aparecerán entre paréntesis en el texto. En el caso de artículos científicos, los autores deberán obtener el permiso de la fuente y su confirmación de la exactitud de la comunicación personal, ambos

por escrito. Los autores verificarán las referencias cotejándolas contra los documentos originales.

El estilo de los requisitos uniformes (estilo de Vancouver) se basa en gran medida en una norma de estilo ANSI adaptada por la Biblioteca Nacional de Medicina (NLM) para sus bases de datos. En los ejemplos que siguen se han agregado notas cuando el estilo de Vancouver difiere del estilo que actualmente utiliza la NLM.

Artículos de revista

1. Artículo de revista ordinario

Enumere los primeros seis autores y añada la expresión «et al.» (Nota: La NLM incluye ahora hasta 25 autores; si hay más de 25, enumera los primeros 24, continuación el último autor y luego agrega «et al.»)

Vega KJ, Pina I, Krevsky B. Heart transplantation is associated with an increased risk for pancreatobiliary disease. *Ann Intern Med* 1996 Jun 1;124(11):980-3.

Opcionalmente, si se utiliza la paginación continua a lo largo de un volumen (como hacen muchas revistas médicas), se pueden omitir el mes y el número.

(Nota: Para respetar la uniformidad, en todos los ejemplos que se presentan en los requisitos uniformes se aplica esta opción. La NLM, sin embargo, no usa dicha opción.)

Vega KJ, Pina I, Krevsky B. Heart transplantation is associated with an increased risk for pancreatobiliary disease. *Ann Intern Med* 1996;124:980-3.

Más de seis autores:

Parkin DM, Clayton D, Black Rj, Masuyer E, Friedl HP, Ivanov E, et al. Childhood leukaemia in Europe after Chernobyl: 5 year follow-up. *Br J Cancer* 1996;73:1006-12.

2.. Organización como autor

The Cardiac Society of Australia and New Zealand. Clinical exercise stress testing. Safety and performance guidelines. *Med J Aust* 1996;164:282-4.

3. No se indica el nombre del autor

Cancer in South Africa [editorial]. *S Afr Med J* 1994;84:15.

4. Artículo en idioma extranjero (2)

(Nota: La NLM traduce el título al inglés, lo encierra entre corchetes y le agrega la abreviatura correspondiente al idioma original.)

Ryder TE, Haukeland EA, Solhaug JH. Bilateral infrapatellar seneruptur hos tidligere frisk kvinne. *Tidsskr Nor Laegeforen* 1996; 116:41-2.

5. Suplemento de un volumen

Shen HM, Zhang QF. Risk assessment of nickel carcinogenicity and occupational lung cancer. *Environ Health Perspect* 1994;102 Suppl 1:275-82.

6. Suplemento de un número

Payne DK, Sullivan MD, Massie Mj. Women's psychological reactions to breast cancer. *Semin Oncol* 1996;23(1 Suppl 2): 89-97.

7. Parte de un volumen

Ozben T, Nacitarhan S, Tuncer N. Plasma and urine sialic acid in non-insulin dependent diabetes mellitus. *Ann Clin Biochem* 1995;32(Pt 3):303-6.

8. Parte de un número

Poole GH, Mills SM. One hundred consecutive cases of flap lacerations of the leg in ageing patients. *N Z Med J* 1994;107(986 Pt 1):377-8.

9. Número sin volumen

Turan I, Wredmark T, Fellander-Tsai L. Arthroscopic ankle arthrodesis in rheumatoid arthritis. *Clin Orthop* 1995;(320): 110-4.

10. Sin número ni volumen

Browell DA, Lennard TW. Immunologic status of the cancer patient and the effects of blood transfusion on antitumor responsos. *Curr Opin Gen Surg* 1993:325-33.

11. Paginación en números romanos

Fisher GA, Sikic BI. Drug resistance in clinical oncology and hematology. Introduction. *Hematol Oncol Clin North Am* 1995 Apr;9(2):xi-xii.

12. Indicación del tipo de artículo, según corresponda

Enzensber er W, Fischer PA. Metronome in Parkinson,s disease [carta]. *Lancet* 1996;347:1337.

Clement J, De Bock R. Hematological complications of hantavirus nephropathy (HVN) [resumen]. *Kidney Int* 1992;42:1285.

13. Artículo que contiene una retractación

Garey CE, Schwarzman AL, Rise ML, Seyfried TN. Ceruloplasmin

(2) Evidentemente "extranjero" se entiende aquí en relación con el idioma inglés, pues los ejemplos de referencia bibliográfica se han trasladado directamente del original, sin adaptarlos (N. Del t.).

gene defect associated with epilepsy in EL mice [retractación de Garey CE, Schwarzman AL, Rise ML, Seyfried TN. En: Nat Genet 1994;6:426-31]. Nat Genet 1995;11: 104.

14. Artículo retirado por retractación

Liou GI, Wang M, Matragoon S. Precocious IRBP gene expression during mouse development [retirado por retractación en Invest Ophthalmol Vis Sci 1994;35:3127]. Invest Ophthalmol Vis Sci 1994;35:1083-8.

15. Artículo sobre el que se ha publicado una fe de erratas

Hamlin JA, Kahn AM. Herniography in symptomatic patients following inguinal hernia repair [se publica una fe de erratas en West J Med 1995;162:278]. West j Med 1995; 162:28-31.

Libros y otras monografías

(Nota: Con anterioridad, el estilo de Vancouver indicaba, incorrectamente, que entre la editorial y la fecha debía ir una coma en vez de punto y coma, como debe ser.)

16. Individuos como autores

Ringsven MK, Bond D. Gerontology and leadership. skills for nurses. 2nd ed. Albany (NY): Delmar Publishers; 1996.

17. Directores ("editores"), compiladores como autores

Norinan JJ, Redfern SJ, editors. Mental health care for elderly people. New York: Churchill Livingstone; 1996.

18. Organización como autor y editorial

Institute of Medicine (US). Looking at the future of the Medicaid program. Washington: The Institute; 1992.

19. Capítulo de libro

(Nota: Con anterioridad, el estilo de Vancouver prescribía el uso de dos puntos en vez de la letra p antes de las páginas.)

Phillips SJ, Whisnant JP. Hypertension and stroke. En: Laragh JH, Brenner BM, editors. Hypertension: pathophysiology, diagnosis, and management. 2nd ed. New York: Raven Press; 1995. p. 465-78.

20. Actas de conferencias

Kimura j, Shibasaki H, editors. Recent advances in clinical neurophysiology, Proceedings of the 10th International Congress of EMG and Clinical Neurophysiology; 1995 Oct 15-19; Kyoto, Japan. Amsterdam: Elsevier; 1996.

21. Artículo presentado en una conferencia

Bengtsson S, Tolheim BG. Enforcement of data protection, privacy

and security in medical informatics. En: Lun KC, Degoulet P, Piemme TE, Rienhoff O, editors. MEDINFO 92. Proceedings of the 7th World Congress on Medical Informatics; 1992 Sep 6-10; Geneva, Switzerland. Amsterdam: North-Holland; 1992. p. 1561-5.

22. Informe científico o técnico

Publicado por la institución financiadora o patrocinadora: Smith P, Golladay K. Payment for durable medical equipment billed during skilled nursing facility stays. Final report. Dallas (TX): Dept. of Health and Human Services (US), Office of Evaluation and Inspections; 1994 Oct. Report No.: HHSIGOE169200860.

Publicado por la institución ejecutora:

Field MjJ Tranquada RE, Feasley JC, editors. Health services research: work force and educational issues. Washington: National Academy Press; 1995. Contract No.: AHCP282942008. Sponsored by the Agency for Health Care Policy and Research.

23. Tesis doctoral

Kaplan SJ. Post-hospital home health care: the elderly's access and utilization [tesis doctoral]. St. Louis (MO): Washington Univ.; 1995.

24. Patente

Larsen CE, Trip R, Johnson CR, inventors; Novoste Corporation, titular. Methods for procedures related to the electrophysiology of the heart. US patent 5,529,067. 1995 jun 25.

Otros trabajos publicados

25. Artículo de periódico

Lee C. Hospitalizations tied to ozone pollution: study estimates 50,000 admissions annually. The Washington Post 1996 Jun 21; Sect. A:3 (col. 5).

26. Material audiovisual

HIV+/AIDS: the facts and the future [videocassette]. St. Louis (MO): Mosby-Year Book; 1995.

27. Documentos legales

Ley pública:
Preventive Health Amendments of 1993, Pub. L. No. 103-183, 107 Stat. 2226 (Dec. 14, 1993).

Proyecto de ley sin sancionar:
Medical Records Confidentiality Act of 1995, S. 1360, 104th Cong., 1 st Sess. (1995).

Código de normas federales:
Informed Consent, 42 C.F.R. Sect. 441.257 (1995).

Audiencia:

Increased Drug Abuse: the Impact on the Nation's Emergency Rooms: Hearings Before the Subcomm. on Human Resources and Intergovernmental Relations of the House Comm. on Government Operations, 103rd Cong., 1st Sess. (May 26, 1993).

28. Mapa

North Carolina. Tuberculosis rates per 100,000 population, 1990 [mapa demográfico]. Raleigh: North Carolina Dept. of Environment, Health, and Natural Resources, Div. of Epidemiology; 1991.

29. Libro de la Biblia

The Holy Bible. King James version. Grand Rapids (MI): Zondervan Publishing House; 1995. Ruth 3:1-18.

30. Diccionarios y obras de consulta semejantes

Stedman's medical dictionary. 26th ed. Baltimore: Williams & Wilkins; 1995. Apraxia; p.119-20.

31. Obras clásicas

The Winter's Tale: act 5, scene 1, lines 13-16. The complete works of William Shakespeare. London: Rex; 1973.

Trabajos inéditos**32. En prensa**

(Nota: La NLM prefiere referirse a estos trabajos como «en preparación» [forthcoming] porque no todos se publicarán impresos.)

Leshner AI. Molecular mechanisms of cocaine addiction. N Engl J Med. En prensa 1996.

Material en soporte electrónico**33. Artículo de revista en formato electrónico**

Morse SS. Factors in the emergence of infectious diseases. Emerg Infect Dis [publicación periódica en línea] 1995 jan-mar [citada 1996 jun 5];1(1):[24 pantallas]. Se consigue en: URL: <http://www.cdc.gov/ncidod/EID/eid.htm>

34. Monografía en formato electrónico

CDI, clinical dermatology illustrated [monografía en CD-ROM]. Reeves JRT, Maibach H. CMEA Multimedia Group, producers. 2nd ed. Version 2.0. San Diego: CMEA; 1995.

35. Fichero de computadora

Hemodynamics 111: the ups and downs of hemodynamics [programa de computadora]. Version 2.2. Orlando (FL): Computerized Educational Systems; 1993.

Cuadros

Mecanografía o imprema cada cuadro a doble espacio y en hoja aparte. No presente los cuadros en forma de impresiones fotográficas. Numérelos consecutivamente siguiendo el orden en que se citan por primera vez en el texto, y asigne un título breve a cada uno. Cada columna llevará un encabezamiento corto o abreviado. Las explicaciones irán como notas al pie y no en el encabezamiento. En las notas al pie se explicarán todas las abreviaturas no usuales empleadas en cada cuadro. Como llamadas para las notas al pie, utilícese los símbolos siguientes en la secuencia que se indica: *, †, ‡, §, ¶, **, ††, ‡‡.

Identifique las medidas estadísticas de variación, tales como la desviación estándar y el error estándar de la media.

No trace líneas horizontales ni verticales en el interior de los cuadros. Cerciórese de que cada cuadro aparezca citado en el texto.

Si incluye datos publicados o inéditos provenientes de otra fuente, obtenga la autorización necesaria para reproducirlos y conceda el reconocimiento cabal que corresponde. Incluir un número excesivo de cuadros en relación con la extensión del texto puede ocasionar dificultades al confeccionar las páginas. Examine varios números recientes de la revista a la que planea presentar el artículo y calcule cuántos cuadros pueden incluirse por cada millar de palabras de texto. Al aceptar un artículo, el director podrá recomendar que los cuadros suplementarios que contienen datos de respaldo importantes, pero que son muy extensos para publicarlos, queden depositados en un servicio de archivo, como el Servicio Nacional de Publicaciones Auxiliares en los Estados Unidos, o que sean proporcionados por los autores a quien lo solicite. En tal caso, se agregará en el texto la nota informativa necesaria. Dichos cuadros se presentarán junto con el artículo para su consideración.

Ilustraciones (figuras)

Envíe los juegos completos de figuras en el número requerido por la revista. Las figuras estarán dibujadas y fotografiadas en forma profesional; no se aceptarán los letreros trazados a mano o con máquina de escribir. En lugar de los dibujos, radiografías y otros materiales de ilustración originales, envíe impresiones fotográficas en blanco y negro, bien contrastadas, en papel satinado y que midan 127 x 173 mm, sin exceder de 203 x 254 mm. Las letras, números y símbolos serán claros y uniformes en todas las ilustraciones; tendrán, además, un tamaño suficiente para que sigan siendo legibles incluso después de la reducción necesaria para publicarlos. Los títulos y las explicaciones detalladas se incluirán en los pies o epígrafes, no sobre las propias ilustraciones.

Al reverso de cada figura pegue una etiqueta de papel que lleve anotados el número de la figura, el nombre del autor y cuál es la parte superior de la misma. No escriba directamente sobre el dorso de las figuras ni las sujete con broches para papel, pues quedan marcadas. Las figuras no se doblarán ni se montarán sobre cartón.

Las fotomicrografías incluirán en sí mismas un indicador de la escala. Los símbolos, flechas y letras usados en estas deberán contrastar claramente con el fondo.

Si se usan fotografías de personas, estas no deberán ser identificables; de lo contrario, habrá que anexar un permiso por escrito para poder utilizarlas.

Las figuras se numerarán en forma consecutiva de acuerdo con su primera mención en el texto. Si la figura ya fue publicada, se reconocerá la fuente original y se presentará la autorización por escrito que el titular de los derechos de autor concede para reproducirla. Este permiso es necesario, independientemente de quién sea el autor o la editorial; la única salvedad son los documentos considerados como de dominio público.

Pies o epígrafes de las ilustraciones

Los pies o epígrafes de las ilustraciones se mecanografiarán o imprimirán a doble espacio, comenzando en hoja aparte e identificándolos con los números arábigos correspondientes. Cuando se utilicen símbolos, flechas, números o letras para referirse a ciertas partes de las ilustraciones, será preciso identificar y aclarar el significado de cada uno en el pie o epígrafe. En las fotomicrografías habrá que explicar la escala y especificar el método de tinción.

Unidades de medida

Las medidas de longitud, talla, *peso* y volumen se expresarán en unidades del sistema métrico decimal (metro, kilogramo, litro, etc.) o sus múltiplos y submúltiplos.

Las temperaturas se consignarán en grados Celsius. Los valores de presión arterial se indicarán en milímetros de mercurio.

Todos los valores hemáticos y de química clínica se presentarán en unidades del sistema métrico decimal y de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). La redacción de la revista podrá solicitar que, antes de publicar el artículo, los autores agreguen unidades alternativas o distintas de las del SI.

Abreviaturas y símbolos

Utilice únicamente abreviaturas corrientes. Evite las abreviaturas en el título y el resumen. Cuando se emplee por primera vez una abreviatura en el texto, irá precedida del término completo, salvo si se trata de una unidad de medida común.

Envío del manuscrito a la revista

Envíe por correo el número requerido de copias del manuscrito en un sobre de papel resistente; si es necesario, proteja las copias y las figuras metiéndolas entre dos hojas de cartón para evitar que las fotografías se doblen. Meta las fotografías y transparencias en su propio sobre de papel resistente.

Los manuscritos irán acompañados de una carta de envío firmada por todos los coautores.

La Sociedad Latinoamericana de Nutrición
invita a participar en el

3^{er} Premio Latinoamericano Kellogg's® de Investigación en Alimentación y Nutrición Humana



Categorías y Premios:

PROFESIONAL

US \$ 6,000.00

Placa para el primer autor
y diplomas para
los coautores.

ESTUDIANTE

US \$ 3,000.00

Placa para el primer autor
y diplomas para
los coautores.

El premio se entregará durante el XIII Congreso Latinoamericano de Nutrición a celebrarse del 9 al 13 de Noviembre del 2003 en el Centro de Convenciones Acapulco en Acapulco, México.

El jurado está integrado por:

Dr. Adolfo Chávez. Inst. Nal. de Ciencias Médicas y Nutrición "Salvador Zubirán", México.

Dr. Helio Vannucchi. Universidad de Sao Paulo, Brasil.

Dr. Alejandro O'Donnell. Centro de Estudios Sobre Nutrición Infantil, Argentina.

Dr. Ricardo Uauy, Instituto de Nutrición y Tecnología de Alimentos, Chile.

Dr. Fernando Viteri, Universidad de California, Berkeley, EUA.

Para consultar las bases del premio:

www.kelloggs-latino.com

www.slan.org.mx

